

**Pengembangan Aplikasi Pemilihan Arsitektur Terbaik
Metode *Deep Neural Network* (DNN)
Untuk Klasifikasi Kanker Payudara Menggunakan Data *MicroRNA***



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada Departemen Ilmu Komputer/ Informatika**

**Disusun oleh :
SUNNAS GINANJAR
24010312110078**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2019**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sunnas Ginanjar
NIM : 24010312110078
Judul : Pengembangan Aplikasi Pemilihan Arsitektur Terbaik Metode *Deep Neural Network* (DNN) Untuk Klasifikasi Kanker Payudara Menggunakan Data *MicroRNA*

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 16 Juli 2019



Sunnas Ginanjar
24010312110078

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Aplikasi Pemilihan Arsitektur Terbaik Metode *Deep Neural Network* (DNN) Untuk Klasifikasi Kanker Payudara Menggunakan Data *MicroRNA*
Nama : Sunnas Ginanjar
NIM : 24010312110078

Telah diujikan pada sidang skripsi pada tanggal 28 Juni 2019 dan dinyatakan lulus pada tanggal 28 Juni 2019

Semarang, 16 Juli 2019

Mengetahui,

a.n. Ketua Departemen Ilmu Komputer/
Informatika FSM UNDIP
Sekretaris,

Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,



Dr. Eng. Adi Wibowo, S.Si., M.Kom
NIP. 198203092006041002

Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M. Kom
NIP. 198104202005012001

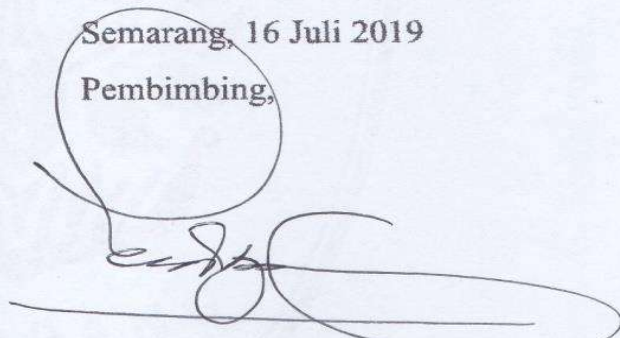
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Aplikasi Pemilihan Arsitektur Terbaik Metode *Deep Neural Network* (DNN) Untuk Klasifikasi Kanker Payudara Menggunakan Data *MicroRNA*
Nama : Sunnas Ginanjar
NIM : 24010312110078

Telah diujikan pada sidang skripsi pada tanggal 28 Juni 2019.

Semarang, 16 Juli 2019

Pembimbing,



Drs. Eko Adi Sarwoko, M.Kom.
NIP. 196511071992031003

ABSTRAK

Kanker payudara merupakan salah satu penyebab kematian terbanyak di dunia. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah kasus kematian akibat kanker ini adalah melakukan deteksi dini dengan menggunakan data *MicroRNA*. *MicroRNA* merupakan salah satu *biomarker* kanker yang dapat membantu dalam proses klasifikasi. *MicroRNA* dapat digunakan untuk mengenali apakah suatu sel merupakan sel kanker atau bukan bahkan dalam stadium paling awal. Metode *Deep Neural Network* (DNN) terdiri dari dua atau lebih lapisan belajar mandiri (*hidden layer*), dengan bobot unit yang terhubung sepenuhnya antara dua lapisan yang berdekatan dapat dipelajari secara otomatis. Namun, DNN masih memiliki kelemahan yaitu perubahan dalam distribusi *input* setiap lapisan yang menyebabkan masalah karena lapisan perlu terus beradaptasi dengan distribusi baru sehingga menghasilkan nilai akurasi yang kurang optimal. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan aplikasi pemilihan arsitektur terbaik metode DNN yang digunakan untuk klasifikasi kanker payudara menggunakan data *MicroRNA*. Hasil penelitian metode DNN dengan arsitektur terbaik yang diperoleh adalah jumlah *hidden layer* 3 dengan masing-masing 200 *hidden unit*, *dropout rate* 30% pada kombinasi fungsi aktivasi ReLU, ReLU, ReLU dan laju pembelajaran sebesar 0,04 menghasilkan akurasi tertinggi senilai 94,58% dengan spesifisitas 96,45% dan sensitivitas 91,02%.

Kata Kunci : Kanker payudara, *MicroRNA*, *Deep Neural Network*, Arsitektur

ABSTRACT

Breast cancer is one of the most common causes of death in the world. One way that can be done to reduce the number of death cases are to do early detection using MicroRNA data. MicroRNA is one of the cancer biomarkers that can help in the classification process. MicroRNA can be used to identify whether a cell is a cancer cell or not even in the earliest stages. Deep Neural Network (DNN) method consists of two or more layers of self-learning units (hidden units). The weight of hidden units that are fully connected between two layers can be learn automatically. However, DNN still has a weakness which is the changes in the distribution of each layer's inputs that cause problems, because the layers need to continue to adapt to the new distribution and produce less optimal accuracy values. This research was conducted to develop the best architectural selection application of DNN method used for breast cancer classification using MicroRNA data. The results of the DNN method with the best architecture obtained was 3 hidden layers with 200 hidden units each, 30% dropout rate in the combination of the ReLU, ReLU, ReLU activation functions and the learning rate of 0.04 resulting in the highest accuracy of 94.58% with a specificity of 96.45% and sensitivity of 91.02%.

Keywords : Breast Cancer, MicroRNA, Deep Neural Network, *Architecture*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Aplikasi Pemilihan Arsitektur Terbaik Metode *Deep Neural Network* (DNN) Untuk Klasifikasi Kanker Payudara Menggunakan Data *MicroRNA*”.

Skripsi ini dibuat dengan tujuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana komputer pada Departemen Ilmu Komputer/Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang.

Dalam pelaksanaan skripsi serta penyusunan dokumen skripsi ini, penulis menyadari banyak pihak yang membantu sehingga akhirnya dokumen ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer/Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Panji Wisnu Wirawan, S.T., M.T., selaku Koordinator Skripsi Departemen Ilmu Komputer/Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang.
3. Drs. Eko Adi Sarwoko, M.Kom., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membantu dalam membimbing dan mengarahkan penulis hingga selesainya skripsi ini.
4. Semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penyusunan skripsi, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dokumen skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 16 Juli 2019

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sunnas Ginanjar

NIM : 24010312110078

Departemen : Ilmu Komputer/ Informatika

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** kepada Universitas Diponegoro atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pengembangan Aplikasi Pemilihan Arsitektur Terbaik Metode *Deep Neural Network* (DNN) Untuk Klasifikasi Kanker Payudara Menggunakan Data *MicroRNA*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Semarang, 28 Juni 2019

Yang Menyatakan



Sunnas Ginanjar
24010312110078

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Ruang Lingkup	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. MicroRNA sebagai Potensi Biomarker Kanker	6
2.2. Klasifikasi	6
2.3. Metode <i>Deep Neural Network</i> (DNN).....	7
2.3.1. Arsitektur Metode DNN.....	9
2.3.2. Fungsi Aktivasi <i>Exponential Linear Units</i> (ELU)	9
2.3.3. Fungsi Aktivasi <i>Rectified Linear Units</i> (ReLU)	10
2.3.4. Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i>	11
2.3.5. <i>Dropout</i>	11
2.3.6. <i>Stochastic Gradient Descent</i> (SGD)	12
2.3.7. Pelatihan DNN	12
2.3.8. Pengujian DNN	15
2.4. Pengembangan Perangkat Lunak Model <i>Unified Process</i> (UP).....	16

2.4.1. UP Phases.....	16
2.4.2. UP <i>Disciplines</i>	17
2.5. <i>Unified Modeling Language (UML)</i>	18
2.5.1. <i>Things</i>	19
2.5.2. <i>Relationship</i>	19
2.5.3. <i>Diagram</i>	20
2.6. <i>K-Fold Cross Validation</i>	24
2.7. Evaluasi Sistem.....	25
2.8. Bahasa Pemrograman Python	26
2.9. <i>Library</i> Keras.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1. Pengumpulan Data.....	29
3.2. Pembagian Data Menjadi Data Latih dan Data Uji	30
3.3. Arsitektur Deep Neural Network.....	30
3.4. Pelatihan dan Pengujian DNN	31
3.5.1. Pelatihan DNN	32
3.5.2. Pengujian DNN	38
3.6. Evaluasi.....	39
3.7. Analisis Aplikasi.....	40
3.7.1. <i>Requirement</i>	40
3.7.2. <i>Analysis</i>	44
3.7.2.1. Analisis <i>Class Diagram</i>	45
3.7.2.2. <i>Communication Diagram</i>	46
3.7.3. <i>Design</i>	47
3.7.3.1. <i>Sequence Diagram</i>	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1. Implementasi.....	49
4.1.1. Spesifikasi Aplikasi.....	49
4.1.2. Implementasi <i>Source Code</i>	50
4.1.3. Implementasi Antarmuka	50
4.2. Pengujian Aplikasi.....	52
4.2.1. Rencana Pengujian Aplikasi.....	52
4.2.2. Hasil Pengujian Aplikasi.....	52

4.3. Pengujian Metode DNN	53
4.2.1. Skenario Pengujian.....	53
4.2.1.1. Skenario 1	53
4.2.1.2. Skenario 2	53
4.2.2. Pembahasan Skenario Pengujian.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN-LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Arsitektur DNN (Karthik, et al., 2018).....	9
Gambar 2.2.	Ilustrasi Fungsi Aktivasi ELU.	10
Gambar 2.3.	Ilustrasi Fungsi Aktivasi ReLU (Agarap, 2018).	10
Gambar 2.4.	Ilustrasi Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i> (Balaji & Baskaran, 2013).....	11
Gambar 2.5.	Model <i>Dropout</i> dalam NN. (a) NN Sebelum Dilakukan <i>Dropout</i> , (b) NN Sesudah Dilakukan <i>Dropout</i> (Srivastava, et al., 2014).	12
Gambar 2.6.	UP <i>Phases</i> (Arlow & Neustadt, 2005).....	16
Gambar 2.7.	UP <i>Phases</i> dan <i>Workflow</i> (Arlow & Neustadt, 2005).....	17
Gambar 2.8.	Aktor	20
Gambar 2.9.	<i>Use Case</i>	21
Gambar 2.10.	<i>Use Case Diagram</i>	21
Gambar 2.11.	<i>Use Case Detail</i>	21
Gambar 2.12.	<i>Class Diagram</i>	22
Gambar 2.13.	<i>Deployment Diagram</i>	23
Gambar 2.14.	<i>Sequence Diagram</i>	23
Gambar 3.1.	Diagram Garis Besar Penyelesaian Masalah	28
Gambar 3.3.	Arsitektur Metode DNN	31
Gambar 3.4.	Arsitektur Pembahasan Metode DNN.....	31
Gambar 3.5.	<i>Use Case Diagram</i> Aplikasi	42
Gambar 3.6.	Sketsa Antarmuka Halaman Awal	43
Gambar 3.7.	Sketsa Antarmuka Halaman Hasil Perhitungan	44
Gambar 3.8.	Sketsa Antarmuka Halaman <i>Dataset</i>	44
Gambar 3.9.	<i>Class Diagram</i> Fase Analisis.....	45
Gambar 3.10.	<i>Communication Diagram Dataset</i>	46
Gambar 3.11.	<i>Communication Diagram</i> Proses Perhitungan.....	46
Gambar 3.12.	<i>Sequence Diagram Dataset</i>	47
Gambar 3.13.	<i>Sequence Diagram</i> Proses Perhitungan	48
Gambar 4.1.	Implementasi Antarmuka Halaman Awal.....	51
Gambar 4.2.	Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Perhitungan.....	51
Gambar 4.3.	Implementasi Antarmuka Halaman <i>Dataset</i>	52
Gambar 4.4.	Grafik Akurasi Jumlah <i>Hidden Layer</i> 3 pada DNN.....	56
Gambar 4.5.	Grafik Akurasi Jumlah <i>Hidden Layer</i> 4 pada DNN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Keterangan Atribut	29
Tabel 3.2. Data <i>MicroRNA</i>	30
Tabel 3.3. Daftar Aktor Aplikasi	41
Tabel 3.4. Daftar <i>Use Case</i> Aplikasi	41
Tabel 3.5. <i>Use Case Detail Dataset</i>	41
Tabel 3.6. <i>Use Case Detail</i> Proses Perhitungan	42
Tabel 3.7. Hasil Identifikasi <i>Class Analysis</i>	45
Tabel 3.8. <i>Attribute</i> Setiap <i>Class</i>	46
Tabel 4.1. Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	52
Tabel 4.2. Hasil Pengujian dengan Jumlah <i>Hidden Layer</i> 3 pada DNN	56
Tabel 4.3. Hasil Pengujian dengan Jumlah <i>Hidden Layer</i> 4 pada DNN	57

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika penulisan dalam pembuatan skripsi mengenai “Pengembangan Aplikasi Pemilihan Arsitektur Terbaik Metode *Deep Neural Network* (DNN) Untuk Klasifikasi Kanker Payudara Menggunakan Data *MicroRNA*”.

1.1. Latar Belakang

Kanker payudara atau *Carsinoma Mammae* adalah pertumbuhan sel yang tidak terkendali pada jaringan penunjang payudara yang mengelilingi *lobular* (kelenjar penghasil susu), *ductus* (puting payudara), pembuluh darah dan pembuluh limfe (Society, 2017). Menurut data *International Agency for Research on Cancer* (IARC) (2018) diperoleh bahwa kanker payudara merupakan penyebab kematian terbanyak di dunia urutan kedua dengan 2.008.849 kasus dan 626.679 di antaranya dinyatakan meninggal dunia. Data statistik kematian di seluruh dunia berdasarkan wilayah menunjukkan bahwa Asia berada pada urutan pertama kasus kanker payudara dengan 911.014 kasus dan 310.577 dinyatakan meninggal dunia. Bahkan, data statistik kanker payudara menurut jenis kelamin juga menunjukkan bahwa jumlah kematian wanita karena kasus kanker payudara menempati urutan pertama di dunia (*International Agency for Research on Cancer*, 2018).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah kasus kematian akibat kanker adalah melakukan deteksi dini. Deteksi dini kanker tidak hanya dapat menurunkan angka kematian akibat kanker, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup penderitanya (RI, 2015). Deteksi dini menggunakan komputer merupakan bantuan otomatis yang memberikan hasil akurat untuk menganalisis suatu penyakit (Karthik, et al., 2018). Klasifikasi merupakan metode yang digunakan oleh mesin untuk memilah atau mengklasifikasikan objek berdasarkan ciri tertentu (Ahmad, 2017).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk melakukan deteksi dini kanker payudara adalah melakukan klasifikasi pada data *MicroRNA*. *MicroRNAs* (*miRNAs*) adalah kelompok *Ribonucleic Acid* (RNA) nonkode kecil (*ncRNAs*) yang mengatur

ekspresi gen dengan menargetkan RNA pembawa yang sesuai (*mRNA*) (Lan, et al., 2015). *MicroRNA* dapat digunakan untuk mengenali apakah suatu sel merupakan sel kanker atau bukan bahkan dalam stadium paling awal (Madhavan, et al., 2013).

Proses klasifikasi *MicroRNA* dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu teknik klasifikasi yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan teknik *Deep Learning*. *Deep Learning* atau juga disebut dengan *Deep Neural Network* (DNN) adalah salah satu teknik pembelajaran mesin terbaru dan paling baik untuk pengenalan pola (Spencer, et al., 2015). DNN memiliki beberapa lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan membuat model ini menjadi model ekspresif yang dapat mempelajari hubungan rumit antara *input* dan *output*-nya (Srivastava, et al., 2014). Lapisan tersembunyi ini secara bertahap akan memetakan fitur tingkat rendah yang tidak terorganisir ke dalam representasi data tingkat tinggi (Spencer, et al., 2015).

Terdapat berbagai penelitian menggunakan DNN. Sebuah penelitian Thomas & Sael (2017) untuk memprediksi urutan prekursor *miRNA* menggunakan *dataset miRBase 18,0 release* dengan 58 fitur menunjukkan bahwa DNN dengan akurasi 96,8% mengungguli metode *Support Vector Machine* (SVM) dengan akurasi 93,2%; *Neural Network* (NN) dengan akurasi 91,7%; *Naive Baye's Classifiers* dengan akurasi 91,4%; *K-Nearest Neighbors* dengan akurasi 90,8%; dan *Random Forests* dengan akurasi 93,7%. Penelitian oleh Waspada et al. (2017) menerapkan metode *Machine Learning* yang terawasi untuk klasifikasi kanker menurut data *MicroRNA*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *Deep Learning* dengan akurasi 91,49% lebih unggul dari metode *Naive Bayes* dengan akurasi 61,54%; *Decision Tree* dengan akurasi 34,15%; dan *Neural Network* dengan akurasi 5,48%. Penelitian lain oleh Joshi dan Metha (2018) menggunakan metode *Neural Network* dan *Deep Neural Network* menggunakan data *Wisconsin Breast Cancer Dataset* (WBCD) yang didapatkan dari *UCI repository* untuk klasifikasi penyakit kanker payudara. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Neural Network* dengan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) memberikan hasil yang lebih baik dalam hal akurasi dibandingkan dengan *Deep Neural Network* yaitu (97,06%), spesifitas (100%), dan presisi (100%). *Deep Neural Network* dengan teknik LDA menghasilkan akurasi (62,94%), spesifitas (100%), presisi (100%).

Salah satu kelebihan dari *Naïve Bayes* adalah tidak membutuhkan jumlah data latih yang besar untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses pengklasifikasian. Kelemahan dari metode SVM adalah sulit digunakan dalam jumlah *sample* berskala besar dan secara teoritik metode ini dikembangkan hanya untuk pengklasifikasian sebanyak dua class. Sedangkan kelemahan pada metode NN harus menggunakan data pelatihan cukup besar untuk mendapatkan hasil yang maksimal. DNN dengan berbagai lapisan pemrosesan mencapai tingkat klasifikasi yang lebih tinggi dibandingkan *Naïve Bayes*, SVM, dan NN karena DNN lebih cocok dengan arsitektur yang lebih dalam pada parameter yang lebih sedikit.

Dari penelitian yang telah dikemukakan sebelumnya, meskipun metode DNN memiliki kinerja yang baik, namun metode DNN masih memiliki kelemahan yaitu perubahan dalam distribusi *input* setiap lapisan yang menyebabkan masalah karena lapisan perlu terus beradaptasi dengan distribusi baru sehingga menghasilkan nilai akurasi yang kurang optimal (Ioffe & Szegedy, 2015).

Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan aplikasi pemilihan arsitektur terbaik metode DNN untuk klasifikasi kanker payudara menggunakan data *MicroRNA* dengan pemilihan arsitektur terbaik dari kombinasi fungsi aktivasi, metode optimasi, jumlah *hidden layer* dan *hidden unit* beserta banyaknya epoch. Aktivasi yang digunakan adalah *Exponential Linear Units* (ELU), *Rectified Linear Units* (ReLU) dan *Sigmoid*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu bagaimana mengembangkan aplikasi dalam pemilihan arsitektur terbaik berupa kombinasi fungsi aktivasi, *learning rate*, dan jumlah *hidden layer* dengan metode DNN untuk klasifikasi kanker payudara menggunakan data *MicroRNA*.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah mengembangkan aplikasi dalam pemilihan arsitektur terbaik yang seharusnya digunakan pada metode DNN untuk klasifikasi kanker payudara menggunakan data *MicroRNA*. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah terwujudnya aplikasi pemilihan arsitektur terbaik

yang digunakan pada metode DNN untuk klasifikasi kanker payudara menggunakan data *MicroRNA* berdasarkan nilai akurasi.

1.4. Ruang Lingkup

Dalam penyusunan skripsi ini perlu adanya batasan-batasan agar pembahasan lebih terarah dan tidak melebihi target yang diteliti. Batasan-batasan tersebut adalah:

1. Data yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan penelitian ini adalah data ekspresi *MicroRNA* dari sel kanker dan sel normal.
2. Hasil klasifikasi yang akan dikeluarkan yaitu berupa nilai akurasi menggunakan masukan data *MicroRNA*.
3. Model pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah model *Unified Process* (UP) yang dilakukan sampai tahap implementasi dan pengujian.
4. Aplikasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *library* KERAS.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam skripsi ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, serta sistematika penulisan dalam penyusunan skripsi mengenai pengembangan aplikasi pemilihan arsitektur terbaik metode DNN untuk klasifikasi kanker payudara menggunakan data *MicroRNA*.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memberikan kajian pustaka yang berhubungan dengan tema skripsi sebagai landasan untuk perumusan dan analisis permasalahan pada skripsi. Kajian pustaka yang digunakan meliputi kanker payudara, *MicroRNA*, *Deep Neural Network* (DNN), *K-Fold Cross Validation*, pengembangan perangkat lunak model *Unified Process* (UP), bahasa pemrograman Python, dan *library* KERAS serta evaluasi sistem

menggunakan *confusion matrix* berupa *accuracy*, *specificity*, dan *sensitivity*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menyajikan metodologi penelitian yang digunakan dalam pengembangan aplikasi pemilihan arsitektur terbaik metode DNN untuk klasifikasi kanker payudara menggunakan data *MicroRNA*, meliputi garis besar penyelesaian masalah serta analisis dan desain perangkat lunak.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan deskripsi umum perangkat lunak, analisis kebutuhan perangkat lunak, desain perangkat lunak, implementasi perangkat lunak, dan analisis hasil penelitian mengenai pengembangan aplikasi pemilihan arsitektur terbaik metode DNN untuk klasifikasi kanker payudara menggunakan data *MicroRNA*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari uraian yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.