

SKRIPSI

KLASIFIKASI SUARA DETAK JANTUNG MENGGUNAKAN
NEURAL NETWORK



Nadya Tjindra

NPM: 2016710001

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2019

FINAL PROJECT

**HEARTBEAT SOUND CLASSIFICATION USING NEURAL
NETWORK**



Nadya Tjindra

NPM: 2016710001

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

KLASIFIKASI SUARA DETAK JANTUNG MENGGUNAKAN *NEURAL NETWORK*

Nadya Tjindra

NPM: 2016710001

Bandung, 11 Desember 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Prof. M. Wono Setya Budhi, Ph.D.

Drs. Janto Vincent Sulungbudi

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Julius Dharma Lesmono

Agus Sukmana, M.Sc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

KLASIFIKASI SUARA DETAK JANTUNG MENGGUNAKAN *NEURAL NETWORK*

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 11 Desember 2019

Meterai Rp. 6000

Nadya Tjindra
NPM: 2016710001

ABSTRAK

Penyakit kardiovaskular sering menyebabkan penemuan abnormal pada pemeriksaan fisik, termasuk pada suara detak jantung berupa *murmur*. Model *Neural Network* dikonstruksi untuk mengklasifikasi apakah suara detak jantung adalah normal atau *murmur*. Klasifikasi suara detak jantung menggunakan *Neural Network* berfungsi sebagai suatu bentuk pendeteksian dini untuk menjadi rekomendasi apakah seseorang harus diperiksa secara lebih lanjut. *Fast Fourier Transform* (FFT) digunakan untuk mentransformasikan suara detak jantung menjadi komponen frekuensi yang kemudian divisualisasikan menggunakan spektrogram. Aplikasi *Principal Component Analysis* (PCA) dapat mereduksi ukuran data secara signifikan sehingga waktu pengerjaan program (*runtime*) menjadi lebih cepat. Model *Neural Network* yang digunakan untuk melakukan pengklasifikasian adalah *Fully Connected Neural Network* (FCNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Model *Neural Network* dengan performansi terbaik ditentukan berdasarkan tingkat akurasi, nilai *loss function*, dan *runtime*. Penerapan PCA pada model FCNN menghasilkan *runtime* yang jauh lebih cepat, sementara pada model CNN tidak menghasilkan perubahan signifikan pada *runtime* dikarenakan tidak terjadi reduksi ukuran data. Model FCNN memberikan performansi yang lebih tinggi untuk melakukan klasifikasi suara detak jantung berdasarkan gambar spektrogram. Besar akurasi dan nilai *loss function* yang sama dapat dicapai model FCNN dengan *runtime* jauh lebih cepat dibandingkan model CNN.

Kata-kata kunci: Suara Detak Jantung, *Fast Fourier Transform*, *Principal Component Analysis*, *Fully Connected Neural Network*, *Convolutional Neural Network*

ABSTRACT

Cardiovascular diseases often leads to abnormal findings on physical examination, such as murmur found in heartbeat sound. A Neural Network model is constructed to classify whether the heartbeat sound is normal or murmur. The heartbeat sound classification model using Neural Network can serve as a form of early detection to be a recommendation if someone should be examined further. Fast Fourier Transform (FFT) is utilized to transform the heartbeat sound into its frequency component which then visualized by a spectrogram. The use of Principal Component Analysis (PCA) can reduce data size significantly, resulting in faster runtime. The Neural Network models used for classification are Fully Connected Neural Network (FCNN) and Convolutional Neural Network (CNN). The Neural Network model with the best performance are chosen based on the accuracy, the value of loss function, and runtime. The application of PCA to the FCNN model results in a much faster runtime, while to the CNN model results in no significant runtime changes due to no reduction in data size. The FCNN model achieved a higher performance in classifying heartbeat sound based on spectrogram images. The same value of accuracy and loss function are achieved by the FCNN model in a much faster runtime compared to the CNN model.

Keywords: Heartbeat Sound, Fast Fourier Transform, Principal Component Analysis, Fully Connected Neural Network, Convolutional Neural Network

Untuk Papa, Mama, dan Koko tersayang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan bimbingan-Nya yang melimpah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, meskipun sesungguhnya penulis tidak mengetahui Tuhan itu siapa dan dimana. Skripsi yang berjudul "Klasifikasi Suara Detak Jantung Menggunakan *Neural Network*" disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains (FTIS), Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR), Bandung.

Penyusunan skripsi ini tidak luput dari beberapa hambatan dan kesulitan. Oleh karena itu, penulis berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis berterima kasih terutama kepada:

- Papa dan Mama yang selalu memberikan dukungan, nasihat, doa, dan kasih sayang untuk penulis, serta Ko Alvian yang selalu memberikan dukungan, nasihat, dan hiburan untuk penulis.
- Bapak Prof. M. Wono Setya Budhi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan ilmu, arahan, dan saran selama penyusunan skripsi dan perkuliahan.
- Bapak Janto Vincent Sulungbudi, S.Si. selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan ilmu, arahan, dan saran selama penyusunan skripsi dan perkuliahan serta atas rekomendasi untuk kerja praktek.
- Bapak Dr. Julius Dharma Lesmono selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan saran untuk perbaikan dan pengembangan skripsi ini.
- Bapak Agus Sukmana, M.Sc. selaku dosen wali dan selaku dosen penguji yang telah memberikan ilmu, saran, dan nasihat kepada penulis selama perkuliahan serta arahan dan saran untuk perbaikan dan pengembangan skripsi ini.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku koordinator skripsi yang telah memberikan ilmu, saran, nasihat, dan arahan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
- Seluruh dosen FTIS khususnya dosen Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu, arahan, dan saran selama perkuliahan.
- Seluruh staf Tata Usaha FTIS yang telah banyak memberikan segala bentuk bantuan administratif selama perkuliahan.
- Seluruh pekarya FTIS yang telah banyak memberikan kenyamanan dalam penggunaan sarana dan prasarana selama perkuliahan.
- Setia Dharma atau Asen sebagai teman yang telah menemani perjalanan perkuliahan penulis sejak semester 1, untuk segala dukungan, hiburan, dan kehadiran yang telah diberikan.
- Maria Gabriella Hadinata sebagai teman, kakak tingkat, dan panutan yang telah menginspirasi penulis selama perkuliahan, untuk segala dukungan, hiburan, dan kehadiran yang telah diberikan.

- Teman-teman "Fire" (Chrestella, Claresta, Khema, Nevan, Gresel) sebagai teman-teman terdekat, untuk segala dukungan, hiburan, dan kehadiran yang telah diberikan, serta Gresel sebagai teman seperjuangan lulus 3.5 tahun.
- Teman-teman "Fire Station" atau "Ahsiap" atau apapun namanya (Gresel, Chrestella, Claresta, Khema, Nevan, Felix, Avel, Edsel, Wilbert, Farand, Asen) yang telah berbagi ilmu, pengalaman, hiburan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan.
- Teman-teman satu kost PIK (Felix, Avel, tanpa Gresel) untuk dukungan, hiburan, dan segala momen kebersamaan, terutama untuk telah menemani penulis selama detik-detik penyusunan skripsi.
- Thomas Agung Santoso yang selalu mengingatkan penulis untuk tersenyum, serta untuk dukungan dan hiburan yang diberikan.
- Timothy Lawrence untuk dukungan, hiburan, dan bantuannya dalam penyusunan skripsi ini.
- Divisi Akademik HMPSMa 2017/2018 (Edo, Jojo, Farand, Fenny, Avel) yang telah memberikan ilmu, hiburan, dan pengalaman keorganisasian.
- Teman-teman "Sekte Gelap" (Dinda, Liko, Asen) untuk segala ilmu, pengalaman, dukungan, dan hiburan selama masa-masa di MPM.
- Teman-teman Matematika angkatan 2016: Melia, Leo, Laureen, JC, Ivan, Rudi, Fenny, Davyn, Claresta, Aretha, JT, Gerald, Avel, Isa, Faza, Muti, Vheren, Vivian, Niko, Julius, Chrestella, Yonathan, Alma, Al-Vinda, Azka, Aldo, Felix, Salman, Asen, Widhiya, Evelyne, Edsel, Salomo, Triny, Nevan, Irsyad, Farand, Lucas, Febrizio, Deva, Adin, Khema, Bahri, Yohannes, Raisa, Wilbert, Daniel, Chang, Janaka, Agnes, Suryani, Fanny, Nitya, Nur, dan Gresel yang telah berbagi ilmu, hiburan, dan pengalaman selama penulis kuliah di UNPAR.
- Teman-teman Majelis Perwakilan Mahasiswa UNPAR periode 2018/2019 yang telah memberikan ilmu, hiburan, dan pengalaman keorganisasian.
- Teman-teman seperjuangan skripsi: Gresel, Vheren, JC, Mahe, Raka, Kak Daud, Kak Aryo, Kak Mona, Kak Charisma, dan Ko Desmond yang telah saling memberikan semangat, ilmu, dan hiburan selama masa-masa penyusunan skripsi.
- Teman-teman Matematika angkatan 2014, 2015, 2017, dan 2018 yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima segala saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan inspirasi bagi pembaca.

Bandung, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Transformasi Fourier	5
2.1.1 Transformasi Fourier Kontinu	5
2.1.2 Transformasi Fourier Diskret	7
2.1.3 <i>Fast Fourier Transform</i>	8
2.1.4 <i>Sampling</i> dan <i>Aliasing</i>	10
2.2 <i>Machine Learning</i>	11
2.2.1 Algoritma Pembelajaran	12
2.3 <i>Principal Component Analysis</i>	12
2.3.1 Dekomposisi Eigen	13
2.3.2 <i>Singular Value Decomposition</i>	14
2.3.3 <i>Principal Components</i>	18
3 <i>Neural Network</i>	19
3.1 <i>Fully Connected Neural Network</i>	19
3.1.1 <i>Neuron, Weight, dan Bias</i>	19
3.1.2 <i>Activation Function</i>	22
3.1.3 <i>Loss Function</i>	23
3.1.4 <i>Optimizer</i>	24
3.1.5 <i>Backpropagation Algorithm</i>	26
3.1.6 <i>Overfitting dan Underfitting</i>	28
3.1.7 <i>Regularization</i>	28
3.2 <i>Convolutional Neural Network</i>	29
3.2.1 <i>Convolution Layer</i>	29
3.2.2 <i>Pooling Layer</i>	32
3.2.3 <i>Flatten Layer</i>	33

4	<i>Training DAN HASIL MODEL Neural Network</i>	35
4.1	<i>Pengolahan Awal</i>	35
4.2	<i>Dataset</i>	37
4.3	<i>Principal Component Analysis</i>	38
4.4	<i>Training Neural Network</i>	40
4.5	<i>Model Fully Connected Neural Network</i>	41
4.5.1	<i>Dataset 1</i>	43
4.5.2	<i>Dataset 2</i>	45
4.6	<i>Model Convolutional Neural Network</i>	47
4.6.1	<i>Dataset 1</i>	49
4.6.2	<i>Dataset 2</i>	51
4.7	<i>Hasil Training Model Neural Network</i>	52
5	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	<i>Kesimpulan</i>	55
5.2	<i>Saran</i>	55
	DAFTAR REFERENSI	57

DAFTAR GAMBAR

2.1	Plot Sinyal $h(t) = 2 \sin(10t) + 3 \cos(15t)$	6
2.2	Plot Transformasi Fourier Sinyal $h(t) = 2 \sin(10t) + 3 \cos(15t)$	7
2.3	Sinyal $\sin(30\pi t)$	10
2.4	Sinyal $\sin(30\pi t)$ Dengan Tingkat <i>Sampling</i> 20 Hz	10
2.5	Rekonstruksi Ulang Sinyal $\sin(30\pi t)$ Dengan Tingkat <i>Sampling</i> 20 Hz	10
2.6	Sinyal $\sin(30\pi t)$ Dengan Tingkat <i>Sampling</i> 50 Hz	11
2.7	Rekonstruksi Ulang Sinyal $\sin(30\pi t)$ Dengan Tingkat <i>Sampling</i> 50 Hz	11
2.8	Gambar Huruf N Dengan 250 Komponen dan Gambar Huruf N Dengan 20 Komponen	17
2.9	Grafik Variansi Kumulatif Terhadap Jumlah Komponen	17
2.10	Gambar Huruf N Dengan 250 Komponen, 69 Komponen, 20 Komponen, dan 12 Komponen	17
3.1	Jaringan <i>Neural Network</i> dengan 3 <i>layer</i>	20
3.2	Jaringan <i>Neural Network</i> dengan <i>weight</i>	20
3.3	Ilustrasi Perhitungan <i>Output</i> Dari Suatu <i>Neuron</i>	21
3.4	<i>Rectified Linear Unit Activation Function</i>	22
3.5	<i>Logistic Sigmoid Activation Function</i>	22
3.6	Efek <i>Weight</i> Terhadap <i>Activation Function</i>	24
3.7	Efek <i>Bias</i> Terhadap <i>Activation Function</i>	24
3.8	Jaringan <i>Neural Network</i> Sederhana Untuk Ilustrasi <i>Backpropagation Algorithm</i>	26
3.9	Ilustrasi <i>Kernel</i> Pada CNN	30
3.10	Ilustrasi <i>Feature Map</i> Pada CNN	30
3.11	Ilustrasi <i>Padding</i> Pada CNN	31
3.12	Ilustrasi <i>Sparse Connectivity</i> Pada CNN	31
3.13	Ilustrasi <i>Parameter Sharing</i> pada CNN	32
3.14	Ilustrasi <i>Max Pooling</i> pada CNN	33
4.1	Suara Detak Jantung Normal	35
4.2	Transformasi Fourier Suara Detak Jantung Normal	36
4.3	Spektrogram Suara Detak Jantung Normal	36
4.4	Grafik Variansi Kumulatif Terhadap Jumlah <i>Principal Components</i>	38
4.5	Spektrogram Suara Detak Jantung Normal dan Spektrogram Suara Detak Jantung Normal Dengan PCA 99% Versi <i>Grayscale</i>	39
4.6	Spektrogram Suara Detak Jantung Normal dan Spektrogram Suara Detak Jantung Normal Dengan PCA 80% Versi <i>Grayscale</i>	40
4.7	Grafik Akurasi, Nilai <i>Loss Function</i> , dan <i>Runtime</i> 12 Versi Model FCNN Terhadap <i>Dataset 1</i> Asli	43
4.8	Grafik Akurasi, Nilai <i>Loss Function</i> , dan <i>Runtime</i> 9 Versi Model FCNN Terhadap <i>Dataset 1</i> Dengan Penerapan PCA	44
4.9	Grafik Akurasi, Nilai <i>Loss Function</i> , dan <i>Runtime</i> 12 Versi Model FCNN Terhadap <i>Dataset 2</i> Asli	45
4.10	Grafik Akurasi, Nilai <i>Loss Function</i> , dan <i>Runtime</i> 9 Versi Model FCNN Terhadap <i>Dataset 2</i> Dengan Penerapan PCA	46

4.11	Ilustrasi Struktur Jaringan CNN	48
4.12	Grafik Akurasi, Nilai <i>Loss Function</i> , dan <i>Runtime</i> 6 Versi Model CNN Terhadap <i>Dataset 1 Asli</i>	50
4.13	Grafik Akurasi, Nilai <i>Loss Function</i> , dan <i>Runtime</i> 6 Versi Model CNN Terhadap <i>Dataset 1 Dengan Penerapan PCA</i>	50
4.14	Grafik Akurasi, Nilai <i>Loss Function</i> , dan <i>Runtime</i> 6 Versi Model CNN Terhadap <i>Dataset 2 Asli</i>	51
4.15	Grafik Akurasi, Nilai <i>Loss Function</i> , dan <i>Runtime</i> 6 Versi Model CNN Terhadap <i>Dataset 2 Dengan Penerapan PCA</i>	52

DAFTAR TABEL

4.1	Jumlah Data Normal dan <i>Murmur</i> Pada Setiap <i>Dataset</i>	37
4.2	Jumlah <i>Train Set</i> , <i>Validation Set</i> , dan <i>Test Set</i> Pada <i>Dataset 1</i> dan <i>Dataset 2</i> . . .	38
4.3	Tabel Variansi Kumulatif Dengan Jumlah <i>Principal Components</i>	39
4.4	Tabel Jumlah Fitur Pada <i>Dataset 1</i> dan <i>Dataset 2</i> Setelah Transformasi PCA Dengan Variansi Kumulatif 99%	39
4.5	Struktur Jaringan 12 Versi Model FCNN Untuk <i>Dataset 1</i> dan <i>Dataset 2</i> Asli . . .	42
4.6	Struktur Jaringan 9 Versi Model FCNN Untuk <i>Dataset 1</i> dan <i>Dataset 2</i> Dengan Penerapan PCA	42
4.7	Performansi 12 Versi Model FCNN Terhadap <i>Dataset 1</i> Asli	43
4.8	Performansi 9 Versi Model FCNN Terhadap <i>Dataset 1</i> Dengan Penerapan PCA . .	44
4.9	Performansi 12 Versi Model FCNN Terhadap <i>Dataset 2</i> Asli	45
4.10	Performansi 9 Versi Model FCNN Terhadap <i>Dataset 2</i> Dengan Penerapan PCA . .	46
4.11	Struktur Jaringan 6 Model CNN Untuk <i>Dataset 1</i> dan <i>Dataset 2</i>	49
4.12	Performansi 6 Versi Model CNN Terhadap <i>Dataset 1</i> Asli	49
4.13	Performansi 6 Versi Model CNN Terhadap <i>Dataset 1</i> Dengan Penerapan PCA . . .	50
4.14	Performansi 6 Versi Model CNN Terhadap <i>Dataset 2</i> Asli	51
4.15	Performansi 6 Versi Model CNN Terhadap <i>Dataset 2</i> Dengan Penerapan PCA . . .	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit kardiovaskular, yaitu suatu kelas penyakit pada sistem pembuluh darah di jantung, merupakan penyakit penyebab angka kematian tertinggi di dunia [1]. Individu yang berisiko tinggi mengidap penyakit kardiovaskular memerlukan pendeteksian dini untuk mengurangi risiko kematian. Pada negara berkembang seperti di Indonesia, layanan kesehatan masyarakat masih kewalahan dengan meningkatnya tuntutan untuk mengatasi penyakit jantung, stroke, kanker, diabetes, dan penyakit pernapasan kronis. Sistem perawatan kesehatan yang masih relatif baru dan mahal mengakibatkan berkurangnya inisiatif dari masyarakat untuk memeriksakan diri mereka ke rumah sakit demi pendeteksian dini penyakit kardiovaskular [2].

Penyakit kardiovaskular sering menyebabkan penemuan abnormal pada pemeriksaan fisik, termasuk pada suara detak jantung berupa *murmur*. *Murmur* adalah suara yang dihasilkan oleh aliran darah turbulen. Dalam kondisi normal, gerakan darah melalui pembuluh darah adalah halus. Namun, sebagai akibat dari perubahan struktural oleh karena penyakit, aliran darah menjadi terganggu dan menghasilkan suara berdesis [3]. Model klasifikasi suara detak jantung dapat berfungsi sebagai suatu bentuk pendeteksian dini untuk menjadi rekomendasi apakah seseorang harus diperiksa lebih lanjut. Selain itu, model yang mudah dan cepat digunakan juga dapat meningkatkan kesadaran dan inisiatif individu akan pemeriksaan kesehatan jantung mereka sendiri. Oleh karena itu, model klasifikasi suara detak jantung harus memiliki akurasi yang tinggi, efektif, dan mudah digunakan.

Machine learning adalah kapabilitas dari komputer untuk memperoleh pengetahuan mereka sendiri dengan mengekstrak pola-pola dari data. *Neural Network* adalah penerapan dari *machine learning* yang terinspirasi dari bagaimana otak biologis bekerja, berfungsi untuk melakukan prediksi. Suatu model klasifikasi suara detak jantung dapat diperoleh menggunakan *Neural Network* tersebut. Untuk mendeteksi pola-pola pada suara detak jantung, suara diolah menjadi komponen frekuensi penyusunnya menggunakan Transformasi Fourier. Kemudian, suara detak jantung dilakukan visualisasi frekuensi terhadap waktu dalam bentuk spektrogram. Model *Neural Network* akan menerima menerima *input* gambar spektrogram suara detak jantung dan mengeluarkan *output* hasil klasifikasi apakah suara detak jantung tersebut normal atau *murmur*. Terdapat beberapa model klasifikasi suara detak jantung yang telah mengimplementasikan *Neural Network* dengan tingkat akurasi tinggi [4]. Namun, model-model tersebut membutuhkan waktu berjalan program (*runtime*) yang relatif tinggi dikarenakan kompleksitas dari model. Aplikasi *Principal Component Analysis* dapat mereduksi jumlah data secara signifikan sehingga menghasilkan model dengan waktu pengerjaan program (*runtime*) yang lebih rendah.

Pada skripsi ini, akan dilakukan pemodelan klasifikasi suara detak jantung untuk melakukan klasifikasi antara suara detak jantung normal atau tidak normal (*murmur*) menggunakan *Neural Network*. Metode yang akan dibahas pada skripsi ini adalah *Principal Component Analysis*, *Fully Connected Neural Network*, dan *Convolutional Neural Network*.

1.2 Rumusan Masalah

Pada skripsi ini akan dibahas pembentukan model *Neural Network* untuk mengklasifikasi suara detak jantung. Oleh karena itu, masalah yang akan dibahas pada skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana cara mengolah suara detak jantung untuk menjadi *input* model klasifikasi suara detak jantung?
2. Bagaimana cara membuat model klasifikasi suara detak jantung menggunakan *Neural Network*?
3. Bagaimana dampak dari penggunaan *Principal Component Analysis* terhadap akurasi, nilai *loss function*, dan waktu pengerjaan program (*runtime*) model klasifikasi suara detak jantung?
4. Bagaimana hasil perbandingan akurasi, nilai *loss function*, dan waktu pengerjaan program (*runtime*) antara model klasifikasi suara detak jantung menggunakan *Fully Connected Neural Network* dan *Convolutional Neural Network*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Mengetahui cara pengolahan suara detak jantung untuk menjadi *input* model klasifikasi suara detak jantung.
2. Mengetahui cara pemodelan klasifikasi suara detak jantung menggunakan *Neural Network*.
3. Mengetahui dampak dari penggunaan *Principal Component Analysis* terhadap akurasi, nilai *loss function*, dan waktu pengerjaan program (*runtime*) model klasifikasi suara detak jantung.
4. Mengetahui hasil perbandingan akurasi, nilai *loss function*, dan waktu pengerjaan program (*runtime*) antara model klasifikasi suara detak jantung menggunakan *Fully Connected Neural Network* dan *Convolutional Neural Network*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah model hanya melakukan klasifikasi berdasarkan data yang digunakan pada skripsi ini tanpa mendeteksi jelas penyakit yang ada.

1.5 Metodologi

Metode yang akan dilakukan dalam skripsi ini adalah pengolahan awal suara detak jantung, penerapan *Principal Component Analysis*, dan pemodelan klasifikasi menggunakan *Neural Network*. Pertama, dilakukan pengolahan awal data suara detak jantung dengan melakukan transformasi menjadi komponen frekuensinya menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT). Hasil komponen frekuensi data divisualisasikan menjadi gambar spektrogram. Seluruh gambar spektrogram suara detak jantung dilakukan reduksi ukuran data dengan penerapan *Principal Component Analysis* (PCA). Terakhir, Model *Fully Connected Neural Network* (FCNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN) digunakan untuk melakukan klasifikasi apakah suara detak jantung normal atau *murmur*.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

Bab 1: Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika pembahasan.

Bab 2: Landasan Teori

Bab ini membahas teori-teori yang mendukung dalam pengerjaan skripsi ini seperti Transformasi Fourier, *Machine Learning*, dan *Principal Component Analysis*.

Bab 3: *Neural Network*

Bab ini membahas teori-teori lanjutan yang mendukung dalam pengerjaan skripsi ini seperti *Fully Connected Neural Network* dan *Convolutional Neural Network*.

Bab 4: *Training* dan Hasil Model

Bab ini membahas *training* dan hasil model klasifikasi suara detak jantung menggunakan *Neural Network*.

Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari isi skripsi ini.