

IMPLEMENTASI DATA MINING UNTUK MEMPREDIKSI BENCANA ALAM DI INDONESIA (STUDI KASUS: GUNUNG AKTIF)

Ratih Nurdiyani Sari^a, Dwi Setyasih^b, Octarina Budi Lestari^c

^a Fakultas Teknologi Industri, ratihns@staff.gunadarma.ac.id, Universitas Gunadarma

^b Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, dwi_set@staff.gunadarma.ac.id, Universitas Gunadarma

^c Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, octa_bl@staff.gunadarma.ac.id, Universitas Gunadarma

ABSTRACT

This research build to predict one of the natural disasters in Indonesia, that is Active Volcano which could erupt at any time. This natural disaster occurs quite often in Indonesia and results in losses for residents who live around active volcanoes. Based on this, the researcher wants to create a decision tree that can help predict the situation before a volcano erupts, which can later be applied so that residents around active volcanoes and ordinary people can know the signs before a volcanic eruption occurs. This research will use the application of data mining with the c4.5 algorithm method as a tool in creating decision trees.

Keywords: active volcano, c4.5 algorithm, data mining, natural disasters.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memprediksi salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia yaitu Gunung Aktif yang sewaktu-waktu dapat meletus. Bencana alam yang cukup sering terjadi ini mengakibatkan kerugian bagi warga yang bermukim disekitar wilayah gunung aktif. Berangkat dari hal tersebut, peneliti ingin membuat penerapan melalui sebuah pohon keputusan yang dapat membantu memprediksi keadaan sekitar wilayah pemukiman sebelum gunung meletus yang nantinya bisa diterapkan agar sekitar gunung aktif maupun orang awam dapat mengetahui tanda-tanda sebelum terjadinya bencana alam. Penelitian ini menggunakan penerapan metode algoritma c4.5 sebagai alat bantu dalam membuat pohon Keputusan.

Kata Kunci : gunung aktif, algoritma c4.5, data mining, bencana alam

1. PENDAHULUAN

Bencana alam dapat didefinisikan sebagai sebuah bencana akibat terganggunya keseimbangan yang ada pada komponen alam sekitar tanpa melalui campur tangan manusia (Hermon, 2015). Salah satu bencana alam yang terjadi di Indonesia adalah Gunung aktif yang bisa tiba-tiba meletus. Indonesia sendiri memiliki banyak gunung berapi yang aktif, beberapa diantaranya seperti Gunung Merapi di Jawa Tengah dan Gunung Sinabung di Sumatera Utara. Letusan gunung berapi dapat membuat kerusakan besar terhadap lingkungan sekitar warga yang berdampak pada rusaknya kondisi alam. Salah satu fenomena yang terjadi akibat adanya letusan gunung berapi yaitu gas vulkanik, dimana gas vulkanik dapat mempengaruhi keberlanjutan suatu makhluk hidup pada alam sekitar gunung yang masuk pada area cakupan gunung meletus sehingga akan muncul dampak kerugian dari bencana alam tersebut. Berangkat dari pemahaman mengenai bencana tersebut perlu adanya upaya penanggulangan yang harus didukung oleh suatu sistem informasi yang memadai. Pengetahuan masyarakat juga harus didukung tentang adanya peringatan mengenai bencana alam serta dapat menentukan kesiagaan masyarakat terhadap dampak yang akan ditimbulkan oleh bencana alam pada masa mendatang. Rata-rata persentase warga yang mengetahui tentang adanya tanda-tanda atau peringatan tanggap darurat bencana alam di lingkungan tempat tinggalnya di seluruh Provinsi yang ada di Indonesia adalah: 11,35% di area perkotaan dan 8,08% di area pedesaan (Pudjiastuti, 2019). Pudjiastuti juga menjelaskan mengenai rendahnya tingkat pengetahuan dan pemahaman masyarakat yang berkaitan dengan keselamatan jiwa yang dapat memperbesar tingkat risiko menjadi korban dalam menghadapi dampak

bencana alam yang akan terjadi (Pudjiastuti, 2019). Penanggulangan bencana yang akan diteliti berupa prediksi yang akan membantu dalam melihat kemungkinan yang akan terjadi sehingga dampak kerugian bisa dibuat seminimalisir mungkin mengingat bencana alam gunung meletus merupakan bencana yang tidak dapat dihindari ataupun dihentikan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini, digunakan berbagai referensi terkait penelitian yang terdiri dari buku, jurnal nasional dan internasional berisikan penjelasan teori-teori yang menjadi sumber dasar penelitian yaitu *data mining*, algoritma klasifikasi terkait dengan penelitian yang dilakukan yaitu algoritma c4.5 serta referensi mengenai bencana alam dan gunung meletus.

2.1. Bencana Alam

Bencana menurut UU Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana menyebutkan definisi bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Dalam UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana ini menyebutkan bencana alam di Indonesia meliputi gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.

1. Gempa bumi: Indonesia terletak di Cincin Api Pasifik, sehingga sering mengalami gempa bumi.
2. Tsunami: Gempa bumi laut yang kuat bisa menyebabkan tsunami, gelombang besar yang dapat merusak pantai dan daerah pesisir.
3. Letusan gunung berapi: Indonesia memiliki banyak gunung berapi aktif, seperti Gunung Merapi di Jawa Tengah dan Gunung Sinabung di Sumatera Utara. Letusan gunung berapi dapat menyebabkan kerusakan besar terhadap lingkungan sekitarnya.
4. Banjir: Musim hujan yang berlimpah sering menyebabkan banjir di berbagai daerah di Indonesia. Banjir bisa terjadi karena meluapnya sungai, pembangunan yang tidak teratur, atau karena curah hujan yang tinggi.
5. Longsor: Daerah pegunungan di Indonesia sering mengalami longsor, terutama saat musim hujan. Aktivitas manusia seperti deforestasi juga dapat meningkatkan risiko longsor.
6. Angin puting beliung: Angin kencang dan tornado kecil, dikenal sebagai angin puting beliung, dapat terjadi terutama selama musim hujan di daerah-daerah tertentu di Indonesia.

Pemerintah Indonesia terus berupaya meningkatkan kesiapsiagaan dan mitigasi bencana, termasuk pendidikan masyarakat tentang cara menghadapi bencana dan pembangunan infrastruktur yang tahan bencana. Namun, faktor-faktor seperti pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang cepat, serta perubahan iklim global, dapat meningkatkan risiko bencana alam di masa depan.

2.2. Gunung Aktif di Indonesia

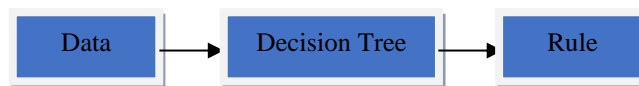
Area yang terletak pada kawasan gunung api di Indonesia merupakan daerah pertanian dan padat penduduk, walaupun area tersebut tidak lepas dari ancaman bencana letusan gunung berapi aktif. Dalam rekaman sejarah gunung api di dunia, tercatat sepuluh letusan besar yang menelan korban lebih dari 211.000 jiwa, dua di antaranya terjadi di Indonesia, yaitu Gunung Tambora tahun 1815 (lebih dari 80.000 jiwa), dan Gunung Krakatau tahun 1883 (36.000 jiwa) (David-son & Da Silva, 2000; Pratomo & Abdurachman, 2004). Berdasarkan catatan yang berada pada Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, gunung api aktif di Indonesia terbagi dalam tiga kelompok berdasarkan bagaimana sejarah letusannya, tiga kelompok tersebut adalah tipe A (79 buah), adalah gunung api yang pernah meletus sejak tahun 1600, tipe B (29 buah) adalah yang diketahui pernah meletus sebelum tahun 1600 dan tipe C (21 buah) adalah lapangan solfatara dan fumarola. Klasifikasi gunung api ini dibuat agar dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian dan pengembangan klasifikasi tanda-tanda gunung api aktif di Indonesia agar dapat mengantisipasi ancaman bahaya letusannya secara efektif (Prasongko, 2020).

2.3. Gunung Meletus

Gunung berapi atau dapat juga disebut sebagai gunung api merupakan sebuah istilah yang merujuk dan dapat didefinisikan sebagai suatu sistem saluran fluida panas yang memanjang dari kedalaman sekitar 10 km dibawah permukaan bumi sampai kedalam bagian permukaan bumi, termasuk endapan hasil akumulasi material yang dikeluarkan pada saat terjadinya sebuah letusan. Gunung berapi terdapat di seluruh dunia, tetapi lokasi gunung api yang paling dikenali adalah gunung berapi yang berada di sepanjang busur Cincin Api Pasifik (Pasific Ring of Fire). Busur Cincin Api Pasifik merupakan garis bergeseknya antara dua lempengan tektonik (Steafani, dkk, 2019). Busur vulkanik adalah rangkaian gunung berapi yang terbentuk pada lempeng subduksi dan memiliki posisi berbentuk busur jika dilihat dari atas. Gunung berapi lepas pantai membentuk pulau dan dapat membentuk busur kepulauan vulkanik. Menurut hasil penelitian (Vulcanological Survey of Indonesia, 2007). Busur vulkanik memiliki kaitan erat dengan gunung meletus dikarenakan banyak gunung berapi terbentuk di sepanjang busur vulkanik. Gunung berapi aktif bisa menjadi semi aktif, kemudian punah dan akhirnya tidak aktif atau mati. Namun, gunung berapi tersebut dapat menghilang dalam waktu sekitar 610 tahun sebelum menjadi aktif kembali. Oleh karena itu, sulit untuk menentukan keadaan sebenarnya dari sebuah gunung berapi, apakah sudah punah atau mati. Sehingga perlu diperhatikan tanda-tanda adanya pengaktifan kembali gunung berapi tersebut.

2.4. Decision Tree

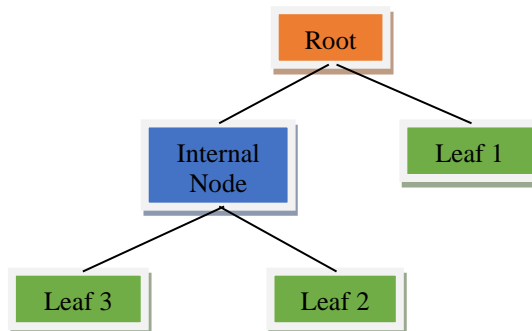
Pohon keputusan atau disebut juga dengan *Decision Tree* merupakan metode klasifikasi yang populer karena dapat diinterpretasi (proses pemberian pendapat) oleh manusia. *Decision Tree* atau Pohon keputusan adalah sebuah struktur yang dapat digunakan untuk membagi kumpulan data yang besar menjadi himpunan-himpunan *record* yang lebih kecil dengan menerapkan beberapa rangkaian aturan keputusan (Berry & Gordon, 2004). Menurut Kusri, dinamai *Decision Tree* atau pohon keputusan karena aturan yang dibentuk mirip dengan bentuk sebuah pohon yang memiliki akar, batang dan daun. Pohon terbentuk dari proses penyortiran dalam kelompok data, sehingga nilai variabel respon pada setiap kelompok data membuat hasil penyortiran lebih homogen. Konsep pohon keputusan adalah mengubah data menjadi pohon aturan keputusan. Manfaat dalam menggunakan *Decision Tree* atau pohon keputusan yaitu kemampuan untuk menyederhanakan proses pengambilan keputusan yang kompleks sehingga pengambil keputusan dapat menafsirkan solusi untuk masalah. Pohon keputusan memiliki konsep dengan mengubah data menjadi pohon keputusan. Berikut merupakan konsep dari pohon keputusan.



Gambar 1. Konsep Pohon Keputusan

Untuk membentuk pohon keputusan dilakukan beberapa tahap seperti berikut.

1. Melakukan konstruksi pada pohon keputusan dengan diawali dengan pembentukan akar kemudian data akan dibagi berdasarkan atribut-atribut yang sesuai untuk dijadikan daun.
2. Langkah selanjutnya dengan memangkas pohon dengan mengidentifikasi membuang cabang yang tidak diperlukan pada pohon yang telah dibentuk. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan ukuran pohon yang berukuran besar dan bertujuan mengurangi tingkat kesalahan prediksi pada kasus baru dari pemecahan yang dilakukan dengan *divide and conquer*.
3. Membuat aturan keputusan yang dapat dibentuk dalam *if-then* yang diturunkan dari pohon keputusan dengan melakukan penelusuran dari akar sampai daun. Setelah semua aturan dibuat maka aturan dapat disederhanakan.



Gambar 2. Konsep Pohon Keputusan

2.5. Algoritma C4.5

Algoritma C4.5 merupakan salah satu metode klasifikasi dari *data mining* yang memberi kontribusi satu set data yang diberi sebuah label dan menghasilkan pohon keputusan sebagai keluaran atau *output* yang mempunyai masukan berupa data *training samples* yang akan digunakan untuk membangun sebuah pohon yang sebelumnya telah diuji kebenarannya. Sedangkan *samples* merupakan *field-field* data yang nantinya akan digunakan sebagai parameter dalam melakukan klasifikasi data (Sari & Purwanto, 2023). Algoritma C4.5 menggunakan teknik *decision tree* atau pohon keputusan sebagai pembangun model klasifikasi. Algoritma C4.5 ini akan mencari atribut yang paling informatif untuk dapat memisahkan data ke dalam berbagai kelas. Untuk membuat pohon keputusan menggunakan algoritma C4.5 data yang telah disiapkan akan dihitung menggunakan konsep *entropy* dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n -p_i \log_2(p_i)$$

Rumus 1. Rumus *Entropy*

Keterangan:

S : himpunan kasus

A : fitur

n : jumlah partisi S

p_i : proporsi dari S_i terhadap S

Tahap berikutnya dengan menghitung *gain* untuk mengukur efektifitas variabel dalam mengklasifikasikan data dengan menghitung selisih nilai *entropy* total dengan *entropy* variabel tersebut. Berikut rumus mencari *gain* sebagai berikut.

$$Gain(S, A) = entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} Entropy(S_i)$$

Rumus 2. Rumus *Gain*

Keterangan:

S : himpunan kasus

A : atribut

n : jumlah partisi atribut A

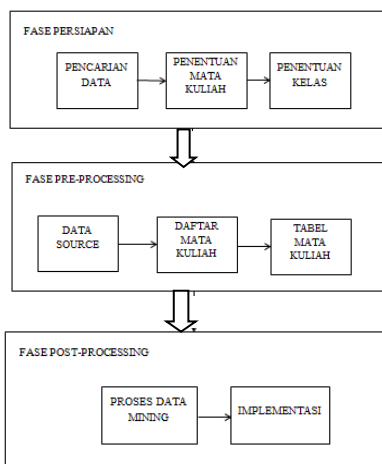
$|S_i|$: jumlah kasus pada partisi ke-i

$|S|$: jumlah kasus dalam S

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini meliputi beberapa tahapan diantaranya: 1. Melakukan pencarian *sample* berdasarkan sumber-sumber yang mendukung, 2. Melakukan Analisis menggunakan Algoritma C4.5, 3. Membuat perancangan terhadap *sample* data yang akan digunakan, berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap analisis sebelumnya, 4. Penerapan *decision tree* (pohon keputusan. Algoritma C4.5 merupakan salah satu algoritma induk dari sebuah pohon keputusan, yang disebut ID3 (Iterative Digital Calculator 3) dimana ID3 sendiri dikembangkan oleh J. Ross Quinlan.

Algoritma C4.5 akan melakukan pencarian terhadap semua kemungkinan yang ada pada pohon keputusan termasuk cabang dan daun yang ada pada bagian dari algoritma tersebut. Tahapan dalam melakukan perhitungan dengan algoritma ini diantaranya, menyiapkan data dalam bentuk tabel dan menentukan akar dari pohon keputusan dengan cara menghitung *entropy* dan *gain* (Marlina, 2021). Algoritma C4.5 dipilih pada penelitian ini alasannya karna metode ini memiliki beberapa kelebihan salah satunya yaitu dapat menghindari munculnya permasalahan yang terjadi akibat menggunakan kriteria yang jumlahnya lebih sedikit tanpa harus mengurangi keputusan yang akan dihasilkan (Putri, S.U., et al., 2021) dan mengklasifikasikan sebagai pohon keputusan yang beraturan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode lain yang sejenis (Utomo, 2020). Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sendiri akan dibagi menjadi tiga fase yaitu *Preparation Phase*, *Pre-Processing Phase* dan *Post-Processing Phase*. Masing-masing fase mempunyai tugas yang berbeda, berikut merupakan alur penelitian yang akan dibahas dalam penelitian kali ini, gambaran alur tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 3. Alur Penelitian

Alur proses dimulai dengan Fase Persiapan dimana nantinya akan dilakukan persiapan data yang dibutuhkan, penentuan kualifikasi data bencana alam terutama gunung aktif yang akan meletus dan penentuan variabel yang akan digunakan untuk membuat pohon keputusan. Kemudian selanjutnya adalah *Fase Pre-Processing*, pada fase ini sumber data yang sudah didapatkan akan diolah menjadi daftar klasifikasi tanda-tanda bencana alam dan tabel yang digunakan untuk proses perhitungan. Terakhir adalah *Fase Post-Processing*, fase terakhir ini digunakan untuk memproses data yang sudah ada kemudian diolah sehingga membentuk pohon keputusan. Jika pohon keputusan sudah terbentuk, langkah terakhir adalah melihat implementasinya pada mata kuliah pilihan dan barulah kita dapat memprediksi apakah dari tanda-tanda yang ada bisa menjadi bencana alam gunung meletus atau tidak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan meliputi tanda-tanda terjadinya gunung meletus yang akan terjadi pada gunung aktif di Indonesia dan dikategorikan berdasarkan kondisi yang terjadi diambil dari beberapa sumber daring. Kasus yang dilibatkan terdiri dari 10 data yang memiliki klasifikasi faktor yang berbeda diantaranya faktor Iklim yang memiliki tiga variabel yaitu kering, lembab dan basah, lalu faktor Perubahan Suhu yang memiliki tiga variabel Naik, Normal, dan Turun. Kemudian Faktor Lingkungan yang terdiri dari Solfatar, Geothermal, Stabil dan Uap Air, setelah itu terdapat faktor Fenomena Sekitar yaitu Gempa Kecil, Adanya Geiser, Tidak ada Fenomena dan Pelepasan Material Vulkanik. Terakhir yaitu faktor penentu apakah adanya terjadi letusan gunung dengan dua variabel yaitu Ya dan Tidak sebagai akhir keputusan. Untuk lebih jelasnya mengenai klasifikasi faktor dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Tanda-tanda Gunung Meletus

No	Iklim	Perubahan Suhu	Faktor Lingkungan	Fenomena Sekitar	Letusan
----	-------	----------------	-------------------	------------------	---------

1	Kering	Naik	Solfatar	Gempa Kecil	Ya
2	Kering	Naik	Geothermal	Adanya Geiser	Ya
3	Lembab	Normal	Stabil	Tidak Ada	Tidak
4	Basah	Turun	Stabil	Tidak Ada	Tidak
5	Lembab	Naik	Uap Air	Gempa kecil	Ya
6	Kering	Naik	Geothermal	Pelepasan Material	Ya
7	Basah	Normal	Stabil	Tidak Ada	Tidak
8	Basah	Turun	Uap Air	Gempa Kecil	Ya
9	Kering	Naik	Stabil	Adanya Geiser	Ya
10	Kering	Naik	Solfatar	Pelepasan Material	Ya
11	Lembab	Normal	Geothermal	Gempa Kecil	Ya
12	Basah	Turun	Solfatar	Adanya Geiser	Ya
13	Kering	Normal	Stabil	Tidak Ada	Tidak
14	Kering	Turun	Stabil	Gempa Kecil	Tidak
15	Kering	Naik	Uap Air	Pelepasan Material	Ya

Setelah membuat data yang sesuai dengan tanda-tanda akan terjadinya bencana alam gunung aktif yang akan meletus, selanjutnya adalah melakukan perhitungan node yang akan mengindikasikan bahwa masing-masing sample akan memiliki kasus pada setiap kategori. Masing-masing atribut biasanya memiliki jumlah kasus yang berbeda. Kemudian yang harus dilakukan yaitu melakukan perhitungan awal untuk menentukan nilai *entropy* dan *gain* dalam mencari hasil akhir keputusan.

Tabel 2. Perhitungan Node Awal Penelitian (Node 1)

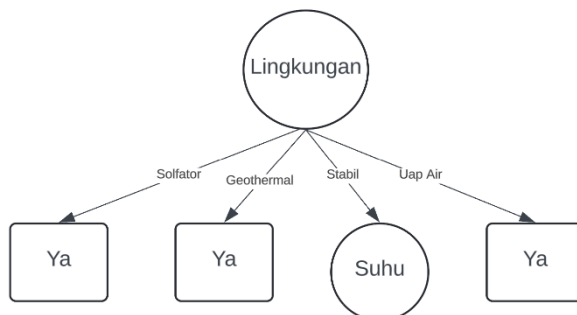
Node			Jml Kasus	Tidak	Ya	Entropy	Gain
1	TOTAL		30	10	20	0,918295834	
	Iklim						0,331847069
		Kering	14	4	10	0,863120569	
		Lembab	6	2	4	0,918295834	
		Basah	10	4	6	0,970950594	
	Perubahan Suhu						0,701955001
		Naik	12	0	12	0	
		Normal	8	6	2	0,811278124	
		Turun	10	4	6	0,970950594	
	Faktor Lingkungan						0,918295834
		Solfatar	8	0	8	0	
		Geothermal	6	0	6	0	
		Stabil	12	10	2	0,650022422	
		Uap Air	4	0	4	0	
	Fenomena Sekitar						0,5509775
		Gempa Kecil	12	4	8	0,918295834	
		Geiser	6	0	6	0	
		Pelepasan Material	6	0	6	0	
		Tidak Ada	6	6	0	0	

Langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai entropi dari semua kasus berdasarkan kategori diatas, serta melakukan perhitungan *gain* untuk setiap atribut. Baris pada total kolom entropi dihitung menggunakan rumus entropi seperti berikut

$$Entropy(Total) = (-\frac{5}{15} * \log_2(\frac{5}{15})) + (-\frac{10}{15} * \log_2(\frac{10}{15}))$$

$Entropy(Total) = 0,918295834$

Hasil perhitungan entropi yaitu 0,918295834 yang nantinya akan menjadi akar untuk menghitung nilai *gain*. Setelah menghitung nilai entropi, selanjutnya melakukan perhitungan nilai *gain*. Nilai *Gain* akan dihitung pada setiap atribut yang diujikan dan disesuaikan dengan nilai entropi pada masing-masing atribut. Perhitungan yang sudah diselesaikan secara keseluruhan pada tabel kemudian akan dicari nilai *Gain* terbesar, faktor yang memiliki nilai *gain* terbesar akan menjadi akar atau node awal. Setelah semua nilai entropi terisi, kemudian barulah nilai *gain* dapat dihitung dan ditentukan untuk mencari atribut mana yang memiliki nilai terbesar. Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa setelah hasil perhitungan *gain* tertinggi ada di faktor lingkungan sebesar 0,918295834, sehingga Faktor Lingkungan akan menjadi node akar/awal pada pohon keputusan. Berikut pohon keputusan yang terbentuk pada awal penelitian dan dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Pohon Keputusan Node 1

Setelah mendapatkan node akar dan daun yang dibuat untuk pohon keputusan awal, selanjutnya adalah peneliti melakukan perhitungan jumlah kasus untuk keputusan *Yes* dan jumlah kasus untuk keputusan *No* serta entropi tertinggi dari semua kasus yang dibagi berdasarkan atribut Iklim, Perubahan Suhu dan Fenomena Sekitar yang dapat menjadi node akar dari nilai atribut yaitu “Stabil”. Setelah itu menghitung kembali nilai *gain* untuk mencari nilai tertinggi selanjutnya untuk membentuk pohon keputusan. Berikut tabel yang menunjukkan perhitungan selanjutnya yaitu pada node 1.1 dimana *gain* terbesar ada pada atribut Suhu dengan nilai 0,650022422 sehingga node 1.1 yang belum memiliki identitas bisa diganti dengan Atribut Suhu.

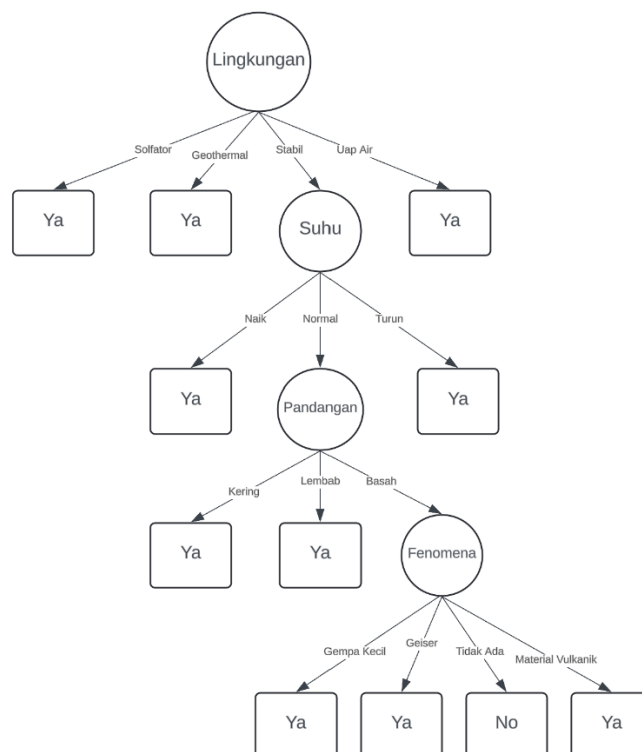
Tabel 3. Perhitungan Selanjutnya (Node 1.1)

Node			Jml Kasus	Tidak	Ya	Entropy	Gain
1.1	Faktor Lingkungan - Stabil		12	10	2	0,650022422	
	Iklim						0,190874505
		Kering	6	4	2	0,918295834	
		Lembab	2	2	0	0	
		Basah	4	4	0	0	
	Perubahan Suhu						0,650022422
		Naik	1	0	1	0	
		Normal	6	6	0	0	
		Turun	5	4	1	0,721928095	
	Fenomena Sekitar						0,109170339
		Gempa Kecil	8	6	2	0,811278124	

		Geiser	0	0	0	0
		Pelepasan Material	0	0	0	0
		Tidak Ada	4	4	0	0

Pada Node 1.1 dapat dilihat bahwa Perubahan Suhu berada pada nilai gain terbesar yaitu 0,650022422 sehingga dapat diambil sebagai cabang berikutnya pada pohon keputusan yang akan dibuat. Hasil yang didapat dari perhitungan selanjutnya akan nampak pohon keputusan seperti pada gambar dibawah ini. Tingkat selanjutnya pada pohon keputusan ini memiliki node cabang yaitu faktor Perubahan Suhu dengan keputusan apabila Suhu yang dihasilkan Naik dan keputusannya "Ya" maka kesimpulan yang dihasilkan merupakan tanda-tanda akan terjadinya bencana. Begitupun jika Suhunya turun akan menjadi tanda-tanda terjadinya bencana. Namun jika suhunya Normal harus dicari kembali nilainya dalam bentuk node 1.1.1.

Perhitungan akan terus dilakukan sampai semua atribut tidak ada lagi yang perlu diklasifikasikan. Langkah yang dibuat mirip dengan langkah sebelumnya yaitu menentukan nilai entropi dan gain dengan rumus yang sudah diberikan sebelumnya. Perhitungan dilakukan sampai node ke 1.1.1.1. dimana Node berikutnya yang ditunjukkan pada node 1.1.1 menghasilkan keputusan akhir yaitu Faktor Pandangan dan pada node 1.1.1.1 menghasilkan keputusan akhir yakni Faktor Fenomena Sekitar. Ketika semua atribut sudah dihitung dan diklasifikasikan sehingga akan menghasilkan pohon keputusan akhir sebagai berikut yang tampak ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 5. Pohon Keputusan Prediksi Bencana Gunung Meletus pada Gunung aktif di Indonesia

Pada hasil akhir dapat dilihat dan dipastikan memiliki nilai dan keputusan akhir maka yang selanjutnya dilakukan adalah mengambil keputusan dari pohon keputusan tersebut. Kesimpulan yang didapat dari pohon keputusan diatas yaitu Atribut pertama akan menjadi akar atau awal untuk mengetahui tanda-tanda gunung aktif akan meletus yaitu bisa dilihat dari faktor Lingkungan Sekitar yaitu adanya Solfatar (gas sulfur atau disebut juga sebagai belerang yaitu material yang keluar dari dalam perut bumi), kemudian tanda selanjutnya yaitu Geothermal (panas bumi) dan terdapat Uap Air dengan keputusan akhir yaitu "Ya". Tanda-tanda gunung aktif akan meletus selanjutnya juga bisa dilihat pada bagian Suhu dimana jika Suhu mengalami tanda Naik dan disertai dengan salah satu Faktor Lingkungan yang memiliki keputusan "Ya" maka kemungkinan akan terjadi gunung meletus. Namun berbeda jika ternyata suhu yang dihasilkan yaitu suhu Normal maka harus dicari lagi tanda

lain yang memungkinkan terjadinya bencana tersebut. Kemudian selanjutnya pada atribut Iklim dapat dilihat bahwa jika kondisi Kering, disertai Perubahan Suhu dan Faktor Lingkungan dengan keputusan Ya, maka menghasilkan prediksi akan adanya gunung meletus. Tetapi sebaliknya jika pandangan dalam kondisi Basah (bisa saja terjadi karena turun hujan sehingga mengakibatkan lingkungan warga menjadi basah) kemungkinan yang terjadi yaitu tidak ada bencana gunung meletus akan terjadi. Terakhir, pada pohon keputusan jika atribut Fenomena Sekitar dimana jika keputusan akhirnya menyatakan Ya, maka prediksi gunung meletus bisa saja terjadi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Gunung aktif yang bisa saja meletus sewaktu-waktu tentu nantinya akan membawa material yang berbahaya bagi organisme yang dilaluinya termasuk makhluk hidup, terdapat kerugian yang akan dialami juga oleh warga sekitar, karena itu kewaspadaan mutlak diperlukan untuk menanggulangi kerugian yang akan dihasilkan dari peristiwa tersebut. Maka dengan adanya prediksi yang dibuat dengan pohon keputusan ini diharapkan dapat dilakukan pencegahan dan mengurangi dampak kerugian yang akan dihasilkan bagi masyarakat atau lingkungan sekitar gunung aktif. Pihak terkait maupun dinas terkait juga dapat mengetahui serta melihat pola dan tanda-tanda yang mengakibatkan bencana gunung aktif bisa meletus yang sekiranya akan terjadi di Indonesia. Sehingga diharapkan menjadi acuan dalam pembuatan aplikasi serupa baik web atau aplikasi *mobile* agar dapat membantu dalam mencoba menerapkan tanda-tanda gunung aktif akan meletus sehingga bisa mengurangi dampak resiko yang akan ditimbulkan. Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna sehingga dapat dikembangkan kembali dengan menambah beberapa atribut lainnya yang juga berkaitan dengan fenomena maupun tanda-tanda bencana alam lainnya yang belum ditambahkan dan belum disebutkan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, R. W. (2016). Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Penanggulangan Bencana Alam Di Indonesia Berbasis Web. *Bina Insani ICT Jurnal*.
- [2] Hermon, D. (2015). *Geografi Bencana Alam*. Depok: Rajagrafindo Persada.
- [3] Azwanti, N., & Elisa, E., Analisa Kepuasan Konsumen Menggunakan Algoritma C4.5, Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial Dan Teknologi (SNISTEK), (3), 126–131, 2021.
- [4] Stevany, Demi, Andri Suprayogi, and Abdi Sukmono. "Pemetaan Jalur Evakuasi Bencana Letusan Gunung Raung Dengan Metode Network Analisis." *Jurnal Geodesi Undip* vol. 5. No. 4, Pages 91-100, 2016.
- [5] Mukhtar, Muhammad Hisyam. *Implementasi pathfinding dengan algoritma johnson pada npc untuk game mitigasi pasca bencana gunung meletus*. Diss. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2022
- [6] Setio, P.B.N., et al., Klasifikasi dengan Pohon Keputusan Berbasis Algoritme C4.5, PRISMA : Prosiding Seminar Nasional Matematika, 2020.
- [7] Adinda, Puja Restu. "Pohon Keputusan C4.5 Algoritma Untuk Klasifikasi Program Bantuan Belajar." *Jurnal Portal Data*, Vol. 2 No.9, 2022.
- [8] Damanik, S. F., Wanto, A., & Gunawan, I. "Penerapan Algoritma Decision Tree C4.5 untuk Klasifikasi Tingkat Kesejahteraan Keluarga pada Desa Tiga Dolok". *Jurnal Krisnadana*, Vol. 1 No. 2, 2022, Pages 21-32.
- [9] Marlina, D., Bakri, M., Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Transaksi Nasabah Dengan Algoritma C4.5, *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSDI)*, Vol. 2, No. 1, Maret 2021.
- [10] Putri, S.U., et al., Implementasi Data Mining Untuk Prediksi Penyakit Diabetes Dengan Algoritma C4.5, *Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, Vol. 2, No. 1, Januari 2021.
- [11] Utomo, D.P., Mesran, Analisis Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining dan Reduksi Atribut Pada Data Set Penyakit Jantung, *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, April 2020.
- [12] Selvia Lorena Br Ginting, et al., Analisis Dan Penerapan Algoritma C4.5 Dalam Data Mining Untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Berdasarkan Data Nilai Akademik, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi, November 2014.
- [13] Kusrini, 2009, *Algoritma Data Mining*, Yogyakarta: Andi.

- [14] Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana
- [15] Pudjiastuti, S. R. (2019). Mengantisipasi Dampak Bencana Alam. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 1-10.
- [16] Prasongko, E. T. (2020). Gunung Berapi di Indonesia. Alprin.
- [17] Sari, R. N., & Purwanto, I. “Data Mining Peminatan Mata Kuliah Pilihan Mahasiswa Tingkat Akhir Jurusan Informatika Menerapkan Algoritma C4. 5. Bulletin of Computer Science Research”, *Bulletin of Computer Science Research*, 2023.