

PENERAPAN *MACHINE LEARNING* DI DALAM PREDIKSI CUACA

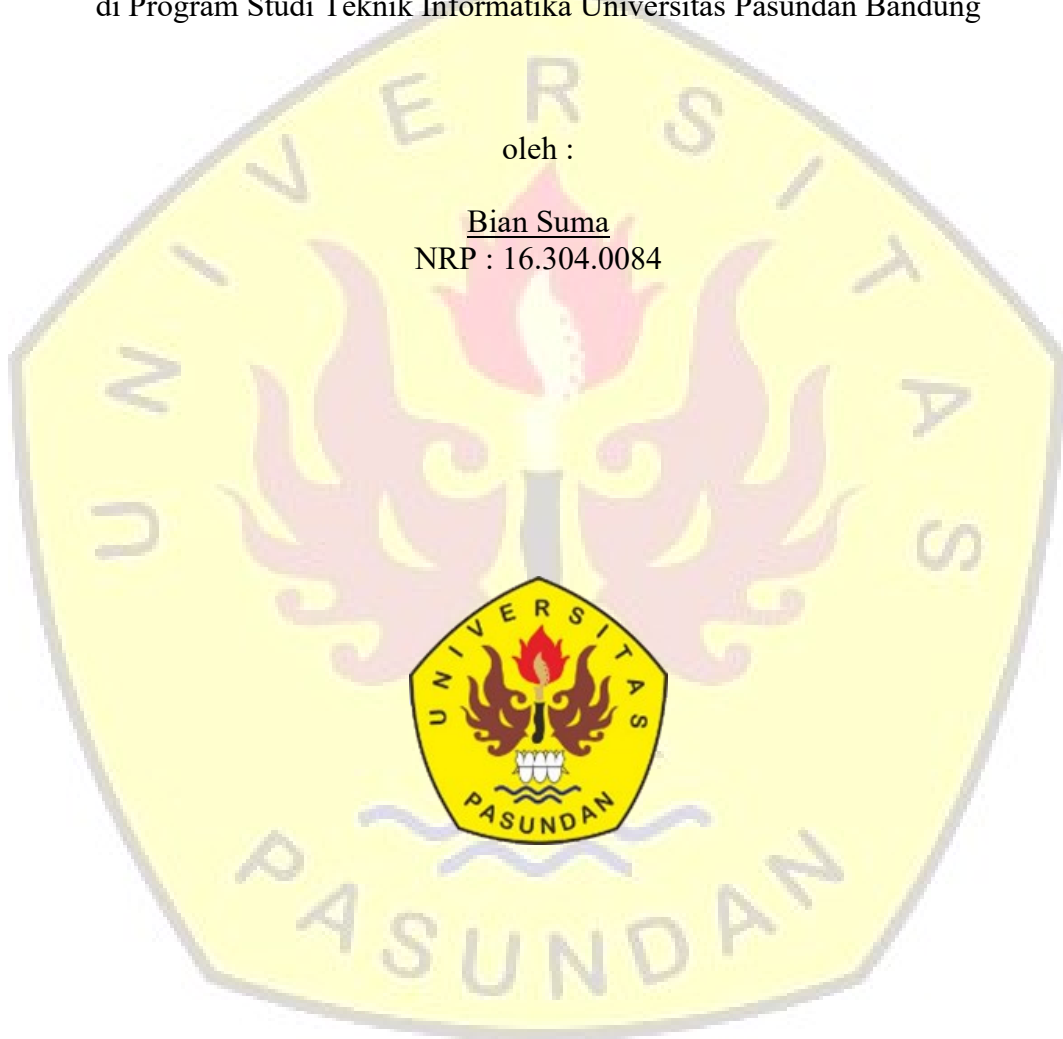
TUGAS AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan Program Strata 1
di Program Studi Teknik Informatika Universitas Pasundan Bandung

oleh :

Bian Suma

NRP : 16.304.0084



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
SEPTEMBER 2020**

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

Telah diujikan dan dipertahankan dalam Sidang Sarjana Program Studi Teknik Informatika Universitas Pasundan Bandung, pada hari dan tanggal sidang sesuai berita acara sidang, tugas akhir ini :

Nama : Bian Suma

NRP : 16.304.0084

Dengan judul :

“PENERAPAN *MACHINE LEARNING* DI DALAM PREDIKSI CUACA”

Mengetahui,
Bandung, 28 September 2020

Koordinator TA,

(Ade Sukendar, ST., MT)

Menyetujui :

Bandung, 28 September 2020
Pembimbing Utama

Bandung, 28 September 2020
Pembimbing Pendamping

(Mellia Liyanthy, ST., MT.)

(Anggoro Ari Nurcahyo, ST., M.Kom.)

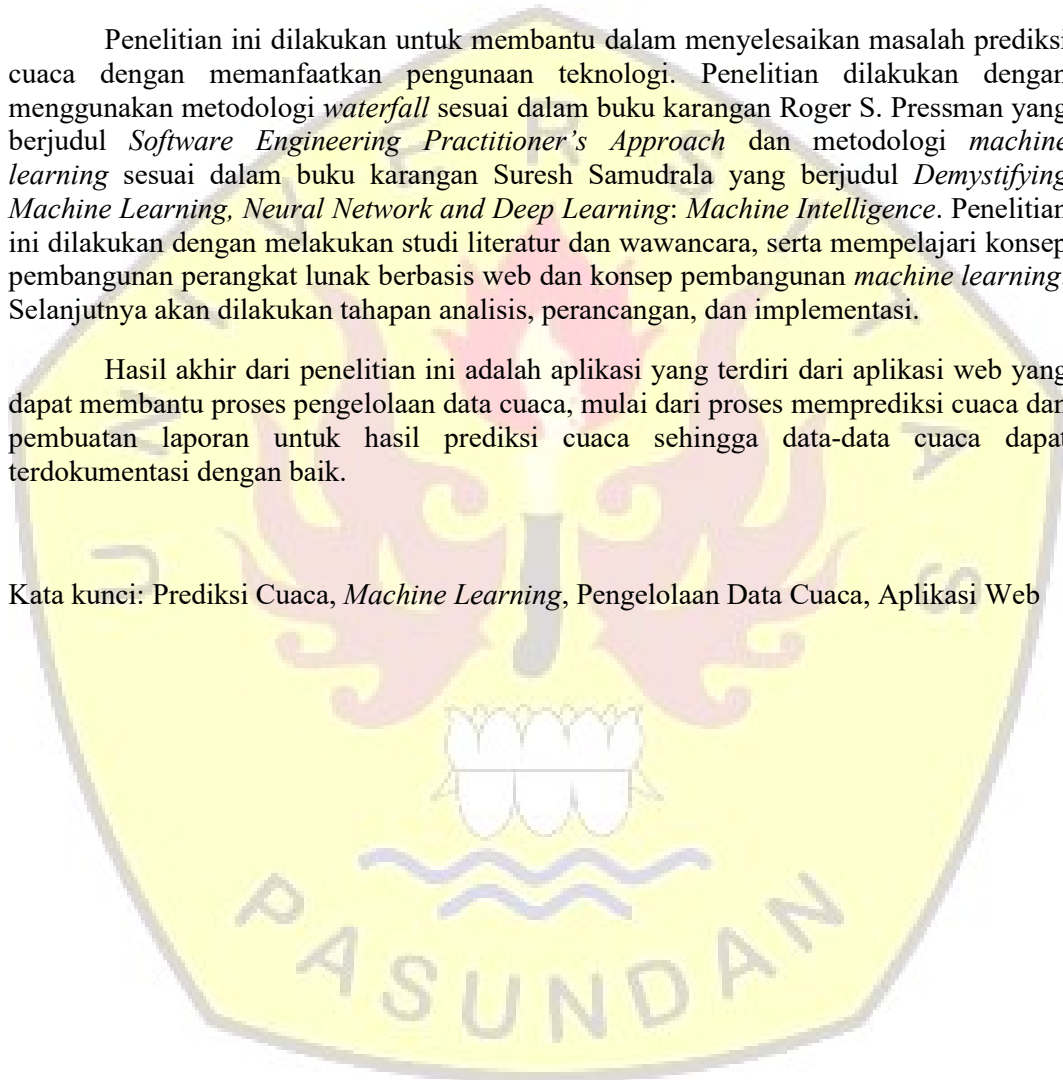
ABSTRAK

Prediksi cuaca merupakan hal yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Prediksi cuaca akan memberikan gambaran mengenai iklim di masa yang akan datang. Memprediksi cuaca membantu perencanaan baik itu menguntungkan ataupun merugikan. Kita harus waspada terhadap kondisi cuaca yang tidak bersahabat dengan menggunakan teknologi untuk peringatan dini dari bahaya. Banyak prediksi cuaca seperti prediksi curah hujan, prediksi badai petir, prediksi kondisi awan merupakan tantangan utama dalam meneliti atmosfer.

Penelitian ini dilakukan untuk membantu dalam menyelesaikan masalah prediksi cuaca dengan memanfaatkan penggunaan teknologi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi *waterfall* sesuai dalam buku karangan Roger S. Pressman yang berjudul *Software Engineering Practitioner's Approach* dan metodologi *machine learning* sesuai dalam buku karangan Suresh Samudrala yang berjudul *Demystifying Machine Learning, Neural Network and Deep Learning: Machine Intelligence*. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan studi literatur dan wawancara, serta mempelajari konsep pembangunan perangkat lunak berbasis web dan konsep pembangunan *machine learning*. Selanjutnya akan dilakukan tahapan analisis, perancangan, dan implementasi.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah aplikasi yang terdiri dari aplikasi web yang dapat membantu proses pengelolaan data cuaca, mulai dari proses memprediksi cuaca dan pembuatan laporan untuk hasil prediksi cuaca sehingga data-data cuaca dapat terdokumentasi dengan baik.

Kata kunci: Prediksi Cuaca, *Machine Learning*, Pengelolaan Data Cuaca, Aplikasi Web



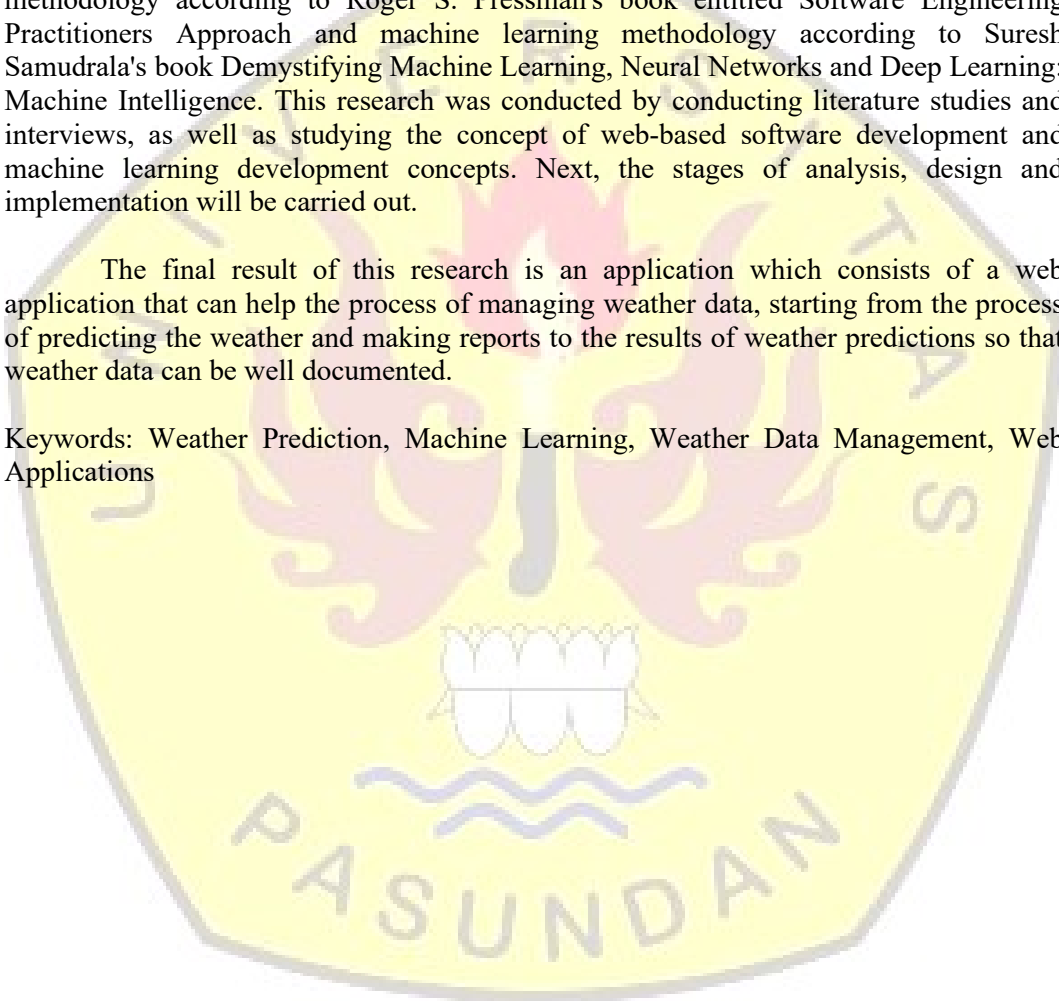
ABSTRACT

Weather prediction is an important thing in everyday life. Weather predictions will provide an overview of the climate in the future. Predicting the weather helps planning be it profitable or detrimental. We must guard against harsh weather conditions by using technology for early warning of dangers. Many weather predictions such as rainfall prediction, thunderstorm prediction, cloud condition prediction are the main challenges in studying the atmosphere.

This research was conducted to assist in solving weather prediction problems by utilizing the use of technology. The research was conducted using the waterfall methodology according to Roger S. Pressman's book entitled Software Engineering Practitioners Approach and machine learning methodology according to Suresh Samudrala's book Demystifying Machine Learning, Neural Networks and Deep Learning: Machine Intelligence. This research was conducted by conducting literature studies and interviews, as well as studying the concept of web-based software development and machine learning development concepts. Next, the stages of analysis, design and implementation will be carried out.

The final result of this research is an application which consists of a web application that can help the process of managing weather data, starting from the process of predicting the weather and making reports to the results of weather predictions so that weather data can be well documented.

Keywords: Weather Prediction, Machine Learning, Weather Data Management, Web Applications

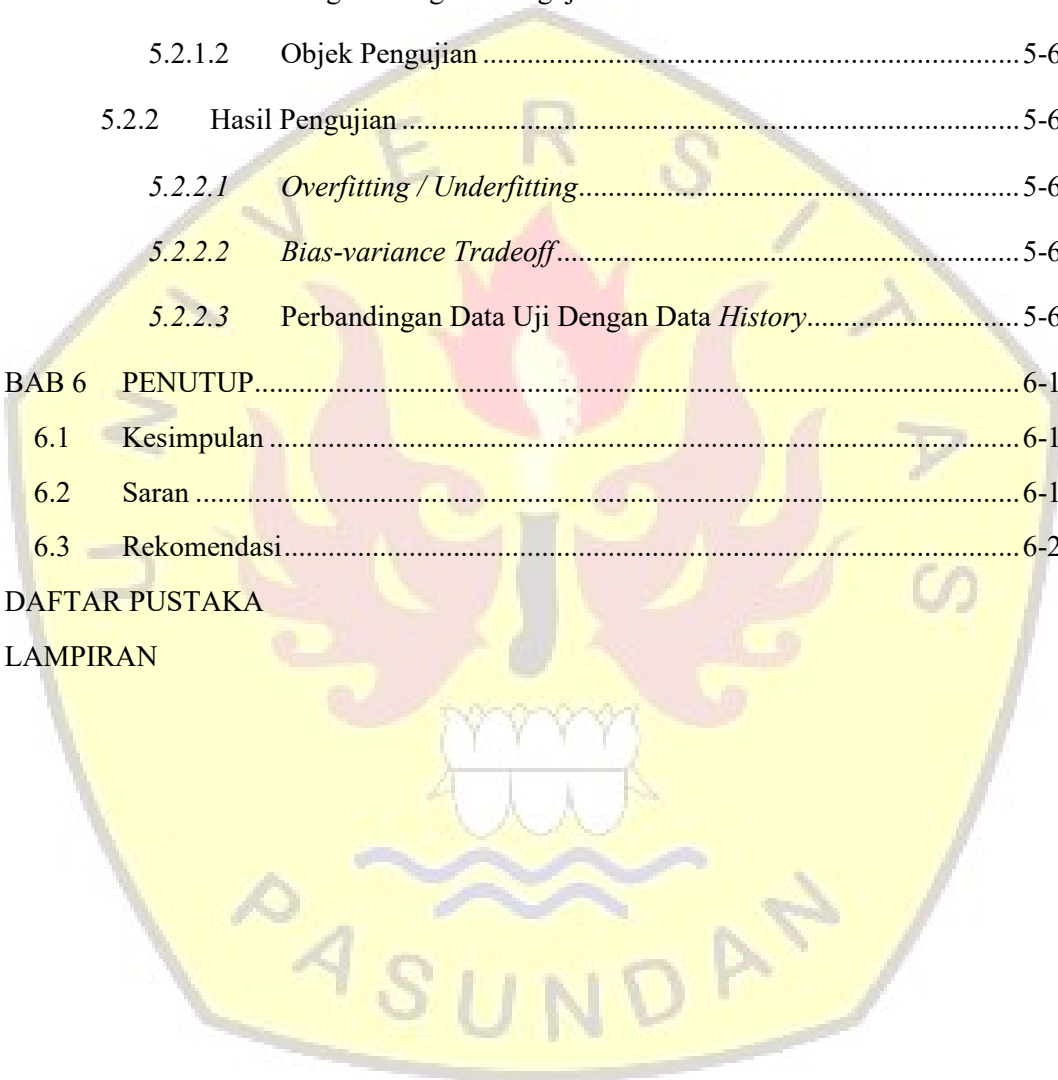


DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR ISTILAH.....	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	1-2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	1-2
1.4 Lingkup Tugas Akhir.....	1-2
1.5 Metodologi Tugas Akhir.....	1-2
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	1-4
BAB 2 LANDASAN TEORI DAN PENELITIAN TERDAHULU.....	2-1
2.1 Teori yang digunakan.....	2-1
2.1.1 <i>Machine Learning</i>	2-1
2.1.1.1 Tahapan-tahapan pada Machine Learning.....	2-1
2.1.1.1.1 Idea/business Problem.....	2-2
2.1.1.1.2 Data Discovery/Collection	2-2
2.1.1.1.3 Model/Ensemble Selection.....	2-3
2.1.1.1.4 Training the model	2-5
2.1.1.1.5 Roll-out the model.....	2-7
2.1.1.1.6 Review/retrain model	2-7
2.1.1.2 Jenis-jenis Machine Learning.....	2-8
2.1.1.2.1 Supervised Learning.....	2-8

2.1.1.2.1.1	Decision Tree.....	2-10
2.1.1.2.2	Unsupervised Learning.....	2-12
2.1.1.2.3	Reinforcement Learning.....	2-12
2.1.1.2.4	Evolutionary Learning.....	2-13
2.1.2	Prediksi Cuaca.....	2-13
2.1.3	Python	2-14
2.1.3.1	Django	2-15
2.1.3.2	Scikit-learn	2-15
2.2	Penelitian Terdahulu	2-16
BAB 3	SKEMA PENELITIAN	3-1
3.1	Alur Penyelesaian Tugas Akhir	3-1
3.2	Perumusan Masalah	3-2
3.2.1	Analisis Sebab Akibat.....	3-3
3.2.2	Solusi Masalah	3-4
3.3	Kerangka Pemikiran Teoritis	3-4
3.3.1	Gambaran Produk TA	3-4
3.3.2	Skema Analisis Teori.....	3-5
3.4	Profile Penelitian.....	3-7
3.4.1	Objek Penelitian.....	3-7
BAB 4	ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	4-1
4.1	Analisis Kebutuhan.....	4-1
4.1.1	Objek Data	4-1
4.1.2	Atribut Data	4-2
4.2	Perancangan / Design.....	4-6
4.2.1	Perancangan Data.....	4-6
4.2.2	Perancangan Model.....	4-6
4.2.3	Perancangan Antarmuka Pengguna.....	4-8
BAB 5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK	5-1
5.1	Implementasi.....	5-1

5.1.1	Kebutuhan Perangkat Lunak dan Kakas untuk Pengembangan.....	5-1
5.1.2	Pengkodean.....	5-2
5.1.3	Implementasi Antarmuka Pengguna	5-4
5.2	Pengujian.....	5-5
5.2.1	Skenario atau Strategi Pengujian	5-5
5.2.1.1	Langkah-langkah Pengujian	5-5
5.2.1.2	Objek Pengujian	5-6
5.2.2	Hasil Pengujian.....	5-6
5.2.2.1	<i>Overfitting / Underfitting</i>	5-6
5.2.2.2	<i>Bias-variance Tradeoff</i>	5-6
5.2.2.3	Perbandingan Data Uji Dengan Data <i>History</i>	5-6
BAB 6	PENUTUP.....	6-1
6.1	Kesimpulan	6-1
6.2	Saran	6-1
6.3	Rekomendasi.....	6-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini memuat tentang latar belakang, identifikasi masalah, tujuan tugas akhir, lingkup tugas akhir, metodologi yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir, dan sistematika penulisan tugas akhir.

1.1 Latar Belakang

Cuaca adalah seluruh fenomena yang terjadi di atmosfer bumi yang berlangsung dalam waktu beberapa hari. Cuaca dengan jangka waktu yang lebih lama dikenal sebagai iklim. Kondisi cuaca ini dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya adalah suhu, tekanan udara, kecepatan angin, kelembapan udara dan curah hujan.

Saat ini iklim di Indonesia terkadang tidak menentu. Bahkan, saat cuaca di suatu daerah terlihat cerah, tiba-tiba dapat berubah menjadi hujan bahkan badai. Perubahan iklim yang tidak menentu akan menyebabkan sulitnya memprediksi kondisi cuaca. Menurut Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) Indonesia mengatakan bahwa suhu udara rata-rata bulan Juli di Indonesia periode 1981-2010 sebesar $26,39^{\circ}\text{C}$. Tahun 2020, suhu udara rata-rata bulan Februari sebesar $27,22^{\circ}\text{C}$ sehingga anomali peningkatan suhu udara rata-rata sebesar $0,83^{\circ}\text{C}$ [BMK20]

World Meteorology Organization (WMO) secara global menempatkan tahun 2016 sebagai tahun terpanas yang pernah dicatat ($1,2^{\circ}\text{C}$ lebih panas dibandingkan era praindustri). Disusul dengan tahun 2015 dengan anomali sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$ dan 2019 dengan anomali sebesar $0,58^{\circ}\text{C}$ dibandingkan era praindustri [BMK20]. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa anomali cuaca yang terjadi di Indonesia tidak dapat diprediksi sehingga tingkat akurasi dalam memprediksi cuaca menjadi rendah.

Untuk memprediksi kondisi cuaca di suatu daerah dengan akurat, diperlukan teknologi yang dapat menganalisis dan memprediksi kondisi cuaca pada daerah tersebut. Salah satu teknologi yang bisa digunakan adalah *machine learning* (ML). ML adalah cabang dari *Artificial Intelligence* (AI) yang memungkinkan komputer untuk mengembangkan perilaku berdasarkan data empiris atau data yang diperoleh dari observasi atau percobaan [SUP19]. ML mencoba mengolah data yang diobservasi yang kemudian akan mendapatkan hasil yaitu pola cuaca dan nantinya pola tersebut dapat membantu menganalisis cuaca yang sering berubah-ubah sehingga dapat memperkirakan kondisi cuaca pada saat itu dengan akurat. Tingkat akurasi tersebut dilihat dari data yang diobservasi. Jika data yang digunakan sebagai observasi menyesatkan dan menghasilkan *overfitting*, maka tingkat akurasi yang dihasilkan sangat buruk [SHA14].

Pada penelitian ini penulis menggunakan *machine learning* dikarenakan *machine learning* dapat menangani pekerjaan yang sangat kompleks serta dapat menyesuaikan dengan data masukan sehingga menawarkan solusi untuk masalah prediksi cuaca [SHA14].

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka permasalahan yang dimunculkan pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara untuk membuat model yang akurat untuk memperkirakan cuaca?
2. Bagaimana cara untuk memprediksi cuaca berdasarkan model yang telah dibuat?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan tugas akhir ini adalah:

1. Dihasilkannya sebuah model yang akurat untuk memperkirakan cuaca
2. Didapatkannya prediksi cuaca dari model yang telah dibuat

1.4 Lingkup Tugas Akhir

Penyelesaian Tugas Akhir dibatasi sebagai berikut :

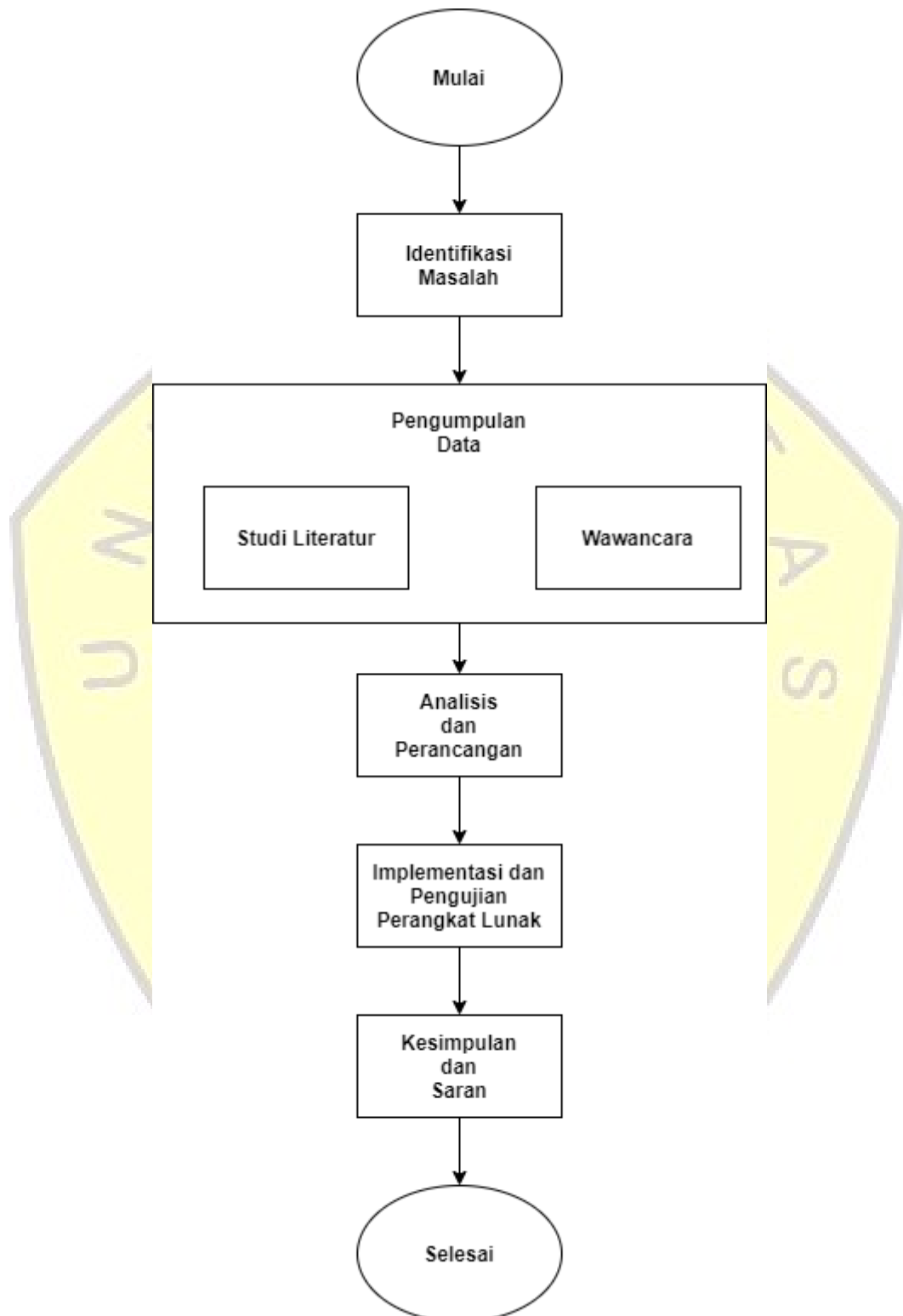
1. Data yang digunakan untuk membuat *Machine Learning* adalah data SYNOP (format data pengamatan cuaca) Kota Bandung dari tanggal 3 Januari 2015 sampai tanggal 3 Januari 2018 yang diambil dari website www.ogimet.com.
2. Bahasa pemrograman yang akan digunakan untuk membangun aplikasi adalah Bahasa Python.
3. Implementasi *Machine Learning* hanya dilakukan untuk memprediksi cuaca dalam kurun waktu per hari dengan memasukkan nilai dari variable yang digunakan
4. Informasi yang dihasilkan oleh aplikasi yang akan dibangun adalah hasil prediksi cuaca pada jam 09.00 .

1.5 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi ini merupakan kerangka dasar tahapan penyelesaian tugas akhir. Metodologi penulisan pada tugas akhir ini mencakup seluruh kegiatan yang dilaksanakan untuk menganalisis masalah dan memecahkan masalah pada kasus ini. Dalam tugas akhir ini, penerapan yang dilakukan adalah tentang penerapan *Machine Learning* di prediksi

cuaca.

Berikut ini merupakan metodologi penelitian tugas akhir yang digunakan untuk Penerapan *Machine Learning* di prediksi cuaca yang dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1-1 Metodologi Penerapan Machine Learning.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir ditulis dengan mengikuti sistematika sebagai berikut :

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini memuat tentang latar belakang, identifikasi masalah, tujuan tugas akhir, lingkup tugas akhir, metodologi yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir, dan sistematika penulisan tugas akhir.

Bab 2 : Landasan Teori dan Penelitian Terdahulu

Bab ini menjelaskan definisi-definisi, teori-teori, dan konsep-konsep yang akan digunakan dalam proses penelitian. Selain itu, terdapat penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi referensi untuk membantu proses penelitian

Bab 3 : Skema Penelitian

Bab ini memuat tentang skema yang akan dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir yang berisi alur penyelesaian tugas akhir, perumusan masalah, kerangka pemikiran teoritis, dan profile penelitian.

Bab 4 : Analisis dan Perancangan

Bab ini menjelaskan proses awal pembangunan perangkat lunak yang terdiri dari analisis dan perancangan. Proses analisis terdiri dari pendefinisian data cuaca yang akan digunakan didalam *machine learning* dan pendefinisian model yang digunakan didalam *machine learning*. Sedangkan proses pemodelan perangkat lunak terdiri dari perancangan data, perancangan model, dan perancangan antarmuka.

Bab 5 : Implementasi dan Pengujian Perangkat Lunak

Bab ini tahapan inti dan tahapan akhir dari implementasi perangkat lunak, yaitu konstruksi perangkat lunak (coding) berdasarkan analisis dan perancangan yang telah dibuat serta pengujian dari hasil implementasi.

Bab 6 : Kesimpulan dan Penutup

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran yang diberikan oleh penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [ASS95] Associate, J. *Cause and Effect Diagrams: Plain and Simple*. Oriel Incorporated. 1995
- [ARM93] Armstrong, J.S., & Collopy, F., *Causal Forces: Structuring Knowledge for Time-series Extrapolation*. *JOURNAL OF FORECASTING*. 1993
- [BAL16] Balasubramanian, A. *Weather Forecasting*. Mysore: University of Mysore. 2016
- [BMK20] BMKG Maret. *Analisis Anomali Suhu Udara Rata-rata Bulan Maret 2020*. BMKG Maret. Diakses pada 05 Februari 2020. <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim>
- [BOE19] Boehm, M., Kumar, A., Yang, J. *Data Management in Machine Learning Systems*. Morgan & Claypool. 2019
- [BRO16] Brownlee, J. *Master Machine Learning Algorithms Discover How They Work and Implement Them From Scratch*. 2016
- [BUR13] Burrahman, H. Silitonga, Andreas K., Batubara, Ilham H., Fadlan, A., *Pengaruh Asimilasi Model Cuaca Weather Research Forecast (WRF) Dengan Data Radiasi Satelit Terhadap Estimasi Curah Hujan (Studi Kasus Stasiun Meteorologi Pattimura-Ambon Tanggal 24-25 Juli 2013)*. Indonesia: Research Gate. 2013
- [CAN04] Cano, R. *Applications of Bayesian Networks in Meteorology*. Maret 2004
- [CUR16] Curtin, B., *Django Cookbook Web Development With Django Step By Step Guide 2-nd Edition*. 2016
- [GOW19] Gowrishankar S, Veena A. *Introduction to Python Programming*. Amerika Serikat: CRC Press. 2019
- [FLD06] Fldigi Users Manual 4.1.13. *SYNOP Decoding*. Fldigi. Diakses pada 20 Agustus 2020. http://www.w1hkj.com/FldigiHelp/synop_page.html#deutsche_scheldule
- [HEC95] Heckerman, D. *A Tutorial on Learning With Bayesian Networks*. Amerika Serikat: Microsoft Corporation. 1995
- [HOL16] Holmstrom, M., Liu, D., & Vo, C. *Machine Learning Applied to Weather Forecasting*. 2016
- [MAR15] Marsland, S. *MACHINE LEARNING An Algorithmic Perspective Second Edition*. London: CRC Press. 2015

- [MAT19] Mathur, P. *Machine Learning Applications Using Python Cases Studies from Healthcare, Retail, and Finance*. India: APRESS. 2019
- [NEA03] Neapolitan, R., E. *Learning Bayesian Networks*. Chicago: Prentice Hall, 2003
- [PAS19] Paski, Jaka Anugrah I., Permana, Donaldi S., Hastuti, Miranda I., Sudewi, Rahayu S. S., *Dampak Asimilasi Data Radar Produk Cappi Pada Prediksi Kejadian Hujan Lebat Di Jabodetabek Menggunakan Model WRF-3DVAR*. Indonesia: Research Gate. 2019
- [PRA19] Pratama, I., *Implementasi Metode Centroid Decomposition Untuk Peramalan Pada Data Cuaca*. Indonesia: Research Gate. 2019
- [PRE10] Pressman, Roger S. *Software Engineering Practitioner's Approach*. 2010. 7th Ed. New York: McGraw-Hill.
- [SAM18] Samudrala, S. *Machine Intelligence: Demystifying Machine Learning, Neural Networks And Deep Learning*. India: Notion Press. 2018
- [SCI11] Scikit learn. *Decision Trees*. Scikit learn. Diakses pada 10 Oktober 2020. <https://scikit-learn.org/stable/modules/tree.html#complexity>
- [SHA14] Shalev-Shwartz, S., Ben-David, S. *Understanding Machine Learning From Theory To Algorithms*. Amerika Serikat: Cambridge University Press. 2014
- [SUP19] Supeno, H. *Pertemuan 14 Machine Learning*. Indonesia: Universitas Pasundan. 2019
- [WIS18] Wiston, M., Mphale, KM. *Weather Forecasting: From the Early Weather Wizards to Modern-day Weather Predictions*. Bostwana: Journal of Climatology and Weather Forecasting. 2018
- [WOR15] World Meteorology Organization. *Manual On Codes, Volume I.I*. United States. 2015
- [WUE16] Wuest, T., Irgens, C., Weimer, D., Thoben., K., D. *Machine Learning In Manufacturing : Advantages, challenges, and applications*. United Kingdom: Taylor & Francis Group. 2016