

SKRIPSI

**ANALISIS CITRA SATELIT UNTUK MENDETEKSI HUNIAN DI
SEKITAR DAERAH RAWAN BENCANA GUNUNG BERAPI**



Nicholas Aldo Lukman

NPM: 6181901004

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023**

UNDERGRADUATE THESIS

**SATELLITE IMAGE ANALYSIS FOR DETECTING SETTLEMENTS
AROUND VOLCANIC DISASTER-PRONE AREAS**



Nicholas Aldo Lukman

NPM: 6181901004

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS CITRA SATELIT UNTUK MENDETEKSI HUNIAN DI
SEKITAR DAERAH RAWAN BENCANA GUNUNG BERAPI**

Nicholas Aldo Lukman

NPM: 6181901004

Bandung, 04 Juli 2023

Menyetujui,

Pembimbing

**Digitally signed
by Mariskha Tri
Adithia**

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

Ketua Tim Penguji

**Digitally signed
by Natalia**

Natalia, M.Si.

Anggota Tim Penguji

**Digitally signed
by Veronica Sri
Moertini**

Dr. Veronica Sri Moertini

Mengetahui,

Ketua Program Studi

**Digitally signed
by Mariskha Tri
Adithia**

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

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

ANALISIS CITRA SATELIT UNTUK MENDETEKSI HUNIAN DI SEKITAR DAERAH RAWAN BENCANA GUNUNG BERAPI

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 04 07 2023



A81CAAKX214204770

Nicholas Aldo Lukman

NPM: 6181901004

ABSTRAK

Indonesia adalah negara ketiga yang mempunyai jumlah gunung berapi terbanyak di dunia, karena keadaan geografis yang unik ini negara Indonesia sangat rawan dengan beberapa jenis bencana alam seperti letusan gunung berapi. Namun akibat dari letusan gunung berapi yang terjadi, tanah di sekitar gunung yang aktif memiliki tingkat kesuburan yang tinggi akibat endapan vulkanik yang dikeluarkan saat erupsi. Karena tingkat kesuburan tanah yang dimiliki ini beberapa penduduk kerap kali membangun hunian dan sawah mereka pada daerah kaki gunung, hal ini dikarenakan sifat tanah pada kaki gunung yang subur dan cocok untuk bercocok tanam, yang dapat dijadikan sumber penghasilan utama dari para penduduk di daerah tersebut.

Masalah yang timbul pada pembangunan hunian ini adalah, sering kali para penduduk kurang memperhatikan jarak antara gunung dengan hunian mereka, yang memiliki resiko tinggi jika terdapat hunian yang terlalu dekat dengan gunung yang aktif. Oleh karena masalah ini pemerintah telah menetapkan beberapa zona-zona di sekitar gunung yang dinilai memiliki resiko ekstrim sampai kecil. Namun masih saja terdapat beberapa penduduk yang kurang memperhatikan kebijakan pemerintah dengan membangun hunian terlalu dekat dengan zona beresiko tinggi.

Oleh karena masalah ini dibutuhkan sebuah cara agar pemerintah dapat mengetahui jarak antara tempat tinggal atau hunian penduduk dengan puncak gunung berapi. Solusi yang ingin ditawarkan untuk masalah ini adalah untuk menggunakan *remote sensing*. *Remote Sensing* atau penginderaan jauh adalah sebuah teknik yang digunakan untuk memperoleh informasi suatu objek melalui analisis data yang diperoleh dengan sebuah alat. *Remote sensing* dilakukan dengan cara mengumpulkan data berupa gambar objek yang ingin dikaji dengan menggunakan sebuah alat seperti satelit. Setelah data citra sudah dikumpulkan maka citra akan dibagi menjadi beberapa bagian yang disebut dengan *grid*. *Grid* yang berisi daerah puncak gunung dan hunian akan diberi label. Setelah itu akan dilatih sebuah model klasifikasi dengan data yang sudah diberi label, ketika model klasifikasi sudah dapat mengenali objek-objek yang ingin dikaji secara mandiri.

Model klasifikasi yang dilatih akan menggunakan algoritma *Random Forest* dan *GNB*. *Random Forest* adalah sebuah model klasifikasi yang merupakan gabungan antar beberapa model-model klasifikasi yang sejenis seperti *decision trees*, *random forest* berfungsi dengan cara, mengumpangkan sebuah masalah klasifikasi ke model-model klasifikasinya seperti *decision trees* lalu setelah model-model berhasil memberikan label hasil klasifikasi, akan dilakukan sebuah *voting* dimana hasil yang diambil adalah hasil dari mayoritas. *GNB* adalah sebuah model klasifikasi yang bekerja dengan menggunakan *conditional probability* untuk memberi label pada *inputnya*.

Setelah beberapa model klasifikasi berhasil dilatih, dipilih model terbaik yang dapat mendeteksi daerah gunung dan hunian dengan melakukan dua jenis evaluasi yaitu evaluasi nilai *confusion matrix* dan dengan mengimplementasikan model terhadap citra secara langsung. Model terbaik nantinya akan diimplementasikan kepada perangkat lunak, yang dapat menghitung jarak antara puncak gunung dengan hunian penduduk, dan menandai hunian mana yang berada pada zona tidak aman. Perangkat lunak membutuhkan dua *input* yaitu citra gunung yang akan diprediksi daerah-daerahnya dan sebuah angka yang akan menentukan jarak zona aman dari puncak gunung terhadap hunian-hunian. Hasil prediksi akan mengeluarkan dua buah *output* yaitu citra gunung yang sudah memberikan tanda kepada objek puncak gunung, hunian yang berada pada zona aman, dan hunian yang tidak berada pada zona aman, serta sebuah angka yang merupakan jarak terjauh sebuah hunian dari puncak gunung.

Kata-kata kunci: Gunung berapi, *Random Forest*, *Gaussian Naive Bayes*, pembelajaran mesin, penginderaan jauh, klasifikasi

ABSTRACT

The third most volcanically active nation in the world is Indonesia. Indonesia is extremely vulnerable to a variety of natural disasters, including earthquakes and volcanic eruptions, as a result of its unique geographic location. Because Indonesia has so many mountains, many locals frequently construct their homes and farm their land in the foothills of these mountains. This is so because farming, which is the locals' primary source of income, can flourish in the fertile soil found at the foothills of mountains.

The problem with the development of these towns is that people frequently forget how far the mountains are from their residences, which creates a serious risk if there are houses built too close to active volcanoes. As a result, the government has created a number of zones around the mountains that range in risk from extremely high to very low. Nevertheless, some locals continue to build their homes too close to these areas, disregarding official regulations.

A method to measure the separation between populated areas and volcanic peaks is required for the government to address this issue. Remote sensing is the suggested approach to solving this issue. Remote sensing is a method for learning more about an object by analyzing data that a device has collected. Utilizing a satellite, remote sensing is carried out by gathering information in the form of images of the target objects. After being gathered, the image data is divided into grids. Mountain peaks and residential areas are divided into grids that have labels. Following that, the labeled data is used to train a classification model. It can be used once the classification model is able to recognize the objects of interest on its own.

The Random Forest and Gaussian Naive Bayes (GNB) algorithms will be used as classification models. Several related models, such as decision trees, are combined in the classification model known as Random Forest. It operates by feeding a classification problem to each of its underlying models. Once each model has provided a classification label, a voting process is carried out to determine the classification label that receives the majority of votes. The classification model known as Gaussian Naive Bayes uses conditional probability to label the inputs.

It will be integrated into software that can determine the separation between volcanic peaks and populated areas once a classification model has been successfully constructed. Furthermore, it will make clear which residences are located in safe zones and which are not.

Keywords: *Volcano, Random Forest, Gaussian Naive Bayes, machine learning, remote sensing, classification*

Dengan mengucap puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya Alm.Muliotonomo Lukman dan Idawati Susanto yang telah sangat mendukung dalam pendidikan saya selama ini, sudah sangat peduli dalam setiap prosesnya, sudah memberi yang terbaik, sebisanya, semampunya agar saya selalu semangat, Tidak pantang menyerah dan menyelesaikan tanggung jawab dengan baik. Karena dari setiap doa yang kau panjatkan selalu tentang kebahagiaan, kesuksesan dan masa depan saya yang lebih baik.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha ESA yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat-syarat untuk bisa mencapai gelar Sarjana di Jurusan Informatika Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari mengenai penulisan ini tidak bisa terselesaikan tanpa pihak-pihak yang mendukung baik secara moril dan juga materil. Maka, penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Kedua orang tua, Idawati Susanto dan Alm.Muliotonomo Lukman yang memberikan dukungan secara moril dan materil.
2. Ibu Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng selaku pembimbing skripsi yang senantiasa membimbing jalannya pengerjaan penelitian maupun penulisan skripsi agar bisa berjalan dengan baik dan lancar.
3. Reynaldi Lukas Yudawinata selaku *partner hunting* terbaik, Premananda Setyo selaku *partner heist* terbaik, dan Wilson Nathanael selaku *clutch master*, yang setia menemani dan memberi semangat penulis selama masa-masa suka dan duka pada saat perkuliahan dan pembuatan dokumen skripsi.
4. Ferika selaku *driver* dan teman yang mengenalkan penulis kepada tempat-tempat wisata di Bandung dan Kezia, yang memberi senantiasa memberi semangat selama masa perkuliahan.
5. Natasha Benedicta selaku teman mahasiswa sesama bimbingan Ibu Mariskha, yang selalu setia menyamakan waktu bimbingan agar penulis tidak ketakutan, pada saat minggu-minggu yang tidak menghasilkan progress pada dokumen skripsi, serta memberikan saran dan dukungan dalam pengerjaan dokumen skripsi.
6. Para Anggota Pengurus Himpunan Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika 2020, yang selalu menyediakan Proker-proker yang menarik dan seru untuk diikuti, serta mengajarkan penulis mengenai pengalaman-pengalaman berorganisasi yang sangat berharga.
7. Teman-teman lain yang sudah menyemangati penulis dengan mengadakan sesi-sesi bermain di malam hari.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang penulis buat ini masih jauh dari sempurna hal ini karena terbatasnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan adanya saran dan masukan bahkan kritik membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi para pembaca dan pihak-pihak khususnya dalam bidang informatika.

Bandung, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxxiii
DAFTAR KODE PROGRAM	xliii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metodologi	4
1.6 Sistematika Pembahasan	5
DAFTAR NOTASI	1
2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Gunung Berapi [1]	7
2.2 Satelit buatan [2]	8
2.3 Citra Satelit [3]	9
2.4 <i>Zoom level</i>	10
2.5 <i>Image Stitching</i> [4]	11
2.6 <i>Remote Sensing</i> [5]	11
2.7 <i>Machine Learning</i> [6]	12
2.7.1 <i>Supervised Learning</i> [7]	12
2.7.2 <i>Unsupervised Learning</i> [7]	12
2.8 <i>Clustering</i> [7]	12
2.8.1 Jarak Intercluster dan Intracluster [8]	13
2.8.2 <i>Distance Metrics</i>	14
2.8.3 <i>K-means</i> [6]	15
2.8.4 <i>Silhouette Coefficient</i> [9]	15
2.9 Klasifikasi [6]	15
2.9.1 Algoritma <i>Decision Tree</i> [10]	16
2.9.2 Algoritma <i>Random Forest</i> [6]	18
2.9.3 Algoritma <i>Gaussian Naïve Bayes</i> [11]	19
2.9.4 <i>Confusion Matrix</i> [6]	21
2.9.5 <i>Accuracy</i> [7]	22
2.9.6 <i>Precision</i> [7]	22
2.9.7 <i>Recall</i> [7]	22

2.9.8	<i>F1-score</i> [7]	22
2.10	<i>Feature Engineering</i> [12]	23
2.10.1	Fitur Warna [13]	23
2.10.2	Fitur Tekstur [13]	25
2.11	Bahasa Pemrograman <i>Python</i> [14]	29
2.11.1	<i>Map Tiles Downloader</i> [15]	29
2.11.2	<i>Libraries</i>	29
2.11.3	<i>Pillow</i>	30
3	ANALISIS PENYELESAIAN MASALAH	31
3.1	Deskripsi Masalah	31
3.1.1	Pengumpulan Data	31
3.1.2	Pelabelan Data	33
3.1.3	Ekstraksi Fitur	35
3.1.4	Penggabungan Nilai Fitur–Fitur	37
3.1.5	Pelatihan Model Klasifikasi	37
3.1.6	Evaluasi Model	39
3.1.7	Pembuatan Perangkat Lunak	41
3.2	Studi Kasus Kecil	43
3.2.1	Percobaan melakukan <i>K-means clustering</i> secara manual	43
3.2.2	Percobaan Penggunaan <i>Library Pandas</i>	46
3.2.3	Percobaan Penggunaan <i>Library NumPy</i>	47
3.2.4	Percobaan Penggunaan <i>Library OpenCV</i>	48
3.2.5	Percobaan Penggunaan <i>Library Scikit-Learn</i>	50
3.2.6	Percobaan Ekstraksi Fitur Tekstur	51
3.2.7	Percobaan Klasifikasi Dengan Fitur Warna Berbeda	52
3.3	Ekserimen dengan <i>tools</i>	56
3.3.1	Merubah Ruang Warna Citra	56
3.3.2	Memberi tanda pada sebuah gambar	57
3.3.3	Pembuatan <i>GUI</i> sederhana untuk menerima <i>input</i> angka	58
3.3.4	Pembuatan <i>GUI</i> sederhana untuk menerima <i>input</i> gambar	58
4	PENAMBANGAN DATA BAGIAN 1	61
4.1	Pengumpulan Data	61
4.1.1	Iterasi 1	61
4.1.2	Iterasi 2	61
4.2	Penyiapan Data (<i>Stitching</i> dan <i>Labelling</i>)	62
4.3	Ekstraksi Fitur	63
4.4	Pembangunan Model dan Evaluasi (bagian 1)	67
4.4.1	Iterasi 1	67
4.4.2	Iterasi 2	75
4.4.3	Iterasi 3	82
4.4.4	Iterasi 4	90
4.4.5	Iterasi 5	98
4.4.6	Iterasi 6	105
4.4.7	Kesimpulan Percobaan Bagian 1	113
5	PENAMBANGAN DATA BAGIAN 2	119
5.1	Pembangunan Model dan Evaluasi (bagian 2)	119
5.1.1	Iterasi 7	119
5.1.2	Iterasi 8	127
5.1.3	Iterasi 9	135

5.1.4	Iterasi 10	143
5.1.5	Iterasi 11	151
5.1.6	Iterasi 12	159
5.1.7	Iterasi 13	167
5.1.8	Iterasi 14	175
5.1.9	Iterasi 15	183
5.1.10	Kesimpulan Percobaan Bagian 2	191
5.1.11	Pengujian Model	198
6	PELUNCURAN MODEL DAN PENGUJIAN	201
6.1	Pembuatan	201
6.1.1	Pengujian Fungsional	203
7	KESIMPULAN DAN SARAN	207
7.1	Kesimpulan	207
7.2	Saran	208
	DAFTAR REFERENSI	209
A	KODE PROGRAM	211
B	LAMPIRAN DATA CITRA	229
C	LAMPIRAN HASIL KLASIFIKASI	267

DAFTAR GAMBAR

1.1	Gunung Merapi dari citra satelit	2
1.2	Gunung Merapi dengan <i>grid</i>	2
2.1	Gambar sebuah Gunung berapi	7
2.2	Perbedaan tampilan gunung berapi dan gunung biasa	8
2.3	Gambar sebuah Satelit	9
2.4	Citra Satelit dari Gunung Merapi	9
2.5	Hasil Proses <i>Image Stitching</i>	11
2.6	Contoh <i>Remote Sensing</i>	11
2.7	Contoh <i>Clustering</i>	13
2.8	Contoh <i>Intracluster</i> dan <i>Intercluster</i>	13
2.9	Contoh <i>K-means Clustering</i>	15
2.10	Diagram <i>Decision Tree</i>	16
2.11	Diagram <i>Random Forest</i>	18
2.12	Grafik <i>Probability Density Function grid</i>	19
2.13	Grafik <i>Probability Density Function grid</i>	21
2.14	Contoh <i>Confusion Matrix</i>	21
2.15	Visualisasi Ruang Warna <i>RGB</i>	24
2.16	Visualisasi Ruang Warna <i>HSV</i>	24
2.17	Visualisasi Ruang Warna <i>LAB</i>	25
2.18	Kegunaan Tekstur dalam Analisa Objek pada Citra	26
2.19	Pembuatan <i>GLCM</i>	27
2.20	Pembuatan <i>GLCM</i>	27
3.1	Menjalankan <i>MapTilesDownloader</i>	31
3.2	Parameter <i>MapTilesDownloader</i>	32
3.3	Pengambilan citra satelit	32
3.4	Pembuatan <i>grid</i>	33
3.5	Proses Pelabelan	34
3.6	Penyimpanan hasil pelabelan	34
3.7	Gambar Gunung Merapi dengan ruang warna <i>HSV</i>	35
3.8	Hasil tabel untuk pengambilan fitur warna	36
3.9	Gambar Gunung Merapi dengan ruang warna <i>HSV</i>	36
3.10	Hasil tabel untuk pengambilan fitur tekstur	37
3.11	Visualisasi Hasil Distribusi Data dari Fitur Hue pada Masing–masing Label	38
3.12	Visualisasi Hasil Distribusi Data dari Fitur Saturation pada Masing–masing Label	39
3.13	Visualisasi Hasil Distribusi Data dari Fitur Value pada Masing–masing Label	39
3.14	Contoh <i>Confusion Matrix</i>	40
3.15	Implementasi model ke citra secara langsung	40
3.16	Hasil Klasifikasi Perangkat Lunak	41
3.17	Klasifikasi Perangkat Lunak Sebelum Ditandai Puncak Gunung	42
3.18	Clustering dengan jumlah cluster kecil	42
3.19	Hasil Klasifikasi Hunian aman dan tidak aman	43

3.20	Mengimport dataset dari sebuah file	46
3.21	Membuat sebuah <i>dataframe</i>	47
3.22	Menyimpan sebuah <i>dataframe</i>	47
3.23	Mengubah nilai–nilai kolom <i>dataframe</i> menjadi sebuah tabel	48
3.24	Mengimport sebuah gambar	48
3.25	Mengubah ruang warna gambar	49
3.26	Menambahkan grid pada gambar.	49
3.27	Pembuatan dan pelatihan Model <i>Random Forest</i> dan <i>Gaussian Naive Bayes</i>	50
3.28	Prediksi Model <i>Random Forest</i> dan <i>Gaussian Naive Bayes</i>	50
3.29	Citra untuk percobaan <i>GLCM</i>	51
3.30	Hasil fitur tekstur	52
3.31	Mengubah ruang warna gambar menggunakan <i>OpenCV</i>	56
3.32	Percobaan pemberian tanda kotak	57
3.33	Percobaan pemberian tanda lingkaran	58
3.34	Percobaan pembuatan perangkat lunak dengan <i>input</i> angka	58
3.35	Perangkat lunak dapat menerima <i>input</i> gambar	59
3.36	Percobaan pembuatan perangkat lunak dengan <i>input</i> gambar	59
4.1	Hasil Klasifikasi Model Pilihan Pertama	116
5.1	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 10	195
5.2	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 15	195
5.3	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 20	195
5.4	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 25	196
5.5	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 30	196
5.6	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 35	196
5.7	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 40	197
5.8	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 45	197
5.9	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 50	197
5.10	Hasil implementasi langsung model dengan <i>max depth</i> : 55	198
5.11	Pengujian Model 1	199
5.12	Pengujian Model 2	200
6.1	Halaman Pengantar	201
6.2	Halaman pembuatan program	202
6.3	Halaman instruksi menjalankan program	202
6.4	Halaman program klasifikasi	203
6.5	Halaman program klasifikasi dan hasilnya	203
6.6	Halaman program tanpa <i>input image</i>	204
6.7	Halaman program tanpa <i>input jarak</i>	204
6.8	Halaman program <i>input jarak pendek</i>	205
B.1	Agung 1	229
B.2	Agung 2	229
B.3	Agung 3	229
B.4	Agung 4	229
B.5	Ambang 1	230
B.6	Ambang 2	230
B.7	Ambang 3	230
B.8	Ambang 4	230
B.9	ArjunoWelirang 1	230
B.10	ArjunoWelirang 2	230

B.11 ArjunoWelirang 3	231
B.12 ArjunoWelirang 4	231
B.13 Awu 1	231
B.14 Awu 2	231
B.15 Awu 3	231
B.16 Awu 4	231
B.17 Banda 1	232
B.18 Banda 2	232
B.19 Batur 1	232
B.20 Batur 2	232
B.21 Batur 3	232
B.22 Batur 4	232
B.23 Bromo 1	233
B.24 Bromo 2	233
B.25 Bromo 3	233
B.26 Bromo 4	233
B.27 Ceremai 1	233
B.28 Ceremai 2	233
B.29 Ceremai 3	234
B.30 Ceremai 4	234
B.31 Colo 1	234
B.32 Colo 2	234
B.33 Dempo 1	234
B.34 Dempo 2	234
B.35 Dempo 3	235
B.36 Dempo 4	235
B.37 Dukono 1	235
B.38 Dukono 2	235
B.39 Dukono 3	235
B.40 Dukono 4	235
B.41 Ebulobo 1	236
B.42 Ebulobo 2	236
B.43 Ebulobo 3	236
B.44 Ebulobo 4	236
B.45 Egon 1	236
B.46 Egon 2	236
B.47 Egon 3	237
B.48 Egon 4	237
B.49 Galunggung 1	237
B.50 Galunggung 2	237
B.51 Galunggung 3	237
B.52 Galunggung 4	237
B.53 Gamalama 1	238
B.54 Gamalama 2	238
B.55 Gamalama 3	238
B.56 Gamalama 4	238
B.57 Gamkonora 1	238
B.58 Gamkonora 2	238
B.59 Gamkonora 3	239
B.60 Gamkonora 4	239
B.61 Gede 1	239

B.62 Gede 2	239
B.63 Gede 3	239
B.64 Gede 4	239
B.65 Guntur 1	240
B.66 Guntur 2	240
B.67 Guntur 3	240
B.68 Guntur 4	240
B.69 Hunian 1	240
B.70 Hunian 10	240
B.71 Hunian 11	241
B.72 Hunian 12	241
B.73 Hunian 13	241
B.74 Hunian 14	241
B.75 Hunian 15	241
B.76 Hunian 16	241
B.77 Hunian 17	242
B.78 Hunian 18	242
B.79 Hunian 19	242
B.80 Hunian 2	242
B.81 Hunian 20	242
B.82 Hunian 3	242
B.83 Hunian 4	243
B.84 Hunian 5	243
B.85 Hunian 6	243
B.86 Hunian 7	243
B.87 Hunian 8	243
B.88 Hunian 9	243
B.89 Ibu 1	244
B.90 Ibu 2	244
B.91 Ibu 3	244
B.92 Ibu 4	244
B.93 Ijen 1	244
B.94 Ijen 2	244
B.95 Ijen 3	245
B.96 Ijen 4	245
B.97 Ileverung 1	245
B.98 IliBoleng 1	245
B.99 IliBoleng 2	245
B.100IliBoleng 3	245
B.101IliBoleng 4	246
B.102Inielika 1	246
B.103Inielika 2	246
B.104Inielika 3	246
B.105Inielika 4	246
B.106Inierie 1	246
B.107Inierie 2	247
B.108Inierie 3	247
B.109Inierie 4	247
B.110Iya 1	247
B.111Kaba 1	247
B.112Kaba 2	247

B.113Kaba 3	248
B.114Kaba 4	248
B.115Karangetang 1	248
B.116Karangetang 2	248
B.117Karangetang 3	248
B.118Karangetang 4	248
B.119Kelimutu 1	249
B.120Kelimutu 2	249
B.121Kelimutu 3	249
B.122Kelimutu 4	249
B.123Kelud 1	249
B.124Kelud 2	249
B.125Kelud 3	250
B.126Kelud 4	250
B.127Kerinci 1	250
B.128Kerinci 2	250
B.129Kerinci 3	250
B.130Kerinci 4	250
B.131Kiebesi 1	251
B.132Kiebesi 2	251
B.133Kiebesi 3	251
B.134Kiebesi 4	251
B.135Lamongan 1	251
B.136Lamongan 2	251
B.137Lamongan 3	252
B.138Lamongan 4	252
B.139LewotobiLaki 1	252
B.140LewotobiLaki 2	252
B.141LewotobiLaki 3	252
B.142LewotobiLaki 4	252
B.143LewotobiPerempuan 1	253
B.144LewotobiPerempuan 2	253
B.145LewotobiPerempuan 3	253
B.146LewotobiPerempuan 4	253
B.147Lewotolok 1	253
B.148Lewotolok 2	253
B.149Lewotolok 3	254
B.150Lewotolok 4	254
B.151Lokon 1	254
B.152Lokon 2	254
B.153Lokon 3	254
B.154Lokon 4	254
B.155Mahawu 1	255
B.156Mahawu 2	255
B.157Mahawu 3	255
B.158Mahawu 4	255
B.159Marapi 1	255
B.160Marapi 2	255
B.161Marapi 3	256
B.162Merapi 1	256
B.163Merapi 2	256

B.164Merapi 3	256
B.165Merapi 4	256
B.166Papandayan 1	256
B.167Papandayan 2	257
B.168Papandayan 3	257
B.169Papandayan 4	257
B.170Raung 1	257
B.171Raung 2	257
B.172Raung 3	257
B.173Raung 4	258
B.174Rinjani 1	258
B.175Rinjani 2	258
B.176Rinjani 3	258
B.177Rinjani 4	258
B.178Rokatenda 1	258
B.179Rokatenda 2	259
B.180Ruang 1	259
B.181Salak 1	259
B.182Salak 2	259
B.183Salak 3	259
B.184Salak 4	259
B.185Sangeangapi 1	260
B.186Sangeangapi 2	260
B.187Sangeangapi 3	260
B.188Sangeangapi 4	260
B.189Semeru 1	260
B.190Semeru 2	260
B.191Semeru 3	261
B.192Semeru 4	261
B.193Sinabung 1	261
B.194Sinabung 2	261
B.195Sinabung 3	261
B.196Sinabung 4	261
B.197Sindoro 1	262
B.198Sindoro 2	262
B.199Sindoro 3	262
B.200Sindoro 4	262
B.201Sirung 1	262
B.202Sirung 2	262
B.203Sirung 3	263
B.204Sirung 4	263
B.205Slamet 1	263
B.206Slamet 2	263
B.207Slamet 3	263
B.208Slamet 4	263
B.209Sorikmarapi 1	264
B.210Sorikmarapi 2	264
B.211Sorikmarapi 3	264
B.212Sorikmarapi 4	264
B.213Sumbing 1	264
B.214Sumbing 2	264

B.215	Sumbing 3	265
B.216	Sumbing 4	265
B.217	Tangkoko 1	265
B.218	Tangkoko 2	265
B.219	Tangkoko 3	265
B.220	Tangkoko 4	265
B.221	Tangkuban 1	266
B.222	Tangkuban 2	266
B.223	Tangkuban 3	266
B.224	Tangkuban 4	266
C.1	Agung 1	267
C.2	Agung 2	267
C.3	Agung 3	267
C.4	Agung 4	267
C.5	Ambang 1	268
C.6	Ambang 2	268
C.7	Ambang 3	268
C.8	Ambang 4	268
C.9	ArjunoWelirang 1	268
C.10	ArjunoWelirang 2	268
C.11	ArjunoWelirang 3	269
C.12	ArjunoWelirang 4	269
C.13	Awu 1	269
C.14	Awu 2	269
C.15	Awu 3	269
C.16	Awu 4	269
C.17	Banda 1	270
C.18	Banda 2	270
C.19	Batur 1	270
C.20	Batur 2	270
C.21	Batur 3	270
C.22	Batur 4	270
C.23	Bromo 1	271
C.24	Bromo 2	271
C.25	Bromo 3	271
C.26	Bromo 4	271
C.27	Ceremai 1	271
C.28	Ceremai 2	271
C.29	Ceremai 3	272
C.30	Ceremai 4	272
C.31	Colo 1	272
C.32	Colo 2	272
C.33	Dempo 1	272
C.34	Dempo 2	272
C.35	Dempo 3	273
C.36	Dempo 4	273
C.37	Dukono 1	273
C.38	Dukono 2	273
C.39	Dukono 3	273
C.40	Dukono 4	273
C.41	Ebulobo 1	274

C.42 Ebulobo 2	274
C.43 Ebulobo 3	274
C.44 Ebulobo 4	274
C.45 Egon 1	274
C.46 Egon 2	274
C.47 Egon 3	275
C.48 Egon 4	275
C.49 Galunggung 1	275
C.50 Galunggung 2	275
C.51 Galunggung 3	275
C.52 Galunggung 4	275
C.53 Gamalama 1	276
C.54 Gamalama 2	276
C.55 Gamalama 3	276
C.56 Gamalama 4	276
C.57 Gamkonora 1	276
C.58 Gamkonora 2	276
C.59 Gamkonora 3	277
C.60 Gamkonora 4	277
C.61 Gede 1	277
C.62 Gede 2	277
C.63 Gede 3	277
C.64 Gede 4	277
C.65 Guntur 1	278
C.66 Guntur 2	278
C.67 Guntur 3	278
C.68 Guntur 4	278
C.69 Hunian 1	278
C.70 Hunian 10	278
C.71 Hunian 11	279
C.72 Hunian 12	279
C.73 Hunian 13	279
C.74 Hunian 14	279
C.75 Hunian 15	279
C.76 Hunian 16	279
C.77 Hunian 17	280
C.78 Hunian 18	280
C.79 Hunian 19	280
C.80 Hunian 2	280
C.81 Hunian 20	280
C.82 Hunian 3	280
C.83 Hunian 4	281
C.84 Hunian 5	281
C.85 Hunian 6	281
C.86 Hunian 7	281
C.87 Hunian 8	281
C.88 Hunian 9	281
C.89 Ibu 1	282
C.90 Ibu 2	282
C.91 Ibu 3	282
C.92 Ibu 4	282

C.93 Ijen 1	282
C.94 Ijen 2	282
C.95 Ijen 3	283
C.96 Ijen 4	283
C.97 Ileverung 1	283
C.98 IliBoleng 1	283
C.99 IliBoleng 2	283
C.100IliBoleng 3	283
C.101IliBoleng 4	284
C.102Inielika 1	284
C.103Inielika 2	284
C.104Inielika 3	284
C.105Inielika 4	284
C.106Inierie 1	284
C.107Inierie 2	285
C.108Inierie 3	285
C.109Inierie 4	285
C.110Iya 1	285
C.111Kaba 1	285
C.112Kaba 2	285
C.113Kaba 3	286
C.114Kaba 4	286
C.115Karangetang 1	286
C.116Karangetang 2	286
C.117Karangetang 3	286
C.118Karangetang 4	286
C.119Kelimutu 1	287
C.120Kelimutu 2	287
C.121Kelimutu 3	287
C.122Kelimutu 4	287
C.123Kelud 1	287
C.124Kelud 2	287
C.125Kelud 3	288
C.126Kelud 4	288
C.127Kerinci 1	288
C.128Kerinci 2	288
C.129Kerinci 3	288
C.130Kerinci 4	288
C.131Kiebesi 1	289
C.132Kiebesi 2	289
C.133Kiebesi 3	289
C.134Kiebesi 4	289
C.135Lamongan 1	289
C.136Lamongan 2	289
C.137Lamongan 3	290
C.138Lamongan 4	290
C.139LewotobiLaki 1	290
C.140LewotobiLaki 2	290
C.141LewotobiLaki 3	290
C.142LewotobiLaki 4	290
C.143LewotobiPerempuan 1	291

C.144LewotobiPerempuan 2	291
C.145LewotobiPerempuan 3	291
C.146LewotobiPerempuan 4	291
C.147Lewotolok 1	291
C.148Lewotolok 2	291
C.149Lewotolok 3	292
C.150Lewotolok 4	292
C.151Lokon 1	292
C.152Lokon 2	292
C.153Lokon 3	292
C.154Lokon 4	292
C.155Mahawu 1	293
C.156Mahawu 2	293
C.157Mahawu 3	293
C.158Mahawu 4	293
C.159Marapi 1	293
C.160Marapi 2	293
C.161Marapi 3	294
C.162Merapi 1	294
C.163Merapi 2	294
C.164Merapi 3	294
C.165Merapi 4	294
C.166Papandayan 1	294
C.167Papandayan 2	295
C.168Papandayan 3	295
C.169Papandayan 4	295
C.170Raung 1	295
C.171Raung 2	295
C.172Raung 3	295
C.173Raung 4	296
C.174Rinjani 1	296
C.175Rinjani 2	296
C.176Rinjani 3	296
C.177Rinjani 4	296
C.178Rokatenda 1	296
C.179Rokatenda 2	297
C.180Ruang 1	297
C.181Salak 1	297
C.182Salak 2	297
C.183Salak 3	297
C.184Salak 4	297
C.185Sangeangapi 1	298
C.186Sangeangapi 2	298
C.187Sangeangapi 3	298
C.188Sangeangapi 4	298
C.189Semeru 1	298
C.190Semeru 2	298
C.191Semeru 3	299
C.192Semeru 4	299
C.193Sinabung 1	299
C.194Sinabung 2	299

C.195Sinabung 3	299
C.196Sinabung 4	299
C.197Sindoro 1	300
C.198Sindoro 2	300
C.199Sindoro 3	300
C.200Sindoro 4	300
C.201Sirung 1	300
C.202Sirung 2	300
C.203Sirung 3	301
C.204Sirung 4	301
C.205Slamet 1	301
C.206Slamet 2	301
C.207Slamet 3	301
C.208Slamet 4	301
C.209Sorikmarapi 1	302
C.210Sorikmarapi 2	302
C.211Sorikmarapi 3	302
C.212Sorikmarapi 4	302
C.213Sumbing 1	302
C.214Sumbing 2	302
C.215Sumbing 3	303
C.216Sumbing 4	303
C.217Tangkoko 1	303
C.218Tangkoko 2	303
C.219Tangkoko 3	303
C.220Tangkoko 4	303
C.221Tangkuban 1	304
C.222Tangkuban 2	304
C.223Tangkuban 3	304
C.224Tangkuban 4	304

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel <i>zoom level</i> perbandingan dengan jarak asli	10
2.2	Tabel Data Guru dan Murid	20
3.1	Tabel data <i>pixel</i> dengan ruang warna RGB	43
3.2	Tabel perhitungan jarak data <i>pixel</i> dengan <i>centroid</i> (iterasi 1)	44
3.3	Tabel anggota data <i>pixel</i> dengan <i>clusternya</i> (iterasi 1)	44
3.4	Tabel <i>centroid baru</i> (iterasi 1)	45
3.5	Tabel perhitungan jarak data <i>pixel</i> dengan <i>centroid</i> (iterasi 2)	45
3.6	Tabel anggota data <i>pixel</i> dengan <i>clusternya</i> (iterasi 2)	45
3.7	Tabel <i>centroid baru</i> (iterasi 2)	45
3.8	Tabel perhitungan jarak data <i>pixel</i> dengan <i>centroid</i> (iterasi 3)	46
3.9	Tabel anggota data <i>pixel</i> dengan <i>clusternya</i> (iterasi 3)	46
3.10	Tabel Percobaan Fitur Warna HSV dan RGB	53
3.11	Eksperimen <i>Random Forest</i> 1	53
3.12	Eksperimen <i>Random Forest</i> 2	53
3.13	Eksperimen <i>Random Forest</i> 3	53
3.14	Eksperimen <i>Random Forest</i> 4	54
3.15	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5	54
3.16	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6	54
3.17	Eksperimen <i>Random Forest</i> 7	54
3.18	Eksperimen <i>Random Forest</i> 8	54
3.19	Eksperimen <i>Random Forest</i> 9	55
3.20	Eksperimen <i>Random Forest</i> 10	55
3.21	Eksperimen <i>Random Forest</i> 11	55
3.22	Eksperimen <i>Random Forest</i> 12	55
3.23	Eksperimen <i>Gaussian Naive Bayes</i> 1	55
3.24	Eksperimen <i>Gaussian Naive Bayes</i> 2	56
4.1	Eksperimen Pembuatan Model dengan 204 Data Citra	61
4.2	Tabel Iterasi Pelabelan Gambar	62
4.3	Tabel Iterasi Pengambilan Fitur Citra	63
4.4	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 1	67
4.5	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 1	68
4.6	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 2	68
4.7	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 3	68
4.8	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 4	68
4.9	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 5	69
4.10	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 6	69
4.11	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 7	69
4.12	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 8	69
4.13	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 9	70
4.14	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 10	70
4.15	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 11	70

4.16	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 12	70
4.17	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 13	71
4.18	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 14	71
4.19	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 15	71
4.20	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 16	71
4.21	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 17	72
4.22	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 18	72
4.23	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 19	72
4.24	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 20	72
4.25	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 21	73
4.26	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 22	73
4.27	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 23	73
4.28	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 1 Tabel 24	73
4.29	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 1 Tabel 1	74
4.30	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 1 Tabel 2	74
4.31	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 1 Tabel 3	74
4.32	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 1 Tabel 4	74
4.33	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 2	75
4.34	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 1	75
4.35	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 2	76
4.36	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 3	76
4.37	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 4	76
4.38	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 5	76
4.39	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 6	77
4.40	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 7	77
4.41	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 8	77
4.42	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 9	77
4.43	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 10	78
4.44	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 11	78
4.45	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 12	78
4.46	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 13	78
4.47	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 14	79
4.48	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 15	79
4.49	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 16	79
4.50	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 17	79
4.51	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 18	80
4.52	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 19	80
4.53	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 20	80
4.54	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 21	80
4.55	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 22	81
4.56	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 23	81
4.57	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 2 Tabel 24	81
4.58	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 2 Tabel 1	81
4.59	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 2 Tabel 2	82
4.60	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 2 Tabel 3	82
4.61	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 2 Tabel 4	82
4.62	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 3	83
4.63	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 1	83
4.64	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 2	83
4.65	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 3	84
4.66	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 4	84

4.67	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 5	84
4.68	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 6	84
4.69	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 7	85
4.70	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 8	85
4.71	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 9	85
4.72	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 10	85
4.73	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 11	86
4.74	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 12	86
4.75	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 13	86
4.76	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 14	86
4.77	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 15	87
4.78	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 16	87
4.79	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 17	87
4.80	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 18	87
4.81	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 19	88
4.82	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 20	88
4.83	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 21	88
4.84	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 22	88
4.85	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 23	89
4.86	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 3 Tabel 24	89
4.87	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 3 Tabel 1	89
4.88	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 3 Tabel 2	89
4.89	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 3 Tabel 3	90
4.90	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 3 Tabel 4	90
4.91	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 4	91
4.92	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 1	91
4.93	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 2	91
4.94	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 3	92
4.95	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 4	92
4.96	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 5	92
4.97	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 6	92
4.98	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 7	93
4.99	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 8	93
4.100	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 9	93
4.101	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 10	93
4.102	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 11	94
4.103	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 12	94
4.104	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 13	94
4.105	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 14	94
4.106	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 15	94
4.107	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 16	95
4.108	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 17	95
4.109	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 18	95
4.110	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 19	95
4.111	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 20	96
4.112	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 21	96
4.113	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 22	96
4.114	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 23	96
4.115	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 4 Tabel 24	97
4.116	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 4 Tabel 1	97
4.117	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 4 Tabel 2	97

4.118	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 4 Tabel 3	97
4.119	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 4 Tabel 4	97
4.120	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 5	98
4.121	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 5 Tabel 1	98
4.122	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 2	99
4.123	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 3	99
4.124	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 4	99
4.125	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 5	99
4.126	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 6	100
4.127	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 7	100
4.128	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 8	100
4.129	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 9	100
4.130	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 10	100
4.131	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 11	101
4.132	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 12	101
4.133	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 13	101
4.134	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 14	101
4.135	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 15	102
4.136	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 16	102
4.137	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 17	102
4.138	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 18	102
4.139	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 19	103
4.140	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 20	103
4.141	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 21	103
4.142	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 22	103
4.143	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 23	104
4.144	Eksperimen <i>Random Forest</i> 5 Tabel 24	104
4.145	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 5 Tabel 1	104
4.146	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 5 Tabel 2	104
4.147	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 5 Tabel 3	105
4.148	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 5 Tabel 4	105
4.149	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 6	106
4.150	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 1	106
4.151	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 2	106
4.152	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 3	107
4.153	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 4	107
4.154	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 5	107
4.155	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 6	107
4.156	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 7	108
4.157	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 8	108
4.158	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 9	108
4.159	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 10	108
4.160	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 11	109
4.161	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 12	109
4.162	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 13	109
4.163	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 14	109
4.164	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 15	109
4.165	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 16	110
4.166	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 17	110
4.167	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 18	110
4.168	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 19	110

4.169	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 20	111
4.170	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 21	111
4.171	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 22	111
4.172	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 23	111
4.173	Eksperimen <i>Random Forest</i> 6 Tabel 24	111
4.174	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 6 Tabel 1	112
4.175	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 6 Tabel 2	112
4.176	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 6 Tabel 3	112
4.177	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 6 Tabel 4	112
4.178	Eksperimen dengan <i>Max Depth</i> pada Algoritma <i>Random Forest</i> bagian 1	113
4.179	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 1	113
4.180	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 2	114
4.181	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 3	114
4.182	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 4	114
4.183	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 5	114
4.184	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 6	115
4.185	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 7	115
4.186	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 8	115
4.187	Eksperimen <i>Max depth Random Forest</i> Iterasi 9	116
5.1	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 7	120
5.2	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 1	120
5.3	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 2	120
5.4	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 3	121
5.5	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 4	121
5.6	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 5	121
5.7	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 6	121
5.8	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 7	122
5.9	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 8	122
5.10	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 9	122
5.11	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 10	122
5.12	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 11	123
5.13	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 12	123
5.14	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 13	123
5.15	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 14	123
5.16	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 15	124
5.17	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 16	124
5.18	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 17	124
5.19	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 18	124
5.20	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 19	125
5.21	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 20	125
5.22	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 21	125
5.23	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 22	125
5.24	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 23	126
5.25	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 7 Tabel 24	126
5.26	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 7 Tabel 1	126
5.27	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 7 Tabel 2	126
5.28	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 7 Tabel 3	127
5.29	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 7 Tabel 4	127
5.30	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 8	128
5.31	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 1	128
5.32	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 2	128

5.33	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 3	129
5.34	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 4	129
5.35	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 5	129
5.36	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 6	129
5.37	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 7	130
5.38	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 8	130
5.39	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 9	130
5.40	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 10	130
5.41	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 11	131
5.42	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 12	131
5.43	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 13	131
5.44	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 14	131
5.45	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 15	132
5.46	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 16	132
5.47	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 17	132
5.48	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 18	132
5.49	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 19	133
5.50	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 20	133
5.51	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 21	133
5.52	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 22	133
5.53	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 23	134
5.54	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 8 Tabel 24	134
5.55	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 8 Tabel 1	134
5.56	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 8 Tabel 2	134
5.57	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 8 Tabel 3	135
5.58	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 8 Tabel 4	135
5.59	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 9	136
5.60	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 1	136
5.61	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 2	136
5.62	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 3	137
5.63	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 4	137
5.64	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 5	137
5.65	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 6	137
5.66	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 7	138
5.67	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 8	138
5.68	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 9	138
5.69	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 10	138
5.70	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 11	139
5.71	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 12	139
5.72	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 13	139
5.73	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 14	139
5.74	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 15	140
5.75	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 16	140
5.76	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 17	140
5.77	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 18	140
5.78	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 19	141
5.79	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 20	141
5.80	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 21	141
5.81	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 22	141
5.82	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 23	142
5.83	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 9 Tabel 24	142

5.84	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 9 Tabel 1	142
5.85	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 9 Tabel 2	142
5.86	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 9 Tabel 3	143
5.87	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 9 Tabel 4	143
5.88	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 10	144
5.89	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 1	144
5.90	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 2	144
5.91	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 3	145
5.92	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 4	145
5.93	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 5	145
5.94	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 6	145
5.95	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 7	146
5.96	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 8	146
5.97	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 9	146
5.98	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 10	146
5.99	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 11	147
5.100	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 12	147
5.101	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 13	147
5.102	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 14	147
5.103	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 15	148
5.104	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 16	148
5.105	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 17	148
5.106	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 18	148
5.107	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 19	149
5.108	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 20	149
5.109	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 21	149
5.110	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 22	149
5.111	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 23	150
5.112	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 10 Tabel 24	150
5.113	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 10 Tabel 1	150
5.114	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 10 Tabel 2	150
5.115	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 10 Tabel 3	151
5.116	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 10 Tabel 4	151
5.117	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 11	152
5.118	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 1	152
5.119	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 2	152
5.120	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 3	153
5.121	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 4	153
5.122	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 5	153
5.123	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 6	153
5.124	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 7	154
5.125	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 8	154
5.126	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 9	154
5.127	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 10	154
5.128	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 11	155
5.129	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 12	155
5.130	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 13	155
5.131	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 14	155
5.132	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 15	156
5.133	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 16	156
5.134	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 17	156

5.135	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 18	156
5.136	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 19	157
5.137	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 20	157
5.138	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 21	157
5.139	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 22	157
5.140	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 23	158
5.141	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 11 Tabel 24	158
5.142	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 11 Tabel 1	158
5.143	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 11 Tabel 2	158
5.144	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 11 Tabel 3	159
5.145	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 11 Tabel 4	159
5.146	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 12	160
5.147	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 1	160
5.148	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 2	160
5.149	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 3	161
5.150	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 4	161
5.151	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 5	161
5.152	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 6	161
5.153	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 7	162
5.154	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 8	162
5.155	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 9	162
5.156	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 10	162
5.157	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 11	163
5.158	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 12	163
5.159	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 13	163
5.160	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 14	163
5.161	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 15	164
5.162	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 16	164
5.163	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 17	164
5.164	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 18	164
5.165	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 19	165
5.166	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 20	165
5.167	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 21	165
5.168	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 22	165
5.169	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 23	166
5.170	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 12 Tabel 24	166
5.171	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 12 Tabel 1	166
5.172	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 12 Tabel 2	166
5.173	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 12 Tabel 3	167
5.174	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 12 Tabel 4	167
5.175	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 13	168
5.176	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 1	168
5.177	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 2	168
5.178	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 3	169
5.179	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 4	169
5.180	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 5	169
5.181	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 6	169
5.182	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 7	170
5.183	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 8	170
5.184	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 9	170
5.185	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 10	170

5.186	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 11	171
5.187	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 12	171
5.188	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 13	171
5.189	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 14	171
5.190	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 15	172
5.191	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 16	172
5.192	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 17	172
5.193	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 18	172
5.194	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 19	173
5.195	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 20	173
5.196	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 21	173
5.197	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 22	173
5.198	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 23	174
5.199	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 13 Tabel 24	174
5.200	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 13 Tabel 1	174
5.201	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 13 Tabel 2	174
5.202	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 13 Tabel 3	175
5.203	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 13 Tabel 4	175
5.204	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 14	176
5.205	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 1	176
5.206	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 2	176
5.207	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 3	177
5.208	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 4	177
5.209	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 5	177
5.210	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 6	177
5.211	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 7	178
5.212	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 8	178
5.213	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 9	178
5.214	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 10	178
5.215	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 11	179
5.216	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 12	179
5.217	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 13	179
5.218	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 14	179
5.219	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 15	180
5.220	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 16	180
5.221	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 17	180
5.222	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 18	180
5.223	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 19	181
5.224	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 20	181
5.225	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 21	181
5.226	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 22	181
5.227	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 23	182
5.228	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 14 Tabel 24	182
5.229	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 14 Tabel 1	182
5.230	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 14 Tabel 2	182
5.231	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 14 Tabel 3	183
5.232	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 14 Tabel 4	183
5.233	Tabel Daftar Percobaan Model Klasifikaisi Iterasi 15	184
5.234	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 1	184
5.235	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 2	184
5.236	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 3	185

5.237	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 4	185
5.238	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 5	185
5.239	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 6	185
5.240	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 7	186
5.241	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 8	186
5.242	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 9	186
5.243	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 10	186
5.244	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 11	187
5.245	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 12	187
5.246	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 13	187
5.247	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 14	187
5.248	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 15	188
5.249	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 16	188
5.250	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 17	188
5.251	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 18	188
5.252	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 19	189
5.253	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 20	189
5.254	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 21	189
5.255	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 22	189
5.256	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 23	190
5.257	Eksperimen <i>Random Forest</i> Iterasi 15 Tabel 24	190
5.258	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 15 Tabel 1	190
5.259	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 15 Tabel 2	190
5.260	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 15 Tabel 3	191
5.261	Eksperimen <i>GNB</i> Iterasi 15 Tabel 4	191
5.262	Eksperimen dengan <i>Max Depth</i> pada Algoritma <i>Random Forest</i> bagian 2	192
5.263	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 1	192
5.264	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 2	192
5.265	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 3	192
5.266	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 4	193
5.267	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 5	193
5.268	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 6	193
5.269	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 7	193
5.270	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 8	194
5.271	Eksperimen Max depth <i>Random Forest</i> 20x20 Iterasi 9	194

DAFTAR KODE PROGRAM

3.1	Kode impor gambar dan label	35
3.2	Kode percobaan fitur tekstur	51
3.3	Kode penggambaran tanda kotak pada citra	57
3.4	Kode penggambaran tanda lingkaran pada citra	57
A.1	Kode untuk Pelabelan Gambar	211
A.2	Kode untuk Pengambilan Fitur Warna HSV	212
A.3	Kode untuk Pengambilan Fitur Tekstur GLCM	215
A.4	Kode untuk Menggabungkan semua Fitur menjadi satu buah tabel	217
A.5	Kode untuk Eksperimen Model Random Forest dan GNB	218
A.6	Kode Perangkat Lunak	219

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara ketiga yang mempunyai jumlah gunung berapi terbanyak di dunia, karena keadaan geografis yang unik ini negara Indonesia sangat rawan dengan beberapa jenis bencana alam seperti letusan gunung berapi dan gempa bumi. Karena banyaknya gunung di negara Indonesia ini beberapa penduduk kerap kali membangun hunian dan sawah mereka pada daerah kaki gunung, hal ini dikarenakan sifat tanah pada kaki gunung yang subur dan cocok untuk bercocok tanam, yang merupakan sumber penghasilan utama dari para penduduk di daerah tersebut.

Masalah yang timbul pada pembangunan hunian ini adalah, sering kali para penduduk kurang memperhatikan jarak antara gunung dengan hunian mereka, yang memiliki resiko tinggi jika terdapat hunian yang terlalu dekat dengan gunung yang aktif. Oleh karena masalah ini pemerintah telah menetapkan beberapa zona-zona di sekitar gunung yang dinilai memiliki resiko ekstrim sampai kecil. Namun masih saja terdapat beberapa penduduk yang kurang memperhatikan kebijakan pemerintah dengan membangun hunian terlalu dekat dengan daerah. Jarak aman sebuah hunian dari puncak gunung akan bervariasi sesuai dengan besar letusan dan tinggi gunung, secara umum jarak aman sebuah hunian dari puncak gunung adalah sekitar 5 sampai dengan 10 kilometer

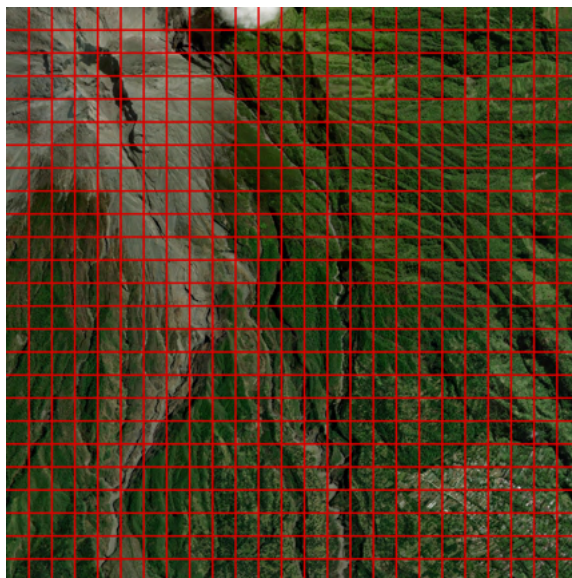
Oleh karena masalah ini dibutuhkan sebuah cara agar pemerintah dapat mengetahui jarak antara tempat tinggal atau hunian penduduk dengan puncak gunung berapi. Solusi yang ingin ditawarkan untuk masalah ini adalah untuk menggunakan *remote sensing*. *Remote Sensing* atau penginderaan jauh adalah sebuah teknik yang digunakan untuk memperoleh informasi suatu objek melalui analisis data yang diperoleh dengan sebuah alat. *Remote sensing* dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data berupa gambar objek yang ingin dikaji dengan menggunakan sebuah alat seperti satelit. Setelah data citra sudah dikumpulkan maka citra akan dibagi menjadi beberapa bagian yang disebut dengan *grid*. *Grid* yang berisi daerah puncak gunung dan hunian akan diberi label. Setelah itu akan dilatih sebuah model klasifikasi dengan data-data yang sudah diberi label, ketika model klasifikasi sudah dapat mengenali objek-objek yang ingin dikaji secara mandiri.

Untuk membuat dan melatih sebuah model klasifikasi akan dibutuhkan sebuah *dataset* atau kumpulan data. Data yang akan dipakai akan berupa gambar atau citra yang akan didapatkan dari sebuah satelit, sehingga komputer dapat melihat kondisi dan tampilan geografis pada suatu daerah. Karena citra satelit memperlihatkan gambar dari pandangan atas maka model akan lebih mudah untuk mendeteksi bagian-bagian gambar yang ingin dikaji (lihat Gambar 1.1).



Gambar 1.1: Gunung Merapi dari citra satelit

Setelah berhasil mengumpulkan *data*, diperlukan untuk membagi gambar menjadi beberapa bagian-bagian kecil berbentuk kotak atau biasa disebut dengan *grid* (Gambar 1.2). Dengan membagi gambar ke dalam kotak-kotak kecil kita dapat dengan lebih mudah mengambil fitur-fitur pada gambar yang akan dipakai untuk melatih model klasifikasi seperti fitur warna ataupun tekstur dan akan lebih mudah juga untuk menandai kotak manakah yang mengandung objek yang ingin kita kaji, teknik menandai ini biasanya disebut dengan *labeling*. *Labelling* bertujuan untuk menandai objek-objek yang akan dikaji pada citra. *Labelling* dilakukan dengan cara melakukan observasi terlebih dahulu mengenai karakteristik dari masing-masing objek yang terdapat pada citra. Pada kasus ini salah satu karakteristik yang perlu diketahui dan dicermati, adalah karakteristik gunung berapi khususnya puncak gunung berapi, yang dapat diketahui dari lokasinya yang secara umum terdapat pada puncak gunung, warna tanah sekitar gunung yaitu abu-abu atau coklat yang gersang akibat material vulkanik.



Gambar 1.2: Gunung Merapi dengan *grid*

Setelah berhasil melakukan *labeling* akan dilanjutkan dengan melakukan ekstraksi fitur pada citra yang sudah diberi label. Ekstraksi fitur dilakukan agar model dapat mengetahui sifat-sifat objek-objek pada

citra yang akan diklasifikasikan. Setelah tahap ekstraksi fitur berhasil dilakukan akan dilatih model-model klasifikasi dan evaluasi terhadap model-model tersebut. Model klasifikasi yang akan digunakan adalah *Random Forest* dan *Gaussian Naive Bayes*. *Random Forest* adalah sebuah model klasifikasi yang merupakan gabungan antar beberapa model-model klasifikasi yang sejenis seperti *decision trees*. *Random forest* berfungsi dengan cara, mengumpulkan sebuah masalah klasifikasi ke model-model klasifikasinya seperti *decision trees* lalu setelah model-model berhasil memberikan label hasil klasifikasi, akan dilakukan sebuah *voting* dimana hasil yang diambil adalah hasil dari mayoritas. *Gaussian Naive Bayes* adalah sebuah model klasifikasi yang bekerja dengan menggunakan *conditional probability* untuk memberi label pada masukannya.

Agar sebuah model dapat belajar mengenali objek puncak gunung dengan hunian, pada tahap pelatihan model klasifikasi perlu dimasukkan data yang sudah kita kumpulkan dari hasil *labeling*. Setelah model-model berhasil dibuat akan dilakukan dua jenis evaluasi agar dapat diketahui seberapa bagus model dapat memprediksi daerah puncak gunung dan hunian. Evaluasi pertama akan menggunakan *confusion matrix* yang nantinya akan dilihat masing-masing nilainya seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* untuk mengetahui secara umum bagaimana kualitas performa model, lalu akan digunakan juga teknik evaluasi dengan cara mengimplementasikan model klasifikasi secara langsung kepada sebuah citra sehingga dapat dilihat seberapa baik performa model secara kasat mata.

Setelah melakukan evaluasi dan menemukan model klasifikasi yang terbaik, akan dicari jarak antar puncak gunung dengan masing-masing hunian pada citra, sehingga dapat mengetahui apakah tempat hunian penduduk sudah sesuai dengan peraturan pemerintah mengenai jarak aman tempat tinggal para penduduk dengan gunung berapi. Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah pembuatan sebuah perangkat lunak yang dapat mengimplementasikan model klasifikasi yang sudah terbuat, dan kemudian perangkat lunak dapat mengeluarkan hasil visual maupun teks yang memberikan informasi kepada pengguna apakah suatu daerah yang dihuni oleh penduduk rawan terhadap bencana atau tidak.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang muncul berdasarkan deskripsi dan latar belakang yang sudah dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengumpulkan data untuk pembuatan model *remote sensing* daerah rawan bencana?
2. Bagaimana cara melakukan *remote sensing*, pemilihan fitur, dan menentukan jenis model klasifikasi yang cocok untuk pembuatan model *remote sensing* daerah rawan bencana?
3. Bagaimana cara mengukur jarak antara tempat hunian penduduk dan titik puncak gunung?
4. Bagaimana cara membuat perangkat lunak deteksi daerah rawan bencana pada citra menggunakan model yang sudah dibuat?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data citra satelit untuk pembuatan model *remote sensing* daerah rawan bencana dengan menggunakan sebuah *API* atau aplikasi *open source* lain.
2. Mempelajari teknik-teknik untuk melakukan *remote sensing* dengan menggunakan teknik-teknik *machine learning*, pemilihan fitur yang cocok pada data, dan menentukan jenis model klasifikasi yang cocok untuk pembuatan model *remote sensing* daerah rawan bencana.
3. Mengimplementasikan sebuah metode untuk mengukur jarak antara tempat hunian penduduk dan titik puncak gunung.
4. Membangun sebuah perangkat lunak dengan model yang telah dibuat untuk mendeteksi daerah yang rawan, terhadap bencana letusan gunung berapi pada citra.

1.4 Batasan Masalah

Pada pembuatan penelitian ini penyusun membuat batasan masalah yang mencakup beberapa hal seperti berikut :

1. Data yang digunakan adalah citra satelit dengan format PNG, hal ini dikarenakan teknik kompresi yang digunakan untuk format gambar PNG yaitu *lossless compression* memungkinkan agar format gambar PNG tidak kehilangan data meskipun telah diedit ataupun dirubah ukurannya. Tidak seperti format gambar JPEG yang teknik kompresinya fokus kepada penyimpanan gambar dengan kualitas tinggi dan ukuran kecil, namun dapat mengurangi data gambar saat proses kompresinya (*lossy compression*).
2. Terdapat 68 gunung berapi yang aktif di Indonesia, dan rata-rata untuk masing-masing gunung diambil citra satelit dari 4 sisi sebagai data, namun pada saat pengumpulan terdapat beberapa gunung yang ukurannya sangat kecil sehingga dinilai kurang bagus dijadikan sebagai data, maka oleh karena hal tersebut terdapat beberapa data gunung yang tidak diambil.

1.5 Metodologi

Berikut adalah metode-metode dan teknik-teknik yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang terdapat pada penelitian ini :

1. Pengumpulan data citra, dilakukan dengan menggunakan sebuah aplikasi *open source* dari *github* bernama *Map Tiles Downloader*, yang memungkinkan pengguna untuk menggambar sebuah kotak pada suatu daerah, yang nantinya dapat diunduh gambar pada kotak tersebut dalam bentuk beberapa bagian yang kemudian harus disatukan kembali agar dapat menjadi gambar utuh.
2. Untuk menyatukan bagian-bagian gambar yang sudah diunduh menjadi satu citra yang utuh, dibuat sebuah program sederhana yang menggabungkan beberapa bagian-bagian gambar menjadi satu citra utuh menggunakan *library python* yaitu *PIL (Pillow)*.
3. Setelah menyatukan semua data citra yang telah diunduh. Dilakukan *feature engineering* atau pembuatan fitur, fitur-fitur ini disimpan dalam bentuk tabel dengan masing-masing kolom menjadi fitur berbeda. Sebelum pengambilan fitur perlu dibuat sebuah program yang dapat membagi citra menjadi kotak-kotak kecil atau *grid*, proses ini dicapai dengan menggunakan sebuah *library python* yaitu *OpenCV*.
4. Setelah berhasil membagi citra menjadi beberapa *grid*, dilakukan pemberian label atau *labelling* hal ini ditujukan agar dapat menandai objek-objek pada citra yang nantinya akan dipakai untuk bahan pembelajaran pada model klasifikasi yang akan dibuat.
5. Setelah semua citra berhasil diberi label, semua fitur warna dan tekstur dari masing-masing citra diambil, disatukan, dan disimpan ke dalam sebuah file berformat *csv*
6. File berformat *csv* yang berisi fitur-fitur dari citra akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok data *training* dan *testing*. Data *training* akan digunakan untuk melatih model klasifikasi yang dibuat dan data *testing* akan menguji hasil dari pembelajaran model klasifikasi yang dibuat.
7. Pembuatan model klasifikasi dilakukan dengan menggunakan *library python scikit.learn*. Eksperimen pembuatan model klasifikasi menggunakan 2 jenis model klasifikasi yaitu *Random Forest* dan *Gaussian Naive Bayes*. Model klasifikasi *random forest* mempunyai parameter yang dapat diubah seperti *max depth*, *n estimators*, dan *criterion* yang berpengaruh terhadap kualitas hasil klasifikasi dari model.
8. Setelah eksperimen dilaksanakan dan terpilih model klasifikasi terbaik, model diimplementasikan ke dalam sebuah perangkat lunak yang dibuat menggunakan *library python Tkinter*. Perangkat lunak dapat menerima 2 masukan dari pengguna yaitu jarak dalam satuan km untuk mengatur jarak zona aman dari puncak gunung terhadap hunian, dan masukan kedua yaitu sebuah gambar yang berformat *.png*, memiliki *zoom level 16*, dan berukuran 1792x1792 pixel.
9. Hasil yang dikeluarkan oleh perangkat lunak adalah gambar yang telah dipilih oleh pengguna yang sudah memiliki tanda atau hasil klasifikasi dari model yang diimplementasikan, dan sebuah jarak dalam satuan kilometer yang menandakan jarak terdekat sebuah hunian dengan puncak gunung.

1.6 Sistematika Pembahasan

Berikut adalah sistematika pembahasan untuk masing–masing bab pada penelitian :

- Bab 2 adalah landasan teori yang berisi segala studi literatur yang telah dipelajari tentang metode–metode yang digunakan dalam penelitian.
- Bab 3 adalah analisa penyelesaian masalah yang berisi tentang deskripsi masalah yang akan diselesaikan, melakukan studi kasus kecil menggunakan *library/tools* mencoba berbagai parameter, dan eksperimen dengan berbagai *library/tools* menggunakan sebagian data gambar yang telah dikumpulkan.
- Bab 4 adalah tahap awal penambangan data yang berisi tentang tahap awal pengumpulan data citra, pelabelan data, dan beberapa percobaan–percobaan awal model klasifikasi dengan perubahan beberapa parameter dan jenis fitur yang digunakan.
- Bab 5 adalah tahap akhir penambangan data yang berisi tentang percobaan–percobaan pembuatan model klasifikasi dengan perubahan pada teknik–teknik pelabelan. Pada bab ini juga berisi pemilihan model klasifikasi terbaik dan evaluasi model dengan implementasi langsung pada citra.
- Bab 6 adalah tentang peluncuran model dan pengujian, yang berisi tentang implementasi model klasifikasi yang sudah terpilih pada perangkat lunak yang telah dibuat, hasil visual dari perangkat lunak yang terbuat, dan pengujian perangkat lunak secara fungsional.
- Bab 7 adalah kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian, dan saran–saran yang sekiranya dapat digunakan untuk melanjutkan penelitian ini.