

**IMPLEMENTASI *DECISION TREE* DALAM PENENTUAN  
STATUS BANGUNAN AMAN BENCANA ANGIN PUTING  
BELIUNG**

**SKRIPSI**



**OLEH:**

**ERWIN**

**2020020019**

**PRODI TEKNIK INFORMATIKA**

**KONSENTRASI RPL**

**UNIVERSITAS HANDAYANI**

**MAKASSAR 2024**

## **Letter of Acceptance (LoA)**

No: LoA/JFE-932/VIII/2024

Diberitahukan bahwa, Naskah artikel ilmiah dengan judul:

### **Implementasi *Decision Tree* Dalam Penentuan Status Bangunan Aman Bencana Angin Puting Beliung**

Yang diserahkan oleh:

*Erwin<sup>1</sup>, Muh. Adnan Nur<sup>2</sup>, dan Hazriani<sup>3</sup>*

*<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Informatika, Universitas Handayani Makassar,*

*<sup>3</sup> Program Studi Sistem Komputer, Universitas Handayani Makassar*

Telah diterima untuk dipublikasikan pada

**Jurnal Fokus Elektroda Vol 9 No 3 Tahun 2024**

Demikian surat ini dibuat dan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kendari 22 Agustus 2024

Redaksi

  
JURNAL Fokus  
**Elektroda**

Dr. Ir. Muh Nadzirin Anshari Nur, S.Kom., MT

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**IMPLEMENTASI *DECISION TREE* DALAM PENENTUAN STATUS**  
**BANGUNAN AMAN BENCANA ANGIN PUTING BELIUNG**

Oleh:

ERWIN

2020020019

Telah dipertahankan dan diajukan dihadapan sidang penguji skripsi Universitas Handayani Makassar pada hari Jum'at, 27 September 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

**TIM PENGUJI**

Dr. Eng. Hazriani, S.Kom., MT.

1.

Ketua Sidang

M. Adnan Nur, S.Kom., MT.

2.

Sekretaris Sidang

Dr. Eng. Abdul Jalil, S. Kom., M.Kom.

3.

Anggota

Herlina, S.Kom., M.Si.

4.

Anggota

Dr. ir. Abdul Latief Arda, M. Si., M. Kom.

5.

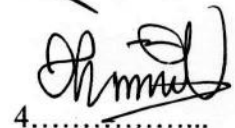
Anggota

**TANDA TANGAN**

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

Mengesahkan

Ketua Jurusan Teknik Informatika

  
**Pujianti Wahyuningsih., S.Kom., M.Kom.**

Dekan Fakultas Komputer

  
**Dra. Najirah Umar, S.Kom., MT.**

# Implementasi *Decision Tree* Dalam Penentuan Status Bangunan Aman Bencana Angin Puting Beliung

ERWIN

Dibimbing oleh: Dr. Eng. Hazriani, S. Kom., M.T. dan M. Adnan Nur, S. Kom.,  
M.T.

## ABSTRAK

Kemandirian masyarakat dalam memilih dan menentukan bangunan shelter saat terjadi angin puting beliung sangat penting untuk mencegah korban jiwa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil analisis parameter penentuan status bangunan aman untuk bencana angin puting beliung dengan algoritma *decision tree*, serta untuk mengetahui performa metode *decision tree* dalam menentukan bangunan aman bencana angin puting beliung. Dataset penelitian terdiri dari 388 record yang mencakup kondisi bangunan di kelurahan Rappocini, Kota Makassar, setelah melalui proses *cleaning* data, diperoleh 116 data, yang terdiri atas 51 aman dan 65 tidak aman. Algoritma *decision tree* yang diimplementasikan pada penelitian ini adalah *C.45* dengan menerapkan *K-Fold Cross Validation* dengan nilai  $K=5$  untuk menguji akurasi. Selain menerapkan *K-Fold Cross Validation*, dilakukan juga pengujian *prototype* aplikasi sebanyak 12 data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter kolom bangunan memiliki nilai gain tertinggi, yaitu 0.76, diikuti oleh parameter rangka atap sebesar 0.48 dan parameter atap sebesar 0,03. Pengujian menggunakan *K-Fold Cross Validation* ( $Kfold=5$ ) menunjukkan akurasi algoritma sebesar 91,08%. Sedangkan hasil pengujian melalui *prototype* aplikasi (sebanyak 12 data uji) menunjukkan kemampuan optimal algoritma *C4.5* dalam menentukan status bangunan *shelter* angin puting beliung sebesar 88,9%.

**Kata kunci** — Angin puting beliung, shelter, konstruksi bangunan, Decision Tree, C.45.

# ***Implementation of Decision Tree in Determining the Safe Building Status of Tornado Disaster***

***ERWIN***

*Guided By: Dr. Eng. Hazriani, S. Kom., M.T. dan M. Adnan Nur, S. Kom., M.T.*

## ***ABSTRACT***

*Community independence in choosing and determining shelter buildings during a tornado is very important to prevent casualties. This study aims to find out the results of the analysis of parameters for determining the status of safe buildings for tornado disasters with the decision tree algorithm, as well as to determine the performance of the decision tree method in determining safe buildings for tornado disasters. The research dataset consisted of 388 records covering the condition of buildings in Rappocini Village, Makassar City, after going through the data cleaning process, 116 data were obtained, consisting of 51 safe and 65 unsafe. The decision tree algorithm implemented in this study is C.45 by applying K-Fold Cross Validation with a value of K=5 to test the accuracy. In addition to implementing K-Fold Cross Validation, 12 application prototypes were also tested. The results showed that the building column parameter had the highest gain value, which was 0.76, followed by the roof truss parameter of 0.48 and the roof parameter of 0.03. Testing using K-Fold Cross Validation (Kfold=5) shows an algorithm accuracy of 91.08%. Meanwhile, the test results through the application prototype (as many as 12 test data) show the optimal ability of the C4.5 algorithm in determining the status of tornado shelter buildings by 88.9%.*

*Keywords — Tornado, shelter, building construction, Decision Tree, C.45.*

## KATA PENGANTAR

### **Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarakatuh.**

Sesungguhnya segala puji bagi Allah سبحانه و تعالى, kami memuji-Nya, memohon pertolongan kepadaNya, memohon ampunan kepada-Nya, bertaubat Kepada-Nya dan kami berlindung kepada Allah dari kejahatan diri kami dan keburukan perbuatan kami. Berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Sholawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada ummatnya sampai akhir zaman.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana (S1) pada Universitas Handayani Makassar dan juga merupakan laporan akhir yang wajib diselesaikan oleh setiap mahasiswa Universitas Handayani Makassar. Semoga dapat memberikan nilai tambah bagi semua pihak yang terkait didalamnya dan khususnya kepada penulis.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berupa sumbangan pemikiran, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus tulusnya kepada yang terhormat:

1. Kedua orang tua yang sangat tercinta, kepada bapak yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang, serta kepada ibu yang telah mendahului kami, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada ibu dan memberikan tempat terbaik di sisi-Nya. Saya

berterima kasih kepada bapak atas semua doa, semangat, dan pengorbanan yang telah diberikan selama ini.

2. Diri saya sendiri, yang telah mampu kooperatif dalam mengerjakan tugas akhir ini. Terima kasih karena selalu berfikir positif ketika keadaan sempat tidak berpihak, dan selalu berusaha mempercayai diri sendiri hingga akhirnya diri saya mampu membuktikan bahwa saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Dr. Eng. Hazriani, S. Kom., MT., selaku pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini, sehingga dapat selesai dengan baik.
4. M. Adnan Nur, S. Kom., M.T., selaku pembimbing II yang telah memberikan banyak arahan dan masukan dalam penyusunan skripsi sehingga dapat selesai dengan baik
5. Pujianti Wahyuningsih S. Kom., M. Kom, selaku ketua jurusan Teknik Informatika Universitas Handayani Makassar.
6. Tim penguji Universitas Handayani Makassar
7. Dosen Universitas Handayani Makassar yang telah berbagi ilmu serta motivasi kepada penulis.
8. Kepada para sahabat tercinta Muh Supri, Fitriani, Hermin Pakondong, Andi Khozin Mubarak, Muh Fauzan, Fita Dian Sari, Darma, Nelva Juliantini, Darmawan Setiawan, Muh Rusdi dan Ayu Tarisa Putri yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta selalu kompak dalam kebersamaan merasakan susahnyanya pengerjaan tugas akhir.

9. Kepada seseorang yang pernah bersama penulis dan tidak dapat penulis sebutkan namanya, terima kasih atas kekecewaan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Ternyata, perginya Anda dari kehidupan penulis memberikan motivasi yang cukup untuk terus maju dan berproses menjadi pribadi yang lebih memahami arti pengalaman, pendewasaan, kesabaran, dan menerima kehilangan sebagai bagian dari proses penempatan menghadapi dinamika hidup. Terima kasih telah menjadi bagian yang menyenangkan sekaligus menyakitkan dari perjalanan pendewasaan ini. Pada akhirnya, setiap orang ada masanya, dan setiap masa ada orangnya.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak sempat penulis sebutkan semuanya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penulis sebagai manusia biasa. Olehnya itu, penulis mengharapkan adanya saran atau kritikan yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan skripsi ini dimasa mendatang.

Akhirnya semoga rahmat Allah سبحانه و تعالی tetap tercurahkan untuk segala rencana dan aktivitas kita, semoga pula skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

**Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.**

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	III
KATA PENGANTAR .....	V
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR TABEL.....	X
DAFTAR GAMBAR .....	XI
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	5
F. Penegasan Konsep.....	5
G. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Landasan Teori.....	8
B. Alat Pendukung.....	22
C. Metode Pengujian Sistem.....	25
D. Kerangka Berpikir.....	26
E. Penelitian Terkai .....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Penggambaran Sistem .....	30
B. Analisis Kebutuhan Sistem .....	33

C. Metode Pengumpulan Data.....	34
D. Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	35
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLENTASI SISTEM .....	35
A. Pemodelan sistem .....	35
B. Perancangan Database .....	41
C. Perancangan Antar Muka .....	42
D. Implementasi Algoritma.....	45
E. Implementasi Sistem .....	50
F. Pengujian Algoritma.....	52
G. Data Uji 10% .....	53
H. Blakbox.....	55
BAB V PENUTUP.....	58
A. Kesimpulan .....	58
B. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3 1. use case sistem yang sedang berjalan .....	30
Gambar 3 2. use case diagram yang diusulkan .....	31
Gambar 4 1 Usecase Diagram .....	36
Gambar 4 2 Aktifity Diagram Oleh Pihak Kelurahan .....	37
Gambar 4 3 Aktifity Diagram Oleh Masyarakat .....	38
Gambar 4 4 Sequance Diagram Pihak Kelurahan .....	39
Gambar 4 5 Sequance Diagram Masyarakat .....	40
Gambar 4 6 Class Digram .....	40
Gambar 4 7 Laporan Lokasi Bangunan Shelter .....	42
Gambar 4 8 Input Login.....	43
Gambar 4 9 Input Data Kriteria.....	44
Gambar 4 10 Input Data Bangunan .....	45
Gambar 4 11 Pohon Keputusan.....	49
Gambar 4 12 Login .....	50
Gambar 4 13 Data Kriteria .....	50
Gambar 4 14 Data Bangunan Aman.....	51
Gambar 4 15 Klasifikasi C.45 .....	51
Gambar 4 16 Laporan .....	52
Gambar 4 17 Status Bangunan .....	52
Gambar 4 18 Rekomendasi Bangunan Shelter .....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Simbol-simbol dalam use case diagram.....	16
Tabel 2 2 Simbol-simbol dalam actifity diagram.....	18
Tabel 2 3 Simbol-simbol dalam sequance diagram .....	19
Tabel 2 4 Simbol-simbol dalam class diagram .....	21
Tabel 2 5 Penelitian Terkait .....	26
Tabel 3 1 Parameter/kriteria konstruksi bangunan.....	32
Tabel 4 1 Pengguna.....	41
Tabel 4 2 Data Bangunan.....	41
Tabel 4 3 Data Kriteria.....	42
Tabel 4 4 Data Latih.....	46
Tabel 4 5 Pengujian K-Fold Cross Validation .....	52
Tabel 4 6 testing data 10% .....	53
Tabel 4 7 Hasil Pengujian Form Login .....	55
Tabel 4 8 Hasil Pengujian Menu Data Bangunan .....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar belakang**

Terletak tepat di garis khatulistiwa, Indonesia mempunyai potensi bencana alam yang serius seperti angin puting beliung. Angin puting beliung merupakan angin yang sangat kencang dan sangat kuat dengan kecepatan pusaran angin 120 km/jam bahkan lebih (Maromon et al., 2019). Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), angin puting beliung merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi, terhitung 21% dari seluruh bencana alam di Indonesia (Iryanthony, 2015). Bencana angin puting beliung paling sering terjadi di Provinsi Jawa Tengah, dengan total kejadian mencapai 488. Di wilayah Indonesia bagian timur, terdapat 112 kejadian di Nusa Tenggara Timur, 96 kejadian di Provinsi Sulawesi Tenggara, dan 96 kejadian di Provinsi Sulawesi Selatan (Nurjani et al., 2015).

Di provinsi sulawesi selatan khususnya kota makassar yang berpenduduk cukup padat dengan total 1.432.200 jiwa pada tahun 2023 (Amari, 2023). Berdasarkan laporan Indeks Resiko Bencana Indonesia (IRBI) BNPB 2023, secara umum kota makassar termasuk dalam kategori kota dengan indeks resiko bencana tinggi. Lebih lanjut dalam laporan tersebut, indeks resiko kota makassar untuk jenis ancaman angin puting beliung di kategorikan 12:00 (sedang) (Kutlu, 2023).

Angin puting beliung terjadi karena angin bergerak atau bertiup dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan lebih rendah karena dipengaruhi oleh faktor perbedaan tekanan udara antara lokasi yang satu dengan lokasi yang lain. Dampak angin puting beliung dapat menumbangkan pohon, merobohkan atap rumah warga bahkan dapat memakan korban jiwa (Hasanah et al., 2022). Untuk menghadapi tantangan ini, pemerintah perlu memiliki data yang akurat untuk menangani bencana tersebut di seluruh provinsi. Data bencana ini perlu dikategorisasikan atau dikelompokkan berdasarkan tingkat kerentanan wilayah (kerentanan tinggi, kerentanan sedang, kerentanan rendah), sehingga memungkinkan dilakukannya upaya penanggulangan bencana sesuai dengan karakteristik masing-masing wilayah secara efektif (Haniya et al., 2021).

Dalam menanggulangi bencana tersebut peran pemerintah tidak cukup, melainkan harus dibarengi dengan kemandirian individu masyarakat sebelum, saat serta pasca terjadi bencana (Iryanthony, 2015). Sebelum terjadi bencana pemerintah atau masyarakat harus mempunyai gambaran yang berisi petunjuk penyelamatan diri dan peringatan dini sebelum bencana itu terjadi serta membuat jalur evakuasi yang tersedia (SukContoh BIssa JTabarearno et al., 2019). Saat terjadi bencana, korban yang terdampak pastinya membutuhkan satu tempat pengungsian (*shelter*) yang nyaman dan sesuai. Bangunan *shelter* adalah fasilitas umum yang apabila terjadi bencana alam digunakan untuk mngevakuasi pengungsi, namun bisa juga digunakan untuk fasilitas umum apabila tidak terjadi bencana. Syarat bangunan *shelter* adalah bangunan yang tahan dari bencana alam dan bisa menampung banyak orang. (Taufiq & Mushthofa, 2023). Untuk

menentukan *shelter* angin puting beliung, harus dipastikan struktur bangunan kuat dan stabil dengan mempertimbangkan beban angin, memenuhi persyaratan teknis, dan menerapkan standar bangunan yang ada untuk menahan kekuatan angin yang tinggi (Triana et al., 2018).

Masalah yang terjadi di Kota Makassar adalah kurangnya sistem dari Pemerintah Daerah, khususnya Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Makassar, untuk menentukan cara cepat dan tepat dalam mencari lokasi bangunan atau *shelter* yang berstatus aman ketika terjadi bencana angin puting beliung. Ketidakjelasan informasi mengenai titik-titik lokasi bangunan atau *shelter* yang layak dapat menyebabkan keadaan warga yang menjadi panik, sehingga proses evakuasi menjadi lambat dan sulit. Keadaan evakuasi yang lamban dan tidak teratur, ditambah dengan kepanikan yang tidak terkendali di kalangan korban bencana, berpotensi meningkatkan jumlah kematian.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (haedir et al., 2023), dengan judul *Penentuan Lokasi Shelter Potensial Berdasarkan Karakteristik Penyintas Bencana Menggunakan metode ELECTRE*, penelitian tersebut di fokuskan terhadap penentuan lokasi *shelter* potensial untuk bencana banjir berdasarkan karakteristik penyintas. Sedangkan penelitian ini akan lebih berfokus pada parameter konstruksi bangunan untuk menentukan status aman atau tidak suatu lokasi ketika terjadi bencana. Selain itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya, di mana direkomendasikan menggunakan metode pohon keputusan (*Decision Tree*). Dengan menggunakan metode *decision tree*, sistem dapat mengklasifikasikan status keamanan suatu

bangunan atau *shelter* dengan cepat, sehingga pencegahan resiko bencana dapat dilakukan sedini mungkin.

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, untuk membantu masyarakat dalam menghadapi bencana alam khususnya angin puting beliung di kota Makassar, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “*Implementasi Decision Tree Dalam Penentuan Status Bangunan Aman Bencana Angin Puting Beliung*”.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana hasil analisis parameter penentuan status bangunan aman untuk bencana angin puting beliung dengan algoritma *decision tree*?
2. Bagaimana performa algoritma *decision tree* dalam penentuan lokasi bangunan aman untuk bencana angin puting beliung?

## **C. Batasan Masalah**

Karena penelitian ini menyangkut permasalahan yang luas, maka penulis membatasi permasalahan pada beberapa hal, yaitu:

1. Sistem ini akan merekomendasikan bangunan berstatus aman untuk bencana angin puting beliung di kota makassar, khususnya di kelurahan rappocini.
2. Sistem ini berbasis website dan menyajikan pemetaan bangunan aman dan bangunan tidak aman terhadap bencana angin puting beliung.
3. Sistem ini menggunakan algoritma *C.45* pada *decision tree* dalam menentukan keamanan bangunan untuk bencana angin puting beliung.

4. Parameter atau kriteria yang digunakan mengadopsi atau mengikuti penelitian sebelumnya oleh (Maromon et al., 2019).
5. Penelitian ini tidak mempertimbangkan kualitas bahan bangunan sebagai parameter.
6. Penelitian ini tidak berfokus pada tingkat kekuatan angin puting beliung.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penulis merumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil analisis parameter penentuan status bangunan aman untuk bencana angin puting beliung dengan algoritma *decision tree*.
2. Untuk mengetahui performa metode *decision tree* dalam menentukan bangunan aman untuk bencana angin puting beliung.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat bagi pengguna atau masyarakat, untuk memberikan informasi mengenai lokasi bangunan berstatus aman untuk korban bencana angin puting beliung.

#### **F. Penegasan Konsep**

Untuk memudahkan dalam memahami judul Tugas Akhir mengenai “*Implementasi Decision Tree Dalam Penentuan Kelayakan Shelter Bencana Pada Kota Makassar*” maka penulis perlu untuk memberikan penegasan dan penjelasan seperlunya, yaitu:

1. *shelter* adalah pusat evakuasi darurat yang didirikan sebagai tindakan pertolongan bencana tergantung pada situasi bencana. Secara umum,

*shelter* harus menyediakan ruang yang cukup bagi setiap korban yang terkena dampak untuk melakukan aktivitas utama seperti tidur, makan, menyimpan makanan dan air, berpakaian, dan melindungi aset penting. Selain itu, *shelter* juga harus memenuhi kebutuhan privasi dengan memisahkan penghuni berdasarkan jenis kelamin, keluarga, dan kelompok umur sesuai norma sosial dan budaya yang berlaku (Taufiq & Mushthofa, 2023)

2. *Decision Tree* merupakan struktur pohon dimana setiap simpul pohon mewakili atribut yang diuji, setiap cabang mewakili subdivisi hasil pengujian, dan simpul daun mewakili kelompok kelas tertentu. Node teratas dari pohon keputusan adalah node root, yang biasanya merupakan atribut yang memiliki dampak paling besar pada kelas tertentu. Umumnya, pohon keputusan melakukan strategi pencarian solusi dari atas ke bawah. Saat mengklasifikasikan data yang tidak diketahui, nilai atribut diuji dengan mengikuti jalur dari node akar (root) ke node tujuan (leaf), dan kemudian kelas yang memiliki data baru tersebut diprediksi. Dengan kata lain, pohon keputusan adalah salah satu dari metode klasifikasi (Akbar et al., 2022).

## **G. Sistematika Penulisan**

### **1. BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, penegasan konsep

## 2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan teori berupa definisi atau penelitian terkait dan kerangka berpikir.

## 3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang penggambaran sistem yang berupa sistem berjalan dan sistem yang diusulkan, analisis kebutuhan sistem, dan teknik pengumpulan data.

## 4. BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM

Pada bab ini dijelaskan hasil dari analisa serta menerapkan dalam bentuk code program.

## 5. BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Konsep Dasar Implementasi**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, implementasi adalah pelaksanaan dan penerapan, dimana keduanya bertujuan untuk menemukan bentuk dari sesuatu yang telah disepakati terlebih dahulu. Implementasi merupakan proses memastikan suatu kebijakan dan pencapaian kebijakan itu (Rosad, 2019).

Tujuan implementasi dari suatu sistem adalah untuk menyelesaikan desain sistem yang disetujui, menguji dan mendokumentasikan program dan prosedur sistem yang diperlukan, memastikan bahwa staf terkait dapat menggunakan sistem baru dan memastikan peralihan dari sistem lama ke sistem baru dapat berlangsung dengan baik dan benar (Rifqo & Wijaya, 2017).

##### **2. *Decision Tree***

Metode *Decision Tree* (juga dikenal sebagai pohon keputusan) adalah model visual yang dirancang untuk menyederhanakan proses pengambilan keputusan yang rasional. Visualisasi ini memungkinkan kita memahami proses pengambilan keputusan rasional yang terstruktur dan selangkah demi selangkah. Pengambilan keputusan berarti memilih diantara alternatif keputusan yang tersedia (Firmansyah & Aufany, 2016).

Konsep pohon keputusan (*Decion Tree*) adalah mengubah data menjadi pohon keputusan dan aturan keputusan. Keuntungan utama menggunakan pohon keputusan (*Decision Tree*) adalah proses pengambilan keputusan yang kompleks dapat lebih mudah diuraikan, memungkinkan pengambil keputusan untuk menafsirkan solusi masalah dengan lebih baik (Khoeri & Iskandar Mulyana, 2021).

Penggunaan algoritma pohon keputusan yang terkenal adalah C4.5. Pada akhir 1970-an, dan awal 1980-an, peneliti pembelajaran mesin J. Ross Quinlan mengembangkan algoritma pohon keputusan yang disebut ID3 (Iterative Dichotizer). Quinlan selanjutnya mengembangkan algoritma ID3 menjadi algoritma C4.5. Ini merupakan perbaikan dari algoritma sebelumnya, Algoritma Keputusan. (Khoeri & Iskandar Mulyana, 2021). Algoritma pohon keputusan termasuk dalam Aplikasi Klasifikasi Data Mining (Marutho, 2019). Algoritma pohon keputusan membuat pohon keputusan dari data pelatihan berupa record di database. Algoritma pohon keputusan banyak digunakan karena memungkinkan pola, pengetahuan, atau informasi digambarkan secara eksplisit dalam bentuk pohon keputusan. Algoritma pohon keputusan terdiri dari kumpulan node yang dihubungkan oleh cabang. Cabang tersebut bergerak ke bawah dari simpul akar (*root*) dan Diakhiri dengan simpul daun (*leaf*) (Meilina, 2015).

Simpul daun (*leaf node*) merupakan simpul yang sudah tidak dapat terurai lagi. Node daun sebanyak mewakili prediksi jawaban masalah (data uji). Pohon keputusan dibalik sehingga simpul akar berada di atas dan

simpul daun berada di bawah. Konsep entropi (S) adalah perkiraan jumlah bit yang diperlukan untuk dapat mengekstrak kelas (+ atau -) dari dataset acak dalam ruang sampel S (Meilina, 2015).

Kita dapat mengatakan bahwa entropi adalah persyaratan bit untuk menentukan suatu kelas. Semakin kecil nilai entropi maka semakin banyak entropi yang digunakan saat mengekstraksi kelas (Utami, 2020) Entropi digunakan untuk mengukur kepaluan S.

Konsep entropi digunakan untuk menentukan atribut mana yang dimiliki pohon. Semakin tinggi entropi suatu sampel, semakin rendah kemurnian sampel tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung entropi sampel S adalah:

$$\text{Entropi (S)} = \sum_i^c - p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

Dimana:

S Himpunan Kasus

A Fitur

n Jumlah Partisi

$p_i$  Proporsi dari  $S_i$  terhadap S

Konsep Gain (S(A)) merupakan informasi nilai fitur A yang dibandingkan data keluaran S. Informasi diperoleh dari data keluaran atau variabel S dikumpulkan sesuai karakteristik A, diperoleh nilai (S(A)) (Khoeri & Iskandar Mulyana, 2021)

$$\text{Gain (SA)} = \text{Entropy(S)} - \sum_{i=1}^{n|S_i|} - * \text{Entropy}(S_i) \quad (2)$$

S Himpunan Kasus

A	Atribut
N	Jumlah Partisi Atribut A
Si	Jumlah Kasus Pada Partisi Ke i
S	Jumlah Kasus Dalam S

### 3. Bangunan Aman

Bangunan dianggap aman dan stabil apabila konstruksi atau struktur yang bekerja pada bangunan mampu menahan beban gravitasi (beban mati, beban dan beban hidup) serta mampu menahan beban dari bencana (Parinang et al., 2023).

Bangunan yang digunakan sebagai tempat berlindung ketika terjadi bencana disebut sebagai *shelter* (F. H. Nikmah & Umar, 2023). *Shelter* adalah bangunan yang difungsikan sebagai tempat pengungsian yang nyaman dan tepat bagi korban bencana sehingga korban bencana bisa mendapatkan tempat evakuasi sementara selama bencana alam menimpa suatu daerah. Selain sebagai tempat evakuasi sementara jika tidak terjadi bencana, bangunan *Shelter* menjadi tempat umum yang bisa difungsikan sebagai penyedia kebutuhan-kebutuhan sekunder warga lokal (Muzaky et al., 2022).

Dari penjelasan lain *shelter* merupakan fasilitas umum yang digunakan untuk mengevakuasi pengungsi jika terjadi bencana (gempa bumi, banjir, tsunami, angin puting beliung, dan lain-lain), namun dapat juga digunakan pada fasilitas umum lainnya, contohnya tempat rekreasi, ibadah, dan lokasi lainnya pada saat tidak terjadi bencana (Tofani et al.,

2022). Syarat *shelter* evakuasi adalah bangunan tingkat satu atau lebih yang tahan gempa, tahan cuaca, dan bisa menampung banyak orang. Bangunan *shelter* mempunyai fungsi sekunder saat tidak terjadi bencana, selain mempunyai fungsi utama sebagai *shelter* untuk hunian dalam keadaan darurat (Suminar & Astuti, 2021).

#### **4. Kriteria Bangunan Status Aman**

Bangunan berstatus aman didefinisikan sebagai bangunan yang dapat digunakan sebagai tempat evakuasi. Untuk dapat berfungsi sebagai *shelter* darurat, suatu bangunan harus memenuhi standar atau kriteria tertentu (Arman et al., 2021)

Berikut kriteria yang digunakan untuk bencana angin puting beliung:

a) Atap

Atap merupakan bagian paling atas suatu bangunan yang berfungsi untuk menutup seluruh atau sebagian ruang di bawahnya dari pengaruh panas, debu, hujan, dan angin, serta melindunginya dari jatuhnya benda-benda lain yang dapat merugikan pengguna atau penghuninya (Manado et al., 2022)

b) Kuda kuda (rangka atap)

Rangka atap merupakan suatu struktur untuk menyokong penutup atap bangunan, rangka atap yang kuat dipengaruhi faktor jarak bentang bangunan, faktor jarak kuda-kuda (Maskur & Winarno, 2023)

c) Kolom dinding

Kolom dapat didefinisikan sebagai suatu komponen bangunan yang peranan utamanya menopang seluruh beban bangunan pada pondasi (Astri Gusfita et al., 2022)

d) Pondasi

Pondasi adalah suatu struktur pada pondasi suatu bangunan yang bertugas memindahkan beban-beban dari struktur bangunan bagian atas ke lapisan tanah di bawahnya (Ilyas Kurniawan et al., 2019).

## **5. Angin Puting Beliung**

Angin puting beliung adalah angin kencang berbentuk corong yang bergerak dalam gerakan melingkar dengan kecepatan tinggi (G. R. Nikmah & Hazim, 2023). Angin yang berputar dengan kecepatan 60-90 km/jam itu berlangsung selama 5 hingga 30 menit yang terjadi akibat adanya perbedaan tekanan di bawah atau di sekitar awan Cumulonimbus (Cb) (Karangnongko et al., 2024).

Bencana ini juga dapat menimbulkan banyak kerusakan. Dampak dari bencana ini dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar, baik fisik maupun non-fisik, dengan banyak masyarakat yang mengalami kerusakan pada rumah dan beberapa fasilitas. Hal ini dapat menimbulkan dampak emosional dan sosial pada masyarakat yang terkena dampak. (Tiara et al., 2023).

Bencana ini merupakan bencana yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi dan tidak dapat dihindari, namun upaya untuk menyikapi

bencana angin puting beliung ini dapat dilakukan sebelum dan sesudah terjadinya bencana. Biasanya bencana ini terjadi pada musim pancaroba atau saat musim hujan (Sinaga, 2013).

## 6. Kejadian Angin Puting Beliung di Kota Makassar

**Tabel 2.** Kejadian APB di Kota Makassar 4 tahun terakhir

No	Tgl/hari kejadian	Lokasi Kejadian		Deskripsi Situasi/ kejadian (jika ada)	Deskripsi Dampak
		Kel/Desa....	Jalan		
1	Selasa 24 oktober 2024	Kelurahan Minasa Upa	Jalan Minasa Upa Blok C 6 dan Blok 10	1 rumah mengalami kerusakan dan tidak ada korban jiwa	atap dan plafon rumah terlepas
2	Rabu 04 Januari 2023	Kelurahan Rappocini	Jl. Rappocini rata Lorong 4	10 rumah terdampak, Atap rumah berterbangan, angin berputar disertai hujan deras.	Seng dan balok rumah terbang
3	Kamis 29 Desember 2022	Kelurahan kassi kassi	Jl. Toddopuli Raya Blok F	7 rumah Asrama Polisi Toddopuli terkena angin puting beliung dimana kondisi cuaca pada saat itu sedang hujan deras disertai angin yang cukup kencang.	Sebanyak 7 rumah warga yang terdampak bencana tersebut, rata-rata mengalami rusak dibagian atap.
4	Sabtu, February 7, 2019	Kelurahan Rappocini	jalan Rappocini lorong 5	hujan deras disertai angin kencang merubuhkan pohon-pohon yang cukup besar dan	8 rumah dan pos siskamling ditimpa pohon dan juga dua orang

				menimpa beberapa rumah	yang mengalami luka parah akibat tertimpa pohon
--	--	--	--	------------------------	-------------------------------------------------

Sumber: KRB Provinsi Sulawesi Selatan

Berdasarkan laporan BPBD Kota Makassar, daerah yang sering dan rentan mengalami kejadian angin puting beliung adalah Kelurahan Rappocini. Di daerah tersebut, potensi bahaya angin puting beliung mencakup area seluas 853.529 Ha dan termasuk dalam kategori risiko tinggi (BPBD, 2024).

## 7. *Unified Modeling Language (UML)*

*Unified Modeling Language (UML)* adalah alat untuk memvisualisasikan dan mendokumentasikan hasil analisis dan desain, termasuk sintaksis untuk sistem pemodelan visual (Voutama, 2022).

*Unified Modeling Language (UML)* adalah bahasa spesifikasi standar yang dipergunakan untuk mendokumentasikan, menspesifikasikan dan membangun perangkat lunak. UML adalah metode untuk mengembangkan sistem berorientasi objek dan alat untuk mendukung pengembangan sistem (Sonata, 2019)



UML dapat membantu para pengembang sistem dalam membuat alur sistem secara visual. pemodelan visual dapat membantu untuk menangkap struktur dan kelakuan dari objek. UML juga bisa mempermudah penggambaran antara elemen dan system (Affandi & Syahputra, 2018)



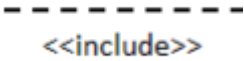
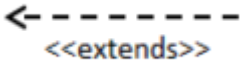
Beberapa diagram yang terdapat pada UML, antara lain sebagai berikut:

**a. Usecase Diagram**

*Use case* diagram merupakan model perilaku sistem informasi yang dibuat. *Use case* digunakan untuk menentukan hak akses apa saja yang ada pada suatu sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan hak akses tersebut (Kurniawan & Syarifuddin, 2020).

**Tabel 2 1.** Simbol-simbol dalam use case diagram

<b>Gambar</b>	<b>Keterangan</b>
	<p><i>Use case</i> menggambarkan fungsi yang disediakan sistem sebagai unit yang bertukar informasi antara unit dan aktor, yang diungkapkan dengan menggunakan kata kerja.</p>
	<p>Aktor adalah abstraksi dari orang atau sistem lain yang mengaktifkan fungsi sistem target. Untuk mengidentifikasi aktor yang bekerja, Pembagian kerja dan tanggung jawab terkait harus ditentukan fungsi dan kondisi sistem.</p> <p>Orang atau sistem dapat muncul dalam jumlah banyak pekerjaan.</p>





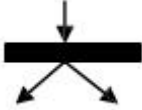

	Perlu diperhatikan bahwa aktor berinteraksi dengan use case, namun tidak melakukannya. memiliki kontrol penggunaan kasus.
	Asosiasi antara aktor dan use case, digambarkan dengan garis tanpa panah menunjukkan siapa atau apa yang secara langsung meminta interaksi, bukan menunjukkan data.
	Asosiasi antara aktor dan use case yang menggunakan panah terbuka untuk menunjukkan aktor berinteraksi secara pasif dengan sistem
	Include, merupakan di dalam use case lain (required) atau pemanggilan use case oleh use case lain, misalnya pemanggilan suatu fungsi, variabel dalam program
	Extend merupakan perluasan dari use case lain jika kondisi terpenuhi


Sumber: (Hardiyanti, 2021)

### b. *Actifity* Diagram

*Activity Diagram* menggambarkan workflow aktivitas dari sebuah sistem (Kurniawan & Syarifuddin, 2020).

**Tabel 2 2.** Simbol-simbol dalam actifity diagram

Symbol	Nama	Keterangan
	<i>Initial state</i>	Proses dimulai pertama kali di dalam <i>activity</i>
	<i>State</i>	Aktivitas yang terjadi dalam <i>activity</i>
	<i>Control flow</i>	Urutan perpindahan suatu aktivitas
	<i>Decision</i>	Menggambarkan cabang suatu keputusan
	<i>Transition (Fork)</i>	Kegiatan yang dilakukan secara paralel
	<i>Transition (Join)</i>	Menunjukkkan kegiatan yang di gabungkan



	<i>Final State</i>	Proses terakhir didalam <i>activity</i>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------	--------------------------------------------



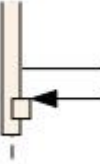


Sumber: (Hardiyanti, 2021)

### c. *Sequence Diagram*

*Sequence Diagram* menggambarkan perilaku objek dengan menggambarkan siklus hidup objek dan pesan yang dikirim dan diterima antar objek. Simbol yang digunakan dalam diagram adalah (Kurniawan & Syarifuddin, 2020):

**Tabel 2 3.** Simbol-simbol dalam *sequence diagram*

Symbol	Nama	Keterangan
	<i>Entity Class</i>	Berisi sekumpulan kelas sebagai entitas yang membentuk gambaran awal sistem dan menjadi dasar penyusunan database
	<i>Boundary Class</i>	Berisi sekumpulan kelas yang berfungsi sebagai antarmuka atau interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem, seperti menampilkan form input dan mencetak form.

	<i>Control Class</i>	Sebuah objek yang berisi logika aplikasi yang tidak bertanggung jawab atas entitas tunggal apapun, misalnya penghitungan dan aturan bisnis yang melibatkan banyak objek
	<i>Message</i>	Simbol mengirim pesan antar <i>class</i>
	<i>Recursive</i>	Menjelaskan suatu proses secara berulang.
	<i>Activation</i>	Mewakili eksekusi suatu objek, panjang kotak ini sebanding dengan durasi aktivasi suatu operasi
	<i>Lifeline</i>	Garis titik titik yang menghubungkan dengan objek

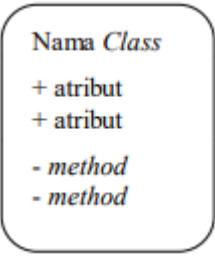


Sumber: (Hardiyanti, 2021)

#### d. Class Diagram

*Class* diagram merupakan hubungan antar kelas yang ada dalam tiap model desain. Tujuan dari class diagram ini adalah untuk

memvisualisasikan struktur kelas dari sistem yang dibuat (Kurniawan & Syarifuddin, 2020).

**Tabel 2 4.** Simbol-simbol dalam class diagram

Simbol	Deskripsi
<p data-bbox="671 618 746 645">Kelas</p> 	<p data-bbox="954 618 1326 869">Kelas adalah penggambaran dari struktur sistem yang akan ditampilkan dalam sistem informasi.</p> <p data-bbox="954 913 1326 1093">Atribut adalah penggambaran mengenai keadaan dari suatu objek didalam kelas.</p> <p data-bbox="954 1137 1326 1317">Operasi adalah penggambaran mengenai fungsi yang terdapat dalam kelas.</p>
<p data-bbox="655 1391 762 1417">Asosiasi</p> 	<p data-bbox="975 1391 1310 1641">Relasi antar kelas dengan makna umum, asosiasi biasanya juga disertai dengan <i>multiplicines</i>.</p>
<p data-bbox="632 1686 786 1713">Generalisasi</p> 	<p data-bbox="954 1686 1326 1865">Relasi yang menghubungkan antara subkelas dengan super kelas.</p>

**Sumber:** (Hardiyanti, 2021)

## B. Alat Pendukung

Dalam perancangan sistem ini diperlukan beberapa aplikasi pendukung antara lain:

### 1) *Visual Studio Code*

*Visual Studio Code* adalah aplikasi editor kode dan teks yang berjalan di berbagai sistem operasi. Aplikasi ini juga mendukung beberapa bahasa pemrograman dan memiliki desain *layout* yang menarik dengan menyediakan banyak tema sehingga pengguna bebas memilih tema yang cocok dan nyaman saat menggunakannya. Keunggulan *Visual Studio Code* dibandingkan editor kode lainnya adalah memiliki fitur lengkap seperti *IntelliSense*, *debugging*, *Extension Marketplace*, dan integrasi *Github*. Oleh karena itu, banyak programmer yang menggunakan *software* ini sebagai editor teks (Ra et al., 2023)

### 2) *Mysql*

MySQL adalah sistem manajemen basis data sumber terbuka dengan dua bentuk lisensi: perangkat lunak bebas dan perangkat lunak berpemilik dengan penggunaan terbatas. Singkatnya, MySQL adalah server database gratis yang dilisensikan di bawah GNU General Public License (GPL), sehingga dapat digunakan untuk keperluan pribadi atau komersial tanpa membayar lisensi yang sudah ada (Yoga Ananda Putra et al., 2019)

MySQL pada dasarnya merupakan turunan dari salah satu konsep utama database lama, yaitu SQL (Structured Query Language). SQL adalah sebuah konsep operasi database, khususnya pemilihan dan pemasukan data, yang memungkinkan operasi dilakukan pada data secara sederhana dan otomatis. Sebagai server database, MySQL bisa dibilang lebih unggul dibandingkan server database lainnya dalam melakukan query data. Telah terbukti bahwa untuk query yang dibuat oleh satu pengguna, kecepatan query MySQL bisa sepuluh kali lebih cepat dari PostgreSQL dan lima kali lebih cepat dari Interbase (Zulfa & Wanda, 2023)

### 3) *Python*

Bahasa pemrograman Python yang sangat populer saat ini pertama kali ditemukan oleh Guido van Rossum di Stichting Mathematisch Centrum (CWI) di Amsterdam pada tahun 1991. Perkembangan Python terinspirasi dari pemrograman ABC. bahasa berkembang pada saat itu. Salah satu perbedaan utama antara Python dengan bahasa pemrograman lainnya adalah pengembangannya melibatkan jutaan programmer, peneliti, dan pengguna dari berbagai latar belakang yang berbeda, tidak hanya dari dunia pemrograman IT saja, karena Python bersifat open source (Susim & Darujati, 2021).

Python adalah bahasa pemrograman yang menggunakan interpreter untuk mengeksekusi kode programnya. Interpreter dapat menerjemahkan kode secara langsung, dan Python dapat berjalan di

berbagai platform seperti Windows, Linux, dll. Python mengadopsi paradigma pemrograman dari sejumlah bahasa lain, termasuk paradigma pemrograman prosedural seperti C, pemrograman berorientasi objek seperti Java, dan bahasa fungsional seperti Lisp. Kombinasi model ini memudahkan pemrogram untuk mengembangkan berbagai proyek dengan python (Rahman et al., 2023).

#### 4) *NodeJS*

*NodeJs* adalah perangkat lunak yang dirancang untuk mengembangkan aplikasi web dan ditulis dalam sintaks bahasa pemrograman *JavaScript*. Jika selama ini kita mengenal *JavaScript* sebagai bahasa pemrograman yang hanya berjalan di sisi client/browser, maka *Node.js* hadir untuk memenuhi peran *JavaScript* agar bisa juga berperan sebagai bahasa pemrograman yang berjalan di sisi server, seperti *PHP*, *Ruby*, *Perl*, dll (Bosar Panjaitan, S.Si., M. Kom & Rama Fatullah, 2023)

*Node.js* dapat berjalan di sistem operasi *Windows*, *Mac OS X* dan *Linux* tanpa perlu mengubah kode program. *Node.js* memiliki *library* server *HTTP* sendiri untuk menjalankan server web tanpa menggunakan program server web seperti Apache atau Nginx. Untuk menjalankan *Javascript* sebagai bahasa *server* memerlukan alat yang cepat dan efisien. Mesin *Javascript* Google yang disebut V8 digunakan oleh *Node.js*, yang juga merupakan mesin yang digunakan oleh browser Google Chrome (Dewi & Sasongko, 2018).

### C. Metode Pengujian Sistem

Pengujian (*Testing*) merupakan suatu metode atau cara untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang dibuat dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Tanpa pengujian, kita tidak akan tahu apakah perangkat lunak kita memenuhi kriteria pengguna atau tidak (Muhammad Arofiq et al., 2023).

Ada beberapa metode pengujian perangkat lunak yaitu *K-Fold Cross Validation*, *Rapid Miner* dan pengujian *black box*

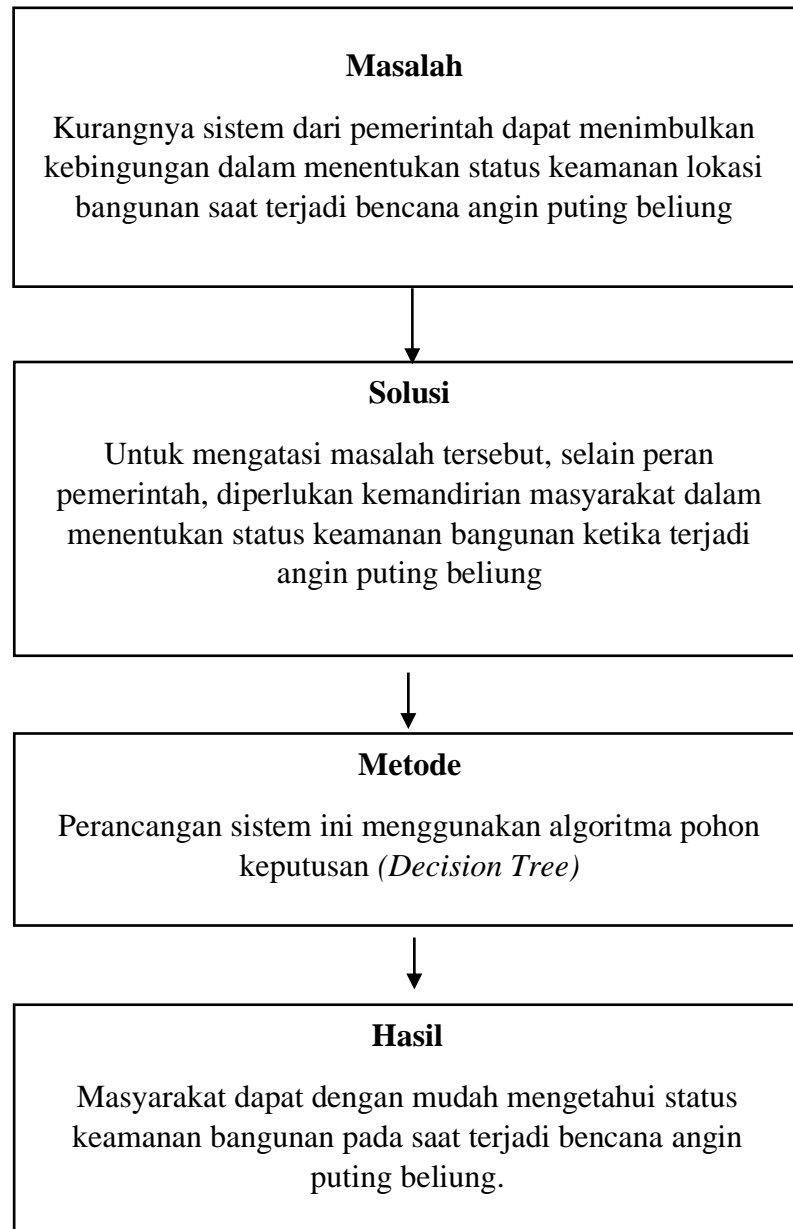
#### 1. *K-Fold Cross Validation*

*K-Fold Cross Validation* merupakan salah satu dari jenis pengujian (*testing*) yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja proses suatu metode algoritma dengan membagi sampel data secara acak dan mengelompokkan data menurut nilai  $K$  *k-fold*. Kemudian salah satu grup *k-fold* akan digunakan sebagai data uji sedangkan grup lainnya akan digunakan sebagai data latih (Cahyanti et al., 2020).

#### 2. *Black box*

pengujian *Black box* merupakan suatu cara pengujian aplikasi atau perangkat lunak dengan cara memeriksa, memverifikasi dan menganalisis skrip program apakah ada kesalahan atau tidak (Muhammad Arofiq et al., 2023).

#### D. Kerangka Berpikir



## E. Penelitian Terkait

**Tabel 2 5.** Penelitian Terkait

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Algoritma Yang Dignakan	Hasil Penelitian	Pengembangan Dari Penelitian Sebelumnya
1	(Renita Astri, Sularno., 2020)	Implementasi Algoritma A-Star Untuk Pencarian Rute Terdekat Titik <i>Shelter</i> Evakuasi Angin Puting Beliung	Algoritma A-Star	dengan adanya sistem edukasi ini maka jika saat bencana angin puting beliung datang, maka masyarakat sudah siap untuk mengantisipasi keadaan saat itu dalam menentukan jalur evakuasi terdekat. Penggunaan metode algoritma A-Star yang dirancang dapat menampilkan jalur terdekat menuju titik evakuasi ( <i>shelter</i> ).	pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan 1 parameter atau kriteria dalam menentukan <i>shelter</i> evakuasi, sedangkan pada penelitian ini digunakan beberapa ketentuan atau kriteria untuk titik koordinat bangunan berstatus aman
2	(Purwaningsih, 2019)	Rencana Lokasi <i>Shelter</i> Evakuasi Angin Puting Beliung di	Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan	Hasil survei dan observasi lapangan di Kecamatan Tanjung Mutiara hanya	Penelitian terdahulu membahas tentang rekomendasi <i>shelter</i> tanpa

		<p>Kecamatan Tanjung Mutiara Kabupaten Agam</p>	<p>saat ini tidak adanya <i>shelter</i> lain yang bisa menjadi tujuan evakuasi saat terjadi angin puting beliung di Kecamatan Tanjung Mutiara yang menjadi kawasan bahaya, sehingga diperlukan perencanaan lokasi yang bias direkomendasikan menjadi <i>shelter</i> evakuasi saat terjadi.</p>	<p>tersedia 1 <i>shelter</i> yang dibangun oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Agam, kondisi <i>shelter</i> yang ada tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan saat ini tidak adanya <i>shelter</i> lain yang bisa menjadi tujuan evakuasi saat terjadi angin puting beliung di Kecamatan Tanjung Mutiara yang menjadi kawasan bahaya angin puting beliung, sehingga diperlukan perencanaan lokasi yang bias direkomendasikan menjadi <i>shelter</i> evakuasi saat terjadi.</p>	<p>menggunakan system yang belum terkomputerisasi atau manual dengan survey, sedangkan penelitian sekarang merekomendasikan metode <i>Decision Tree</i> Untuk menentukan lokasi bangunan yang aman dan berbasis website</p>
--	--	-------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3	(Dody Ichwana Putraa, Stevanus Setiantoa, Shelvi Ekarianib., 2022)	Sistem Penilai Kelayakan Bangunan Bertingkat sebagai <i>Shelter</i> Angin Puting Beliung	Cross-Correlation Template Matching dan Fuzzy Logic	Berdasarkan hasil penelitian output sistem keseluruhan dapat disimpulkan sistem memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap pencahayaan, jarak bangunan dari kamera, ketinggian kamera dan orientasi sudut pengambilan gambar.	Pada penelitian sebelumnya bergantung pada perangkat kamera dalam menentukan <i>shelter</i> , sedangkan pada penelitian ini di rekomendasikan metode Decision Tree dalam menentukan bangunan aman
4	(Sularno, Renita Astri, Dio Prima Mulya, Deni Irda Mazni., 2020)	Sistem Informasi Geografis Peringatan Dini Bencana Angin Puting Beliung di Kota Padang	metode deskriptif yaitu dengan mengumpulkan data dan informasi jalur rute evakuasi	Aplikasi yang dibangun berbasis android ini dapat membantu masyarakat kota padang maupun luar kota padang dalam menentukan jalur rute evakuasi ( <i>shelter</i> ) terdekat. Sehingga masyarakat dengan mudah mengetahui jalur evakuasi menuju tempat aman dan mengurangi dampak	Pada penelitian sebelumnya sistem yang digunakan berbasis android sedangkan pada penelitian ini berbasis website dimana dapat diakses dan digunakan pada perangkat apapun

				resiko dari bencana alam yang akan datang	
5	(Yolania Alifah, 2020)	Evaluasi <i>Shelter</i> Sebagai Tempat Evakuasi Sementara (Tes) Di Kota Padang	Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian kombinasi (Mixed Methods) yaitu suatu metode penelitian yang mengkombinasikan atau menggabungkan antara metode kuantitatif dan metode kualitatif untuk digunakan	Berdasarkan hasil analisis menggunakan <i>network analyst service area</i> dari total jumlah penduduk yang berjumlah 20.511 jiwa di kelurahan Parupuk Tabing hanya sebanyak 1.683 jiwa yang bisa di tampung oleh <i>shelter</i> Darussalam sedangkan untuk <i>shelter</i> Nurul Haq hanya memiliki kapasitas daya tampung sebanyak 2.946 jiwa dan hanya bisa menampung sebanyak 768 dari total jumlah penduduknya	Penelitian sebelumnya hanya membandingkan lokasi <i>shelter</i> berdasarkan dayaampungnya sedangkan penelitian sekarang menggunakan metode <i>Decision Tree</i> dalam menentukan kelayakan bangunan yang terdiri dari beberapa alternatif dan kriteria

### BAB III

## METODE PENELITIAN

### A. Penggambaran Sistem

#### 1. Sistem yang sedang sedang berjalan

Pada penelitian ini digunakan *Unified Modeling Language* (UML) untuk menggambarkan system yang berjalan saat ini sesuai prosedur dengan *use case diagram* sebagai berikut:

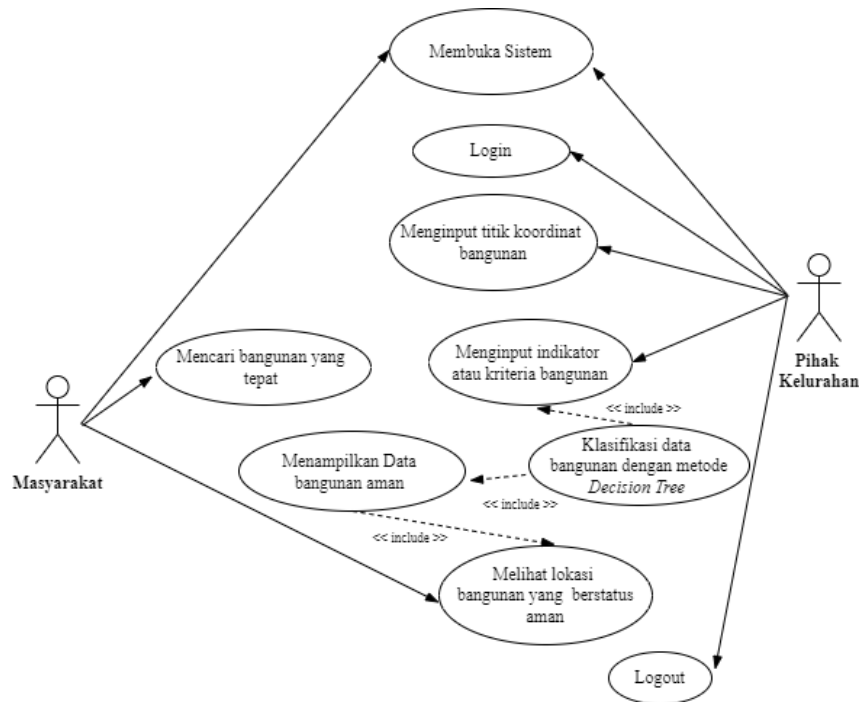


**Gambar 3 1.** use case sistem yang sedang berjalan

Dari *use case* diatas terdapat tiga actor, dimana perannya masing masing adalah sebagai berikut:

- a. Pihak BPBD
  1. Menyebarkan informasi lokasi *shelter* untuk masing masing daerah di website, media sosial dll.
- b. Masyarakat
  1. Melihat informasi lokasi *shelter*.
  2. Menuju lokasi *shelter*.

## 2. Sistem yang diusulkan



**Gambar 3 2.** use case diagram yang diusulkan

Dari *use case* diatas terdapat dua actor, dimana perannya adalah sebagai berikut:

a) Admin (Pihak Kelurahan)

- 1) Membuka aplikasi
- 2) Login
- 3) Menginput data bangunan *secure* (aman) titik koordinat lokasi bangunan.
- 4) Menginput data kriteria bangunan.
- 5) Logout

## b) Pengguna (Masyarakat)

- 1) Membuka aplikasi
- 2) Menginput kriteria dan lokasi bangunan
- 3) Melihat hasil status bangunan
- 4) Melihat rekomendasi bangunan aman yang lain yang telah disediakan oleh pihak kelurahan

**3. Parameter penelitian**

Parameter yang dijadikan acuan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

**Tabel 3 1.** Parameter/kriteria konstruksi bangunan

No	Indikator	Variabel	Skor
1	Atap	Seng	1
		Asbes	2
		Genteng	3
		Cor	4
2	Rangka Atap	Kayu	1
		Baja Ringan	1
		Besi	2
		Beton	3
3	Kolom Bangunan	Kayu	1
		Baja Ringan	1
		Besi	2
		Beton Berulang	3

Tabel 3.1. Menunjukkan data dari penelitian sebelumnya mengenai rumah ramah angin di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Penelitian tersebut membahas kerentanan konstruksi bangunan terhadap angin puting beliung. Data dalam tabel ini digunakan sebagai acuan untuk pembuatan data latih (*train*) dalam menentukan status keamanan bangunan.

## **B. Analisis Kebutuhan Sistem**

Hal pertama yang harus dilakukan dalam analisis kebutuhan sistem adalah mengidentifikasi dan menemukan kebutuhan sistem. Persyaratan sistem dibagi menjadi dua jenis, yaitu kebutuhan fungsional sistem dan kebutuhan non-fungsional sistem.

### **1. Kebutuhan Fungsional**

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang mempunyai hubungan langsung dengan sistem. Adapun kebutuhan fungsional dari sistem ini antara lain:

#### a) Admin

- 1) Sistem harus dapat menampilkan form login
- 2) Sistem harus dapat mengelola data kriteria dan lokasi bangunan

#### b) Pengguna

- 1) Sistem harus dapat menampilkan status bangunan
- 2) Sistem harus dapat menampilkan rekomendasi bangunan shelter

### **2. Kebutuhan Non Fungsional**

Kebutuhan nonfungsional adalah kebutuhan yang tidak secara langsung terkait dengan fitur tertentu dengan system.

- a) Kebutuhan perangkat keras
  - 1) Processor Intel atau setara
  - 2) RAM 4 GB atau lebih tinggi.
  - 3) Hardisk 500 GB atau lebih tinggi
- b) Kebutuhan perangkat lunak
  - 1) Visual Studio Code
  - 2) GitBash
  - 3) Laragon

### **C. Metode Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Observasi
  - 1. bangunan yang memenuhi kriteria
  - 2. bangunan yang tidak memenuhi kriteria
  - 3. Zona aman angin puting
  - 4. Zona rawan angin puting beliung
- 2) Wawancara
  - 1. Waktu kejadian angin puting beliung
  - 2. Lama kejadian bencana angin puting
  - 3. Tempat shelter yang digunakan
  - 4. Jumlah Korban bencana angin puting beliung

**D. Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di Kelurahan Rappocini, Kota Makassar dan menjalani waktu penelitian tanggal 30 November 2023 - 7 Desember 2023.

## **BAB IV**

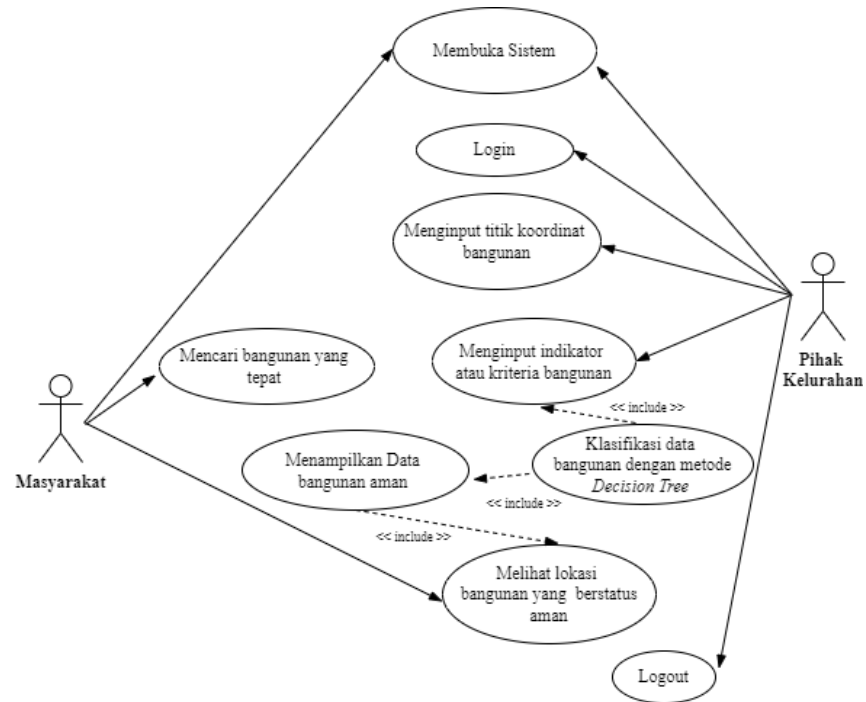
### **PERANCANGAN DAN IMPLENTASI SISTEM**

#### **A. Pemodelan sistem**

Pemodelan sistem adalah proses pembuatan model dari suatu sistem nyata menggunakan bahasa formal tertentu. Untuk memodelkan suatu sistem, kita perlu memiliki pemahaman tentang masalah yang ada serta hubungan antara komponen, variabel, dan parameter sistem tersebut. Oleh karena itu, untuk memodelkan masalah yang kompleks, kita memerlukan metode yang dapat menggambarkan situasi dengan jelas. Proses pemodelan sangat krusial dalam desain sistem karena dapat menggambarkan alur kerja sistem itu sendiri. Dalam pemodelan dan perancangan desain sistem, berbagai item dan komponen dirancang untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang mekanisme yang tepat dalam mendesain sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Untuk perancangan kali ini, pemodelan yang akan digunakan adalah Unified Modeling Language (UML), yang mencakup Use Case, Activity Diagram, dan Sequence Diagram. Berikut adalah pemodelan yang dibuat untuk aplikasi Klasifikasi Penentuan Lokasi Bangunan Amana dengan menggunakan Algoritma Decision Tree C.45.

##### *1. Usecase*



**Gambar 4 1.** Usecase Diagram

a. Masyarakat

Aktor: masyarakat

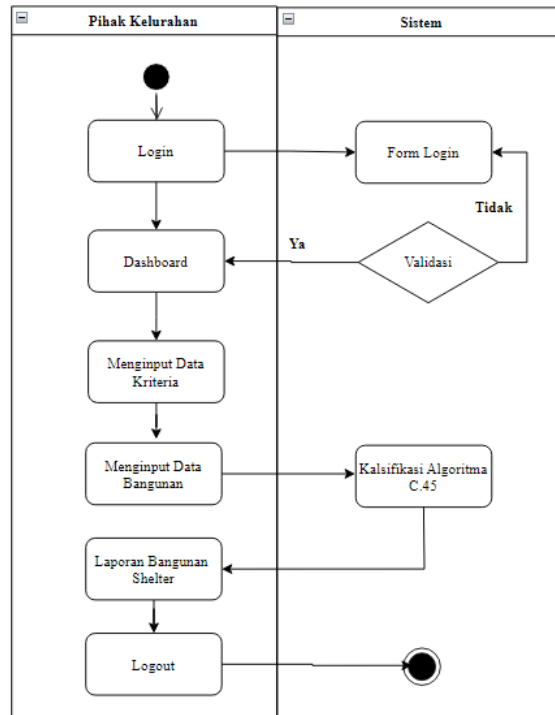
Deskripsi: Masyarakat dapat mengakses informasi mengenai lokasi-lokasi yang aman untuk dijadikan shelter atau tempat berlindung sebelum atau saat terjadinya bencana angin puting beliung.

b. Pihak Kelurahan

Aktor: masyarakat

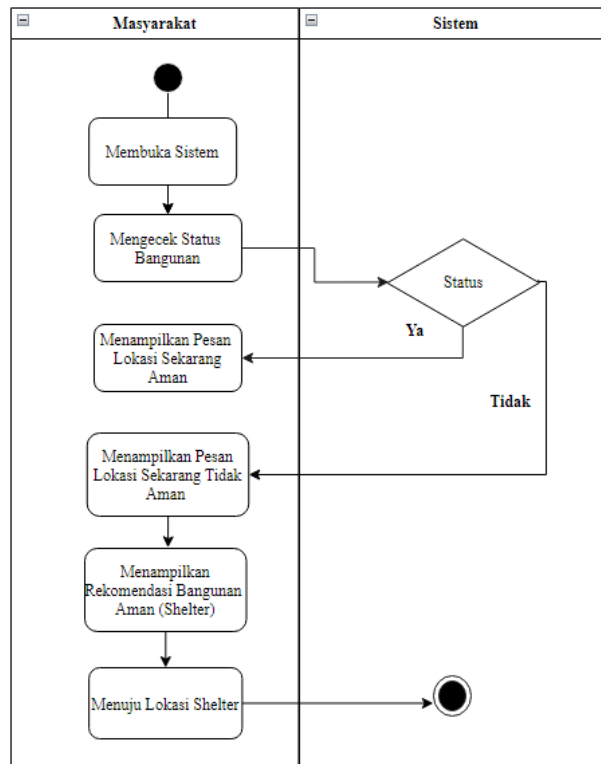
Deskripsi: Pihak kelurahan akan memproses data dengan menginput titik koordinat lokasi aman ke dalam sistem yang akan digunakan sebagai tempat berlindung.

2. Activity Diagram



**Gambar 4 2.** Aktivity Diagram Oleh Pihak Kelurahan

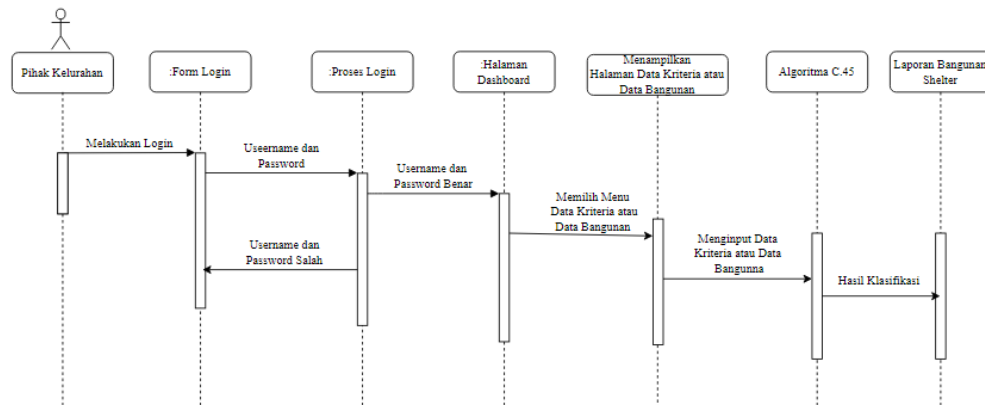
Gambar 4.2 menunjukkan aktivitas yang dilakukan oleh pihak kelurahan. Pertama, pihak kelurahan melakukan login ke sistem. Setelah itu, mereka diarahkan ke halaman dashboard untuk mengelola data kriteria dan data bangunan. Sistem kemudian akan mengklasifikasikan data keamanan bangunan untuk menentukan apakah statusnya aman atau tidak. Pihak kelurahan juga dapat mencetak laporan hasil klasifikasi tersebut



**Gambar 4.3.** Aktivity Diagram Oleh Masyarakat

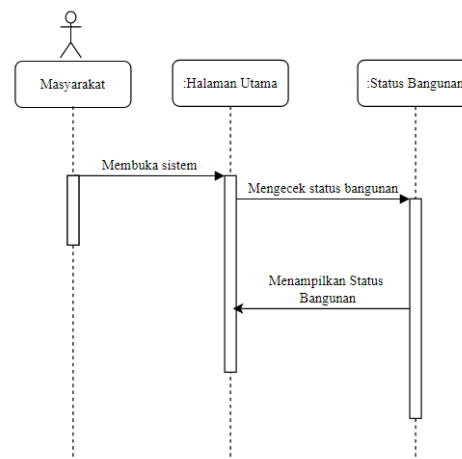
Gambar 4.3 menampilkan aktivitas pengguna atau masyarakat terhadap sistem. Pertama, pengguna membuka sistem dan memeriksa status keamanan lokasi mereka saat ini. Jika lokasi tersebut aman, sistem akan menampilkan pesan alert yang menyatakan bahwa lokasi sekarang aman. Sebaliknya, jika lokasi tidak aman, sistem akan menampilkan pesan alert bahwa lokasi sekarang tidak aman dan akan merekomendasikan bangunan shelter yang dapat dijadikan tempat berlindung.

### 3. Sequence Diagram



**Gambar 4 4.** Sequence Diagram Pihak Kelurahan

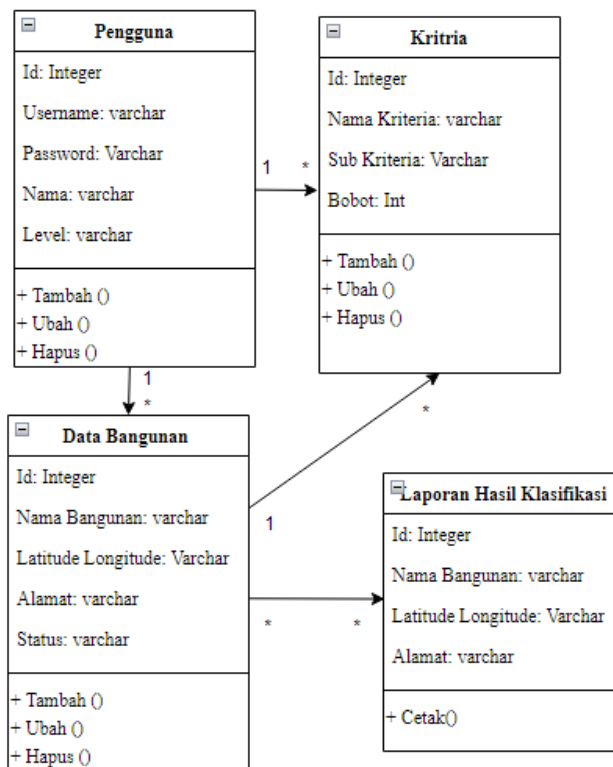
Gambar 4.4 menampilkan diagram urutan langkah-langkah yang dilakukan oleh pihak kelurahan dalam menggunakan sistem. Pertama, pihak kelurahan melakukan login. Setelah itu, sistem akan melakukan autentikasi terhadap username dan password yang dimasukkan. Selanjutnya, mereka akan melakukan pengelolaan data kriteria dan data bangunan. Terakhir, pihak kelurahan dapat mencetak laporan mengenai bangunan shelter berdasarkan hasil klasifikasi yang menggunakan algoritma C4.5.



**Gambar 4 5.** Sequence Diagram Masyarakat

Gambar 4.5 menampilkan diagram urutan aktivitas pengguna masyarakat terhadap sistem. Pertama, pengguna membuka sistem, kemudian mengecek status keamanan bangunan mereka.

#### 4. Class Diagram



**Gambar 4 6.** Class Digram

Gambar 4.6 menampilkan diagram kelas yang saling memiliki hubungan satu sama lain. Dalam diagram tersebut, satu pengguna dapat mengelola banyak data kriteria dan data bangunan, serta menghasilkan berbagai laporan mengenai bangunan shelter.

## B. Perancangan Database

**Tabel 4 1.** Pengguna

<b>Nama Kolom</b>	<b>Tipe Data</b>
Id	Int Primary Key, Auto Increment
Username	Varchar (30)
Password	Varchar (30)
Nama	Varchar (50)
Level	Varchar (10)

Tabel 4.1 menampilkan struktur tabel untuk pengguna, yang terdiri dari 5 kolom, yaitu: ID, username, password, nama pengguna, dan hak akses dalam sistem.

**Tabel 4 2.** Data Bangunan

<b>Nama Kolom</b>	<b>Tipe Data</b>
Id	Int Primary Key, Auto Increment
Nama Bangunan	Varchar (100)
Latitude Longitude	Varchar (255)
Alamat	Varchar (255)
Status	Varcharr (10)

Tabel 4.2 menampilkan struktur tabel untuk data bangunan, yang terdiri dari 5 kolom, yaitu: ID, nama bangunan, kordinat bangunan, alamat, dan status bangunan.

**Tabel 4 3.** Data Kriteria

<b>Nama Kolom</b>	<b>Tipe Data</b>
Id	Int Primary Key, Auto Increment
Nama Kriteria	Varchar (100)
Sub Kriteria	Varchar (255)
Bobot	Int

Tabel 4.3 menampilkan struktur tabel untuk data kriteria, yang terdiri dari 4 kolom, yaitu: ID, nama kriteria, sub kriteria, dan bobot.

### **C. Perancangan Antar Muka**

#### **1. Perancangan output**

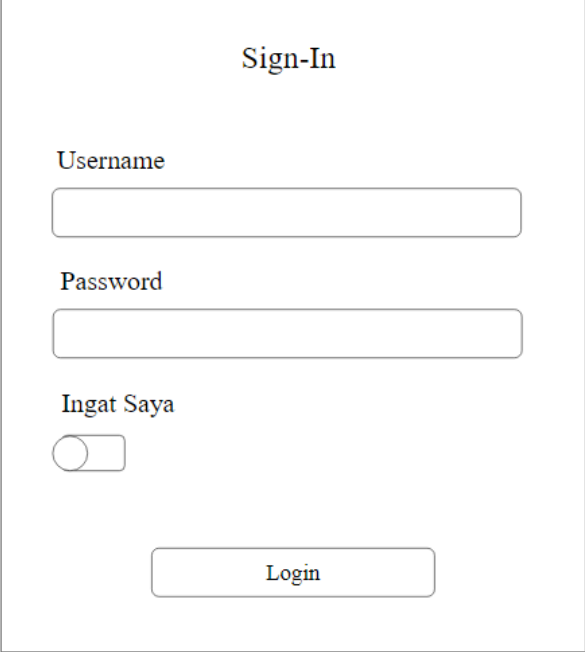
Logo

**Laporan Lokasi Bangunan Shelter**


**Gambar 4 7.** Laporan Lokasi Bangunan Shelter

Gambar 4.7 menampilkan prototipe rancangan laporan yang merupakan hasil klasifikasi menggunakan algoritma C4.5. Laporan tersebut akan berisi informasi mengenai koordinat bangunan.

## 2. Perancangan Input



Sign-In

Username


Password

Ingat Saya

Login

**Gambar 4 8.** Input Login

Gambar 4.8 menampilkan perancangan antarmuka untuk input login, yang mencakup kolom untuk memasukkan username dan password, serta tombol login.



The image shows a web form titled "Tambah Data Kriteria". It contains three input fields stacked vertically, each with a label above it: "Atap", "Rangka Atap", and "Kolom Bangunan". Below these fields is a button labeled "Tambah".

**Gambar 4 9.** Input Data Kriteria

Gambar 4.9 menampilkan rancangan antarmuka untuk input data kriteria, yang mencakup kolom untuk memasukkan informasi mengenai atap, rangka atap, kolom bangunan, serta tombol untuk menambah data.

### Tambah Data Bangunan

Nama Bangunan

Latitude Longitude

Alamat

Kriteria Atap

Kriteria Rangka Atap

Kriteria Kolom Bangunan

Status

**Gambar 4 10.** Input Data Bangunan

Gambar 4.10 menampilkan rancangan antarmuka untuk input data bangunan, yang mencakup kolom untuk memasukkan nama bangunan, koordinat, alamat, kriteria bangunan, serta tombol untuk menambah data.

#### **D. Implementasi Algoritma**

##### **1. Data Latih**

**Tabel 4 4.** Data Latih

No	Atap	Rangka Atap	Kolom Bangunan	Status
1	Seng	<i>Kayu</i>	<i>Kayu</i>	<i>Tidak Aman</i>
2	Asbes	Baja Ringan	Baja Ringan	Tidak Aman
3	Genteng	Besi	Besi	Aman
4	Cor	Beton	Beton Berulang	Aman
5	Seng	Baja Ringan	Kayu	Tidak Aman
6	Asbes	Kayu	Baja Ringan	Tidak Aman
7	Genteng	Beton	Besi	Aman
8	Cor	Besi	Beton Berulang	Aman
9	Seng	Besi	Beton Berulang	Aman
10	Asbes	Kayu	Kayu	Tidak Aman
11	Asbes	Besi	Beton Berulang	Aman
	...	...	...	...
116	Asbes	Kayu	Besi	Tidak Aman

Tabel 4.4. Menampilkan dataset penelitian, data hasil penelitian ini didasarkan pada tahapan proses dalam KDD (Knowledge Data Discovery) sebagai berikut: (1) Data Selection: Tahapan ini bertujuan untuk memilih data yang sesuai dengan variabel yang dibutuhkan dalam penelitian, dengan cara menentukan atribut-atribut data yang akan digunakan dari sekelompok data operasional yang tersedia. (2) Pre-processing/Cleaning: Proses pembersihan dilakukan terhadap keseluruhan data yang diteliti, yaitu 388 data bangunan. Setelah pembersihan, diperoleh 129

record data yang bersih dan siap digunakan. (3)

Transformation: Tahap ini menghasilkan recordset data yang telah siap untuk dilakukan analisis lebih lanjut, yang kemudian dibagi menjadi data train sebesar 90% (116 data) dan data testing sebesar 10% (13 data).

## 2. Algoritma C.45

Jumlah S = 116

Tidak Aman  $S_1 = 70$

Aman  $S_2 = 46$

$$\text{Entropy Total} = -\frac{70}{116} * \text{Log}^2\left(\frac{46}{70}\right) + -\frac{70}{116} * \text{Log}^2\left(\frac{46}{116}\right) = 0.968897709$$

Atap

$$\text{Entropy (Seng)} = -\frac{35}{25} * \text{Log}^2\left(\frac{35}{21}\right) + -\frac{35}{25} * \text{Log}^2\left(\frac{25}{21}\right) = 0.926819064$$

$$\text{Entropy (Asbes)} = -\frac{41}{20} * \text{Log}^2\left(\frac{41}{21}\right) + -\frac{41}{20} * \text{Log}^2\left(\frac{41}{21}\right) = 0.999570839$$

$$\text{Entropy (Genteng)} = -\frac{21}{16} * \text{Log}^2\left(\frac{21}{5}\right) + -\frac{21}{16} * \text{Log}^2\left(\frac{21}{5}\right) = 0.791858353$$

$$\text{Entropy (Cor)} = -\frac{16}{6} * \text{log}^2\left(\frac{16}{10}\right) + -\frac{16}{6} * \text{log}^2\left(\frac{16}{10}\right) = 0.954434003$$

Rangka Atap

$$\text{Entropy (Kayu)} = -\frac{41}{24} * \text{Log}^2\left(\frac{41}{17}\right) + -\frac{41}{24} * \text{Log}^2\left(\frac{41}{17}\right) = 0.978869851$$

$$\text{Entropy (Baja Ringan)} = -\frac{16}{7} * \text{Log}^2\left(\frac{16}{9}\right) + -\frac{17}{7} * \text{Log}^2\left(\frac{16}{9}\right) = 0.988699408$$

Kolom Bangunan

$$\text{Entropy (Besi)} = -\frac{36}{6} * \text{Log}^2 \left(\frac{36}{30}\right) + -\frac{36}{6} * \text{Log}^2 \left(\frac{36}{30}\right) = 0.767166613$$

$$\text{Jumlah kasus S} = 116$$

$$\text{Un-Secure S1} = 70$$

$$\text{Secure S2} = 46$$

$$\text{Entropy Total} = -\frac{70}{116} * \text{log}^2 \left(\frac{46}{116}\right) + -\frac{70}{116} * \text{log}^2 \left(\frac{46}{116}\right) = 0.96889770$$

Atap

$$\text{Entropy (Cor)} = -\frac{21}{60} * \text{log}^2 \left(\frac{52}{60}\right) + -\frac{21}{60} * \text{log}^2 \left(\frac{2}{60}\right) = 0.928296832$$

$$\text{Entropy (Asbes)} = -\frac{46}{32} * \text{log}^2 \left(\frac{12}{32}\right) + -\frac{46}{32} * \text{log}^2 \left(\frac{12}{32}\right) = 0.928295867$$

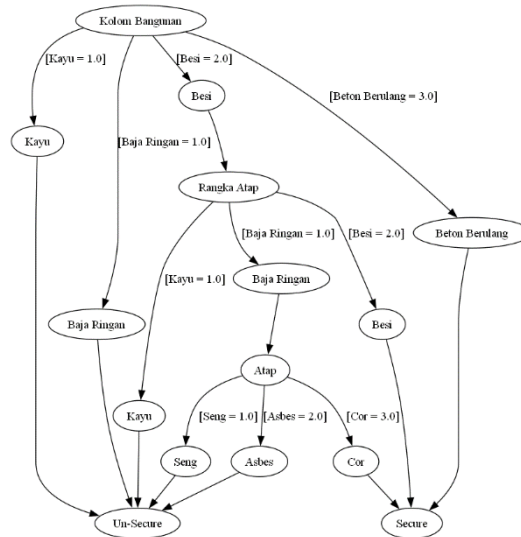
Rangka Atap

$$\text{Entropy (Kayu)} = -\frac{15}{14} * \text{log}^2 \left(\frac{11}{14}\right) + -\frac{15}{14} * \text{log}^2 \left(\frac{11}{14}\right) = 0.532235822$$

$$\begin{aligned} \text{Gain atap} &= (0.934618651) - \left(\frac{70}{116}\right) * 0.914434014) - \\ &\quad \left(\frac{46}{116}\right) * 0.611478123) - \left(\frac{46}{116}\right) * \\ &0.938235837) - \left(\frac{46}{116}\right) * 1 \\ &= 0.036988241 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain rangka atap} &= (0.913618623) - \left(\frac{70}{116}\right) * 0.428992593) \\ &- \left(\frac{46}{116}\right) * 0.613566421) \\ &= 0.486545516 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain kolom bangunan} &= (0.924618656) - \left(\frac{70}{116}\right) * \\ &0.42381463) = \mathbf{0.767166613} \end{aligned}$$



**Gambar 4.11.** Pohon Keputusan

Keterangan: Dari gambar 4.11 berdasarkan hasil analisis parameter, nilai yang memiliki probabilitas menentukan keamanan bangunan ditentukan oleh parameter kolom bangunan, yang memiliki nilai gain terbesar sebesar 0,767166613. Parameter atap memiliki nilai gain sebesar 0,486545516, sedangkan parameter yang memiliki probabilitas terkecil adalah atap, dengan nilai sebesar 0,036988241. karena nilai gain kolom bangunan paling tinggi maka cabang kolom bangunan menjadi cabang penentuan pertama yaitu sebagai berikut:

- 1) Jika kolom bangunan terbuat dari kayu atau baja ringan, maka akan dianggap tidak aman; sebaliknya, jika terbuat dari beton bertulang, akan dinyatakan aman.
- 2) Jika kolom bangunan terbuat dari besi, keputusan akan diteruskan ke cabang kedua dengan nilai gain tertinggi, yaitu

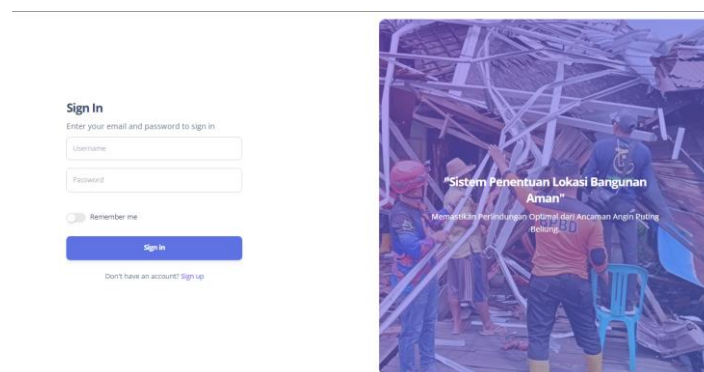
rangka atap. Jika rangka atap menggunakan baja ringan atau kayu, maka akan dianggap tidak aman.

- 3) Namun, jika rangka atap menggunakan beton, keputusan akan diteruskan ke cabang ketiga, yaitu atap. Jika atap menggunakan beton cor, akan dianggap aman; namun, jika atap menggunakan seng, akan dianggap tidak aman

## E. Implementasi Sistem

### 1. Admin

#### a. Login



**Gambar 4 12.** Login

#### b. Data Kriteria

ID	NAMA KRITERIA	SUB KRITERIA	BOBOT	Aksi
1	ATAP	Seng	1	Edit Delete
2	ATAP	Albes	2	Edit Delete
3	ATAP	Genteng	3	Edit Delete
4	ATAP	Cor	4	Edit Delete
5	RANGKA ATAP	Kayu	1	Edit Delete
6	RANGKA ATAP	Baja ringan	1	Edit Delete
7	RANGKA ATAP	Besi	2	Edit Delete
8	RANGKA ATAP	Beton	3	Edit Delete
9	KOLOM BANGUNAN	Kayu	1	Edit Delete
10	KOLOM BANGUNAN	Baja ringan	1	Edit Delete
11	KOLOM BANGUNAN	Besi	2	Edit Delete
12	KOLOM BANGUNAN	Beton bertulang	3	Edit Delete

**Gambar 4 13.** Data Kriteria

## c. Data Bangunan Aman

ID	NAMA BANGUNAN	LATITUDE LONGITUDE	ALAMAT	ATAP	RANGKA ATAP	KOLOM BANGUNAN
1	Masjid	-5.15134, 119.42935	Jl.Rappocini raya Ir.5 not	Gerteng	Besi	Besi
2	Masjid	-5.151653, 119.429614	Jl.rappocini raya Ir.VG	Cor	Beton	Beton berulang
3	Rumah	-5.151736, 119.429507	Jl.rappocini raya Ir.VG	Gerteng	Baja ringan	Besi
4	Rumah	-5.151825, 119.429979	Jl.rappocini raya Ir.VG	Cor	Besi	Beton berulang
5	Rumah	-5.151186, 119.429632	Jl.Rappocini Raya Lr. III	Asbes	Besi	Beton berulang
6	Rumah	-5.151174, 119.429837	Jalan Pelita Raya no.62 kec.Rappocini	Asbes	Besi	Beton berulang
7	Rumah	-5.151184, 119.429862	Ir 5 Ir.2, Jl. Rappocini Raya	Cor	Besi	Besi
8	Rumah	-5.151184, 119.429904	Ir 5 Ir.2, Jl. Rappocini Raya	Gerteng	Besi	Kayu
9	Masjid	-5.152367, 119.430117	Ir 5 no.1, Jl. Rappocini Raya	Gerteng	Besi	Besi
10	Rumah	-5.152327, 119.429847	Ir 5 Ir no.4, Jl. Rappocini Raya	Cor	Beton	Beton berulang
11	Masjid	-5.152611746676702, 119.42966125887924	Jl. Rappocini Raya Lorong 5 No.163	Gerteng	Besi	Besi
12	Astama	-5.151208026113705, 119.4293336755869	Jl.Rappocini Raya Lr.3 H.No.1.	Seng	Baja ringan	Baja ringan

Gambar 4 14. Data Bangunan Aman

## d. Decision Tree C.45

ID	Koordinat	Atap	Rangka Atap	Kolom Bangunan	Prediction	Alamat
1	-5.15134, 119.42935	3.0	2.0	2.0	Secure	Jl.Rappocini raya Ir.5 not
2	-5.151653, 119.429614	4.0	3.0	3.0	Secure	Jl.Rappocini raya Ir.VG
3	-5.151736, 119.429507	3.0	1.0	2.0	Secure	Jl.Rappocini raya Ir.VG
4	-5.151825, 119.429979	4.0	2.0	3.0	Secure	Jl.Rappocini raya Ir.VG
5	-5.151186, 119.429632	2.0	2.0	3.0	Secure	Jl.Rappocini Raya Lr. III
6	-5.151174, 119.429837	2.0	2.0	3.0	Secure	Jalan Pelita Raya no.62 kec.Rappocini
7	-5.151184, 119.429862	4.0	2.0	2.0	Secure	Ir 5 Ir.2, Jl. Rappocini Raya
9	-5.152367, 119.430117	3.0	2.0	2.0	Secure	Ir 5 no.1, Jl. Rappocini Raya
10	-5.152327, 119.429847	4.0	3.0	3.0	Secure	Ir 5 Ir no.4, Jl. Rappocini Raya
11	-5.152611746676702, 119.42966125887924	3.0	2.0	2.0	Secure	Jl. Rappocini Raya Lorong 5 No.163

ID	Koordinat	Atap	Rangka Atap	Kolom Bangunan	Prediction
8	-5.151184, 119.429904	3.0	2.0	1.0	Un-Secure
12	-5.151208026113705, 119.4293336755869	1.0	1.0	1.0	Un-Secure

Gambar 4 15. Klasifikasi C.45

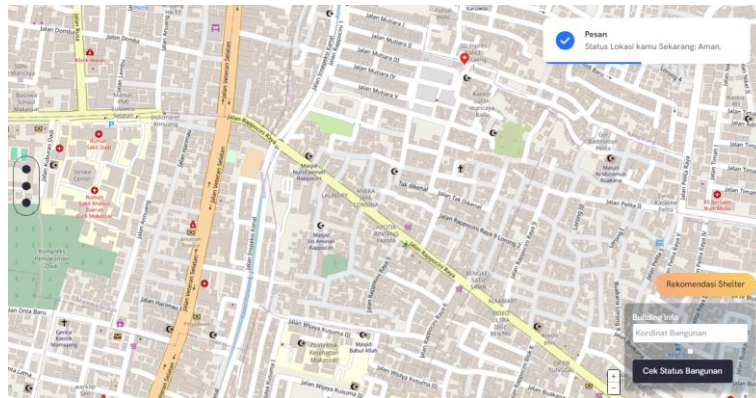
## e. Laporan

ID	NAMA BANGUNAN	LATITUDE LONGITUDE	ALAMAT
1	Masjid	-5.15134, 119.42935	
2	Masjid	-5.151653, 119.429614	
3	Rumah	-5.151736, 119.429507	
4	Rumah	-5.151825, 119.429979	
5	Rumah	-5.151186, 119.429632	
6	Rumah	-5.151174, 119.429837	
7	Rumah	-5.151184, 119.429862	
8	Rumah	-5.151184, 119.429904	
9	Masjid	-5.152367, 119.430117	
10	Rumah	-5.152327, 119.429847	
11	Masjid	-5.152611746676702, 119.42966125887924	

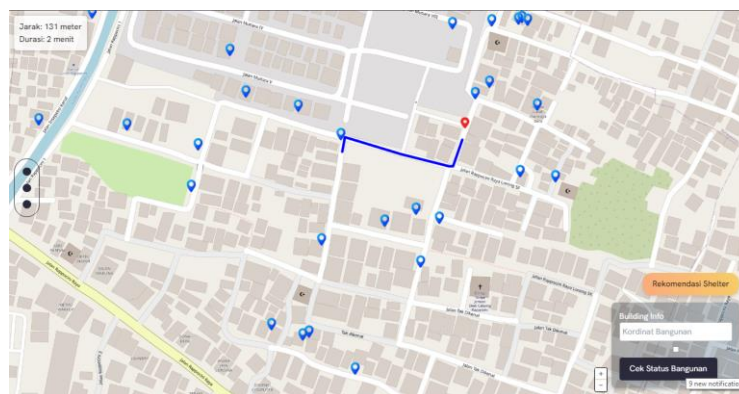
**Gambar 4 16.** Laporan

## 2. Masyarakat

## a. Status Bangunan

**Gambar 4 17.** Status Bangunan

## b. Rekomendasi Bangunan Aman

**Gambar 4 18.** Rekomendasi Bangunan Shelter

Gambar 4.18 menampilkan rekomendasi bangunan shelter jika status bangunan saat ini dinyatakan tidak aman/

**F. Pengujian Algoritma****Tabel 4 5.** Pengujian K-Fold Cross Validation

<i>Fold</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Skor</i>
-------------	-----------------	------------------	---------------	----------------

Fold 1	0.8333	0.8889	0.8331	0.8381
Fold 2	0.8212	0.8667	0.8333	0.8148
Fold 3	0.9109	0.0603	0.9811	0.9271
Fold 4	0.9498	0.0701	0.9456	0.9489
Fold 5	0.9891	0.0800	0.9888	0.9770
<b>AVG</b>	<b>0.91086</b>	<b>0.3332</b>	<b>0.91636</b>	<b>0.90118</b>

Tabel 4.5. Menunjukkan hasil pengujian menggunakan K-Fold Cross Validation dengan 5-fold. Pengujian ini diambil secara acak dari dataset dalam menfilter data latih dan data uji. Rata-rata akurasi yang diperoleh adalah 88,9%, yang menunjukkan bahwa algoritma dapat mempelajari dan mengidentifikasi pola dalam data dengan baik.

#### G. Data Uji 10%

Setelah implementasi sistem selesai, dilakukan pengujian menggunakan 10% dari dataset penelitian yang telah difilter, untuk mengevaluasi apakah aplikasi dapat menentukan keamanan bangunan dengan akurat.

**Tabel 4 6.** testing data 10%

No	Kordina t	Kriteria Konstruksi			Aktu al	Predik si	Ketera ngan
		Atap	Rangka Atap	Kolom Bangun an			
1	5.157132	4.0	3.0	3.0	Aman	Aman	Sesuai

	119.4285 36						
2	- 5.156672 , 119.4281 22	4.0	2.0	3.0	Aman	Aman	Sesuai
3	- 5.155154 , 119.4280 68	2.0	2.0	3.0	Aman	Aman	Sesuai
4	- 5.154696 , 119.4276 93	3.0	2.0	3.0	Aman	Aman	Sesuai
5	- 5.153195 , 119.4259 67	4.0	2.0	3.0	Aman	Aman	Sesuai
6	- 5.153933 , 119.4259 33	1.0	2.0	1.0	Tidak Aman	Tidak Aman	Sesuai
7	- 5.153721 , 119.4258 24	1.0	1.0	1.0	Tidak aman	Tidak Aman	Sesuai
8	- 5.154366 , 119.4295 74	2.0	1.0	2.0	Tidak Aman	Aman	Tidak Sesuai
9	- 5.152516 , 119.4292 83	3.0	1.0	1.0	Tidak Aman	Tidak Aman	Sesuai
10	- 5.155428 , 119.4297	1.0	3.0	1.0	Tidak Aman	Tidak Aman	Sesuai

	56						
11	- 5.151134 , 119.4298 19	1.0	3.0	3.0	Aman	Aman	Sesuai
12	- 5.151080 , 119.4301 53	2.0	3.0	3.0	Aman	Aman	Sesuai
13	- 5.154550 , 119.4285 56	4.0	1.0	2.0	Tidak Aman	Aman	Tidak Sesuai

Tabel 4.6 berdasarkan hasil pengujian terdapa 2 data yang sesuai antara data aktual dengan data prediksi Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu menilai keamanan suatu bangunan dengan akurasi pengujian sistem mencapai 88,9%.

## H. Blakbox

**Tabel 4 7.** Hasil Pengujian Form Login

<b>Kasus Yang Diuji</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Hasil Yang Diharapkan</b>	<b>Hasil</b>
Tombol <i>Login</i> sebagai pihak kelurahan (Admin)	Admin dapat <i>login</i> ke dalam sistem	Berhasil masuk ke sistem dan menampilkan halaman dashboard	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 4. 7.** Hasil Pengujian Menu Pada Halaman Dashboard

<b>Kasus Yang Diuji</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Hasil Yang Diharapkan</b>	<b>Hasil</b>
Menu data kriteria	Memilih menu data kriteria	Berhasil menampilkan halaman data kriteria	<input checked="" type="checkbox"/> Sukses <input type="checkbox"/> Gagal
Menu data bangunan	Memilih data bangunan	Berhasil menampilkan halaman data bangunan	<input checked="" type="checkbox"/> Sukses <input type="checkbox"/> Gagal
Menu data Klasifikasi Algoritma C.45	Memilih menu klasifikasi algoritma C.45	Berhasil menampilkan halaman klasifikasi algoritma C.45	<input checked="" type="checkbox"/> Sukses <input type="checkbox"/> Gagal
Menu laporan	Memilih menu laporan	Berhasil menampilkan halaman laporan	<input checked="" type="checkbox"/> Sukses <input type="checkbox"/> Gagal

**Tabel 4 8.** Hasil Pengujian Menu Data Bangunan

<b>Kasus Yang Diuji</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Hasil Yang Diharapkan</b>	<b>Hasil</b>
Tombol tambah	Memilih tombol tambah dan mengisi data dengan benar	Berhasil menampilkan menambah data bangunan aman	<input checked="" type="checkbox"/> Sukses <input type="checkbox"/> Gagal
Tombol ubah	Memilih	Berhasil Mengubah	<input checked="" type="checkbox"/> Sukses

	tombol ubah dan mengubah data dengan benar	data bangunan aman	<input type="checkbox"/> Gagal
Tombol hapus	Memilih tombol hapus dan sistem akan menghapus data	Berhasil Menghapus data bangunan aman	<input checked="" type="checkbox"/> Sukses <input type="checkbox"/> Gagal

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Berdasarkan hasil analisis dan pengujian, parameter yang menentukan status keamanan bangunan terhadap bencana angin puting beliung dengan menggunakan algoritma decision tree adalah kolom bangunan, yang memiliki nilai gain tertinggi sebesar 0,76. Parameter selanjutnya adalah rangka atap dengan nilai gain sebesar 0,48, dan terakhir adalah parameter atap dengan nilai gain sebesar 0,03.
2. Algoritma decision tree C4.5 dapat menentukan status keamanan bangunan dengan tingkat akurasi 88,9% berdasarkan pengujian prototype aplikasi. Selain itu, pengujian menggunakan K-Fold Cross Validation (K-fold = 5) memperoleh akurasi sebesar 91,08%. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan pesan status lokasi bangunan pengguna, yang mengidentifikasi apakah bangunan tersebut aman atau tidak aman untuk digunakan sebagai tempat berlindung saat terjadi bencana angin puting beliung.

#### **B. Saran**

1. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan algoritma klasifikasi lain untuk membandingkan hasil akurasi
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya mencakup analisis intensitas angin dan dampaknya terhadap bangunan, untuk menentukan

tingkat keamanan yang lebih spesifik berdasarkan kategori kekuatan angin puting beliung.

3. Penelitian selanjutnya disarankan mempertimbangkan analisis kualitas bahan bangunan, seperti daya tahan terhadap angin dan ketahanan material, untuk memberikan rekomendasi yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, E., & Syahputra, T. (2018). Pemodelan UML Manajemen Sistem Inventory. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD*, 1(2), 14–25.
- Akbar, F., Saputra, H. W., Maulaya, A. K., Hidayat, M. F., & Rahmaddeni, R. (2022). Implementasi Algoritma Decision Tree C4.5 dan Support Vector Regression untuk Prediksi Penyakit Stroke. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 2(2), 61–67. <https://doi.org/10.57152/malcom.v2i2.426>
- Arman, U. D., Sari, A., & Imani, R. (2021). Sosialisasi Pengetahuan Mitigasi Bencana dan Rekomendasi Bangunan Perlindungan Evakuasi di Kelurahan Pasie Nan Tigo. *Jurnal Abdimas ADPI Sains Dan Teknologi*, 2(2), 25–32. <https://doi.org/10.47841/saintek.v2i2.27>
- Astri Gusfita, Y., Masril, M., & Bastian, E. (2022). Analisis Struktur Atas Pada Pembangunan Sdn 04 Garegeh. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 40–45. <https://doi.org/10.33559/err.v1i2.1123>
- Bosar Panjaitan, S.Si., M. Kom, & Rama Fatullah. (2023). Perancangan Aplikasi Pemesanan Di DCost Restoran Berbasis Android. *Jurnal Limits*, 19(02), 1–8. <https://doi.org/10.59134/jlmt.v19i02.192>
- Cahyanti, D., Rahmayani, A., & Husniar, S. A. (2020). Analisis performa metode Knn pada Dataset pasien pengidap Kanker Payudara. *Indonesian Journal of Data and Science*, 1(2), 39–43. <https://doi.org/10.33096/ijodas.v1i2.13>
- Dewi, C., & Sasongko, A. W. (2018). Sistem Pelaporan Infrastruktur Dinas Bina Marga Dan PSDA Kota Salatiga Menggunakan NodeJs Berbasis Web. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 1(1), 10–17. <https://doi.org/10.24246/j.icm.2018.v1.i1.p10-17>
- Firmansyah, M., & Aufany, R. (2016). Implementasi Metode Decision Tree Dan

- Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Data Nasabah Bank. *Infokam*, XII(1), 1–12.
- Haniya, D. F., Dhita, I. A., Yasinta, I. V., Ardiawati, A. S. R., & Simatupang, T. P. (2021). Upaya Pemerintah Dalam Menangani Bencana Alam Tanah Longsor. *Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, 3, 43–54.
- Hardiyanti, D. (2021). Sistem informasi sekolah berbasis web pada sekolah dasar negeri (SDN) Seriti. *Indonesian Journal Of Education And Humanity*, 1(3), 156–168. <http://ijoehm.rcipublisher.org/index.php/ijoehm/article/view/28>
- Hasanah, N., Febriyanti, I., & Wahyuni, S. (2022). Analisis Potensi Bencana Angin Puting Beliung Terhadap Mutu Kesejahteraan Warga di Desa Junganyar SOCAH. *Proceeding Science Education National Conference 2022 Program Studi Pendidikan Ipa Universitas Trunojoyo Madura*, 1, 333–334.
- Ilyas Kurniawan, R., Ridwan, A., Winarto, S., & Candra, A. I. (2019). PERENCANAAN PONDASI TIANG (Studi Kasus HOTEL MERDEKA TULUNGAGUNG). *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 2(1), 144. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v2i1.406>
- Iryanthony, S. B. (2015). Pengembangan Modul Kesiapsiagaan Bencana Angin Puting Beliung Untuk Mahasiswa Pendidikan Geografi Unnes. *Jurnal Geografi Media Infomasi Pengembangan Ilmu Dan Profesi*, 12(2), 1–12.
- Karangnongko, K., Klaten, K., Saputro, I. N., Wakid, F. A., & Dewi, S. S. (2024). *Pembuatan sistem peringatan dini angin puting beliung di Desa*. 4, 7–12.
- Khoeri, I., & Iskandar Mulyana, D. (2021). Implementasi Machine Learning dengan Decision Tree Algoritma C4.5 dalam Penerimaan Karyawan Baru pada PT. Gitareksa Dinamika Jakarta. *Jurnal Sosial Teknologi*, 1(7), 615–623. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v1i7.126>
- Komputer, F. I., Studi, P., & Informatika, T. (2022). *Penentuan Lokasi Shelter Potensial*.

- Kurniawan, t bayu, & Syarifuddin. (2020). Perancangan Sistem Aplikasi Pemesanan Makanan dan Minuman Pada Cafeteria NO Caffe di TAnjung Balai Karimun Menggunakan Bahasa Pemrograman PHP dan MySQL. *Jurnal Tikar*, 1(2), 192–206. [https://ejurnal.universitaskarimun.ac.id/index.php/teknik\\_informatika/article/download/153/121](https://ejurnal.universitaskarimun.ac.id/index.php/teknik_informatika/article/download/153/121)
- Lewandowski, C. M. (2015). Python for Machine Learning. *The Effects of Brief Mindfulness Intervention on Acute Pain Experience: An Examination of Individual Difference*, 1, 1–11.
- Manado, P. N., Sipil, J. T., Studi, P., & Bangunan, K. (2022). *Desain dan analisis struktur rangka atap baja pada proyek pembangunan satpas polres tomohon*.
- Maromon, R. Y. Y., Ngurah, I. G., Hardy, W., & Tualaka, T. M. C. (2019). Kajian Rumah Ramah Angin di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Gewag*, 1(1), 14–19.
- Marutho, D. (2019). Perbandingan Metode Naïve Bayes, KNN, Decision Tree Pada Laporan Water Level Jakarta. *Jurnal Ilmiah Infokam*, 15(2), 90–97.
- Maskur, A., & Winarno, S. (2023). Analisis Tingkat Kerusakan Rangka Atap Baja Ringan (Studi Kasus SD Muhammadiyah Bogor, Playen, Gunung Kidul, D.I. Yogyakarta). *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 9(3), 346–351. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol9.iss3.2023.1312>
- Meilina, P. (2015). Penerapan Data Mining dengan Metode Klasifikasi Menggunakan Decision Tree dan Regresi. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 7(1), 11–20. [jurnal.ftumj.ac.id/index.php/jurtek](http://jurnal.ftumj.ac.id/index.php/jurtek)
- Muhammad Arofiq, N., Ferdo Erlangga, R., Irawan, A., & Saifudin, A. (2023). *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science Pengujian Fungsional Aplikasi Inventory Barang Kedatangan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula*. 2(5), 1322–1330. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>
- Muzaky, M. H., Cahyono, A. B., & Nurwatik, N. (2022). Penentuan Lokasi Flood

- Shelter Menggunakan Analisis Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE) (Studi Kasus : Kota Batu, Provinsi Jawa Timur). *Jurnal Teknik ITS*, 11(3). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i3.98442>
- Nata, A., & Suparmadi, S. (2022). Analisis Sistem Pendukung Keputusan Dengan Model Klasifikasi Berbasis Machine Learning Dalam Penentuan Penerima Program Indonesia Pintar. *Journal of Science and Social Research*, 5(3), 697. <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i3.1041>
- Nikmah, F. H., & Umar, U. H. (2023). *Comparison of Reinforcement Planning for Basement Wall Shelter Based on SS EN 1990 : 2008 ( 2015 ) with Technical Requirements for Household Shelter 2023 Perbandingan Perencanaan Perkuatan Basement Wall Shelter Berdasarkan SS EN 1990 : 2008 ( 2015 ) denga*. 4(December). <https://doi.org/10.37253/jcep.v4i2.8802>
- Nikmah, G. R., & Hazim, H. (2023). Gambaran Kecemasan Masyarakat Desa X Di Sidoarjo Pasca Bencana Angin Puting Beliung. *Jurnal Mahasiswa BK An-Nur : Berbeda, Bermakna, Mulia*, 9(3), 150. <https://doi.org/10.31602/jmbkan.v9i3.12054>
- Nurjani, E., Rahayu, A., & Rachmawati, F. (2015). Kajian Bencana Angin Ribut Di Indonesia Periode 1990-2011: Upaya Mitigasi Bencana. *Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 11(2). <https://doi.org/10.21831/gm.v11i2.3451>
- Parikesit, A. A. (2018). Kontribusi Aplikasi Medis dari Ilmu Bioinformatika Berdasarkan Perkembangan Pembelajaran Mesin (Machine Learning) Terbaru. *Cermin Dunia Kedokteran*, 45(9), 700–703. <http://www.kalbemed.com/DesktopModules/EasyDNNNews/DocumentDownload.ashx?portalid=0&moduleid=471&articleid=225&documentid=65>
- Parinang, R. E., Pengaruh, ", Bangunan, S., Bertingkat, G., Horizontal, K., Dalam, S., Gempa, P., Kupang, K., Parinang, R. E., Simatupang, P. H., & Nasjono, J. K. (2023). Pengaruh Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Dengan Ketidakberaturan Horizontal Sudut Dalam Terhadap Percepatan Gempa Kota

- Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 37–44.
- Ra, A., Diharja, A. C., Fanrian, A. A., & Putra, A. (2023). *Pelatihan HTML Dan CSS Dasar Menggunakan Visual Studio Code Di SMK Setia Bhakti*. 1(4), 200–204.
- Rahman, S., Sembiring, A., Siregar, D., Khair, H., Gusti Prahmana, I., Puspadini, R., & Zen, M. (2023). Python : Dasar Dan Pemrograman Berorientasi Objek. In *Penerbit Tahta Media*.
- Rifqo, M. H., & Wijaya, A. (2017). Implementasi Algoritma Naive Bayes Dalam Penentuan Pemberian Kredit. *Pseudocode*, 4(2), 120–128. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.4.2.120-128>
- Rosad, A. M. (2019). Implementasi Pendidikan Karakter Melalui Manajemen Sekolah. *Tarbawi: Jurnal Keilmuan Manajemen Pendidikan*, 5(02), 173. <https://doi.org/10.32678/tarbawi.v5i02.2074>
- Sinaga, R. (2013). *Strategi Badan Penanggulangan Bencana Daerah Dalam Mitigasi Bencan Puting Belingung Pemantangsiantar Provinsi Sumatra Utara*. 89. <http://www.nber.org/papers/w16019>
- Sonata, F.-. (2019). Pemanfaatan UML (Unified Modeling Language) Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Jenis Customer-To-Customer. *Jurnal Komunika : Jurnal Komunikasi, Media Dan Informatika*, 8(1), 22. <https://doi.org/10.31504/komunika.v8i1.1832>
- Suminar, S., & Astuti, D. (2021). Sinergitas Lembaga Mitigasi dalam Menghadapi Bencana di Desa Wonokerto. *Jurnal Masyarakat Dan Desa*, 1(1), 68–86.
- Susim, T., & Darujati, C. (2021). Pengolahan Citra untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(3), 534–545. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i3.202>
- Taufiq, M., & Mushthofa, M. (2023). *Permodelan beban banjir bandang untuk struktur gedung Tempat Evakuasi Vertikal ( TEV ) ( Studi kasus lokasi di*

*Sukabumi* ). 2(2), 57–67.

- Tiara, S. I. N. J., Yushardi, Y., & Sudarti, S. (2023). Potensi Angin Puting Beliung Di Pulau Jawa Dan Dampaknya Pada Lingkungan. *Jurnal Sains Riset*, 13(1), 76–82. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i1.888>
- Tofani, I., Silitonga, T., Afrianita, Y., & Tesiherdawati. (2022). *Jurnal pelita kota*. 3(2), 189–206.
- Triana, D., Hadi, T. S., & Husain, M. K. (2018). Mitigasi Bencana Melalui Pendekatan Kultural dan Struktural. *Seminar Nasional XII “Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi 2017”*, 379–384. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/723>
- Utami, S. F. (2020). Penerapan Data Mining Algoritma Decision Tree Berbasis PSO. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 677–681.
- Voutama, A. (2022). Sistem Antrian Cucian Mobil Berbasis Website Menggunakan Konsep CRM dan Penerapan UML. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 11(1), 102–111. <https://doi.org/10.34010/komputika.v11i1.4677>
- Yoga Ananda Putra, Sumijan, & Mardison. (2019). Perancangan Sistem Informasi Akademik Menggunakan Bahasa Pemograman Php dan Database Mysql. *Jurnal Teknologi*, 9(1), 25–40. <https://doi.org/10.35134/jitekin.v9i1.5>
- Zulfa, I., & Wanda, R. (2023). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Rancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Website Menggunakan PHP dan MySQL. *Klik: Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 3(4), 393–399. <https://djournals.com/klik/article/view/617>