

**EVALUASI KEMAMPUAN EVAKUASI DARURAT PADA  
GEDUNG IPA TERPADU FMIPA UNP MENGGUNAKAN  
MODEL *ENTROPY WEIGHT-LOGARITHMIC FUZZY*  
*MULTI OBJECTIVE PROGRAMMING (E-LFMP)***



**OLVANI APRILLIAN KURNIAWATI LAOLI  
NIM. 19030020**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2023**

**EVALUASI KEMAMPUAN EVAKUASI DARURAT PADA  
GEDUNG IPA TERPADU FMIPA UNP MENGGUNAKAN  
MODEL *ENTROPY WEIGHT-LOGARITHMIC FUZZY  
MULTI OBJECTIVE PROGRAMMING (E-LFMP)***

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains*



Oleh  
**OLVANI APRILLIAN KURNIAWATI LAOLI**  
**NIM. 19030020**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2023**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

### **EVALUASI KEMAMPUAN EVAKUASI DARURAT PADA GEDUNG IPA TERPADU FMIPA UNP MENGGUNAKAN MODEL *ENTROPY WEIGHT- LOGARITHMIC FUZZY MULTI OBJECTIVE PROGRAMMING (E-LFMP)***

Nama : Olvani Aprillian Kurniawati Laoli  
NIM : 19030020  
Program Studi : Matematika  
Departemen : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 22 Agustus 2023

Disetujui oleh,

Pembimbing



Defri Ahmad, S.Pd, M.Si

NIP. 19880909 201404 1 002

**PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI**

Nama : Olvani Aprillian Kurniawati Laoli  
NIM : 19030020  
Program Studi : Matematika  
Departemen : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**EVALUASI KEMAMPUAN EVAKUASI DARURAT PADA GEDUNG IPA  
TERPADU FMIPA UNP MENGGUNAKAN MODEL *ENTROPY WEIGHT-  
LOGARITHMIC FUZZY MULTI OBJECTIVE PROGRAMMING (E-LFMP)***

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 22 Agustus 2023

**Tim Penguji**

Nama  
Ketua : Defri Ahmad, S.Pd, M.Si  
Anggota : Drs. Yusmet Rizal, M.Si  
Anggota : Dr. Devni Prima Sari, S.Si, M.Sc.

Tanda Tangan  


## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Olvani Aprillian Kurniawati Laoli

NIM : 19030020

Program Studi : Matematika

Departemen : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul "**Evaluasi Kemampuan Evakuasi Darurat pada Gedung IPA Terpadu FMIPA UNP Menggunakan Model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multiobjective Programming (E-LFMP)***" adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 22 Agustus 2023

Diketahui oleh,

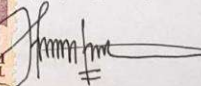
Kepala Departemen Matematika,



Dr. Suherman, S.Pd., M.Si

NIP. 196808301999031002

Saya yang menyatakan,



Olvani Aprillian Kurniawati Laoli

NIM. 19030020

**Evaluasi Kemampuan Evakuasi Darurat pada Gedung IPA Terpadu FMIPA  
UNP Menggunakan Model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy  
Multi Objective Programming (E-LFMP)***

**Olvani Aprillian Kurniawati Laoli**

**ABSTRAK**

Dalam menghadapi situasi darurat di gedung bertingkat, penilaian kapasitas evakuasi darurat menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan keselamatan dan kesiapan penghuni gedung. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis aspek-aspek krusial dalam sistem evakuasi darurat pada gedung kuliah bertingkat. Pertanyaan penelitian yang diangkat adalah bagaimana mengukur kapasitas evakuasi darurat dan bagaimana meningkatkan efisiensi proses evaluasinya.

Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, penelitian ini mengadopsi pendekatan multi-metode. Pertama, pendekatan Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang dapat menyebabkan kegagalan dalam sistem evakuasi darurat. Selanjutnya, metode Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multiobjective Programming (E-LFMP) digunakan untuk memberikan objektivitas dan rasionalitas dalam proses evaluasi. Pendekatan berbasis fuzzy diterapkan untuk mengubah aspek-aspek kualitatif menjadi nilai numerik, sehingga dapat diintegrasikan secara lebih efektif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa melalui pendekatan komprehensif berbasis fuzzy, tingkat keanggotaan maksimum yang diperoleh adalah 0,39329 dengan kategori "umum". Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas evakuasi darurat pada gedung kuliah bertingkat perlu ditingkatkan guna menghadapi situasi darurat dengan lebih efektif. Dengan menggunakan analisis FTA, faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap kegagalan dalam sistem evakuasi darurat berhasil diidentifikasi. Kemudian, melalui pendekatan E-LFMP, evaluasi terhadap kapasitas evakuasi darurat menjadi lebih obyektif dan rasional. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan keselamatan dan kesiapan gedung dalam menghadapi situasi darurat melalui penilaian yang komprehensif dan terintegrasi.

Kata kunci: Kapasitas Evakuasi, Analisis Pohon Kesalahan, E-LFMP, Evaluasi Komprehensif Fuzzy

**Evaluation of Emergency Evacuation Ability at IPA Terpadu Faculty  
of MIPA UNP USING the Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multi  
Objective Programming (E-LFMP) Model**

**Olvani Aprillian Kurniawati Laoli**

**ABSTRAK**

In the face of emergency situations within multi-story buildings, the assessment of emergency evacuation capacity becomes a crucial aspect to ensure the safety and readiness of building occupants. Thus, this study aims to identify and analyze critical aspects of the emergency evacuation system in multi-story lecture buildings. The research question at hand is how to measure emergency evacuation capacity and enhance the efficiency of the evaluation process.

To achieve these objectives, a multi-method approach is employed in this research. First, the Fault Tree Analysis (FTA) approach is utilized to identify the primary factors that could lead to failures in the emergency evacuation system. Subsequently, the Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multiobjective Programming (E-LFMP) method is employed to enhance objectivity and rationality within the evaluation process. The fuzzy-based approach is applied to transform qualitative aspects into numerical values, facilitating a more effective integration.

The research findings reveal that through a comprehensive fuzzy-based approach, the maximum membership level obtained is 0.39329, categorized as "general". This indicates the necessity to improve the emergency evacuation capacity in multi-story lecture buildings in order to better handle emergency situations. The FTA analysis successfully identifies key factors contributing to failures in the emergency evacuation system. Furthermore, the E-LFMP approach enhances the objectivity and rationality of the evaluation process. Overall, this research significantly contributes to enhancing building safety and preparedness in emergency situations through a comprehensive and integrated assessment.

**Keywords:** evacuation capability, Fault Tree Analysis, E-LFMP, fuzzy comprehensive evaluation

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Negeri Padang (UNP).

Skripsi yang berjudul “**Evaluasi Kemampuan Evakuasi Darurat pada Gedung IPA Terpadu FMIPA UNP Menggunakan Model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multi Objective Programming (E-LFMP)***” ini menjelaskan analisa perhitungan rasio bobot dan nilai hasil indikator dalam model evaluasi kemampuan evakuasi darurat menggunakan model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multiobjective Programming (E-LFMP)*.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, namun, penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan, doa dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Terima kasih yang terkhusus penulis sampaikan kepada kedua orang tua atas kasih sayang, bimbingan, nasehat, doa dan pengorbanan yang tiada henti. Semoga Tuhan senantiasa menjaga dan melimpahkan Kasih-Nya kepada kedua orang tua yang sangat berjasa.

Tidak lupa pula, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Defri Ahmad, S.Pd, M.Si. Pembimbing, penasehat akademik sekaligus Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNP.



2. Ibu Dr. Devni Prima Sari, S.Si, M.Sc. Penguji.
3. Bapak Drs. Yusmet Rizal, M.Si. Penguji.
4. Bapak Ibu staf pengajar Jurusan Matematika FMIPA UNP.
5. Semua pihak yang turut membantu selama studi dan penyelesaian skripsi ini.

Semoga bantuan dan bimbingan yang diberikan dapat menjadi amal ibadah. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Apanila terdapat kesalahan dalam isi, penulisan, maupun pengetikan, itu bukanlah unsur kesengajaan. Untuk itu penulis mohon maaf kepada pembaca. Kritik dan saran dari pembaca selalu diterima untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat, dapat dipergunakan sebagaimana mestinya, dan menjadi pedoman bagi penulis selanjutnya. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Perumusan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II</b> .....	7
<b>KAJIAN TEORI</b> .....	7
A. Evaluasi .....	7
B. Evakuasi .....	9
C. Analisis pohon kesalahan.....	11
D. Bilangan Fuzzy Segitiga dan LFMP .....	18
E. Metode Bobot Entropy .....	25
F. <i>Entropy Weight-Multiobjective Fuzzy Logarithmic Programming</i> .....	27
G. Model Evaluasi Komprehensif Fuzzy.....	28
<b>BAB III</b> .....	33
<b>METODE PENELITIAN</b> .....	33
A. Jenis Penelitian.....	33
B. Jenis dan sumber data.....	33
C. Prosedur teknik analisis dta.....	33

<b>BAB IV</b> .....	36
<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	36
A. Tinjauan Dasar pada Gedung IPA Terpadu FMIPA UNP .....	36
B. Penentuan Struktur Pohon Kesalahan .....	37
C. Penentuan Bobot Indikator Evaluasi .....	46
D. Evaluasi Komprehensif Fuzzy .....	62
<b>BAB V</b> .....	67
<b>PENUTUP</b> .....	67
A. Kesimpulan .....	67
B. Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	69
<b>LAMPIRAN</b> .....	71

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Fungsi bilangan fuzzy segitiga .....	19
Gambar 2. Sistem indeks evakuasi kemampuan evakuasi darurat .....	38

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Simbol Kejadian.....	15
<b>Tabel 2.</b> Simbol gerbang .....	17
<b>Tabel 3.</b> Simbol <i>transfer</i> .....	18
<b>Tabel 4.</b> Skala Triangular Fuzzy Number .....	21
<b>Tabel 5.</b> Peristiwa dasar evaluasi kemampuan evakuasi darurat .....	46
<b>Tabel 6.</b> Peristiwa dasar untuk ondisi jalur evakuasi .....	47
<b>Tabel 7.</b> Matriks perbandingan kapasitas evakuasi darurat .....	47
<b>Tabel 8.</b> Matriks perbandingan kemampuan evakuasi personil.....	47
<b>Tabel 9.</b> Matriks perbandingan kapasitas evakuasi darurat .....	47
<b>Tabel 10.</b> Matriks perbandingan kemampuan manajemen darurat.....	48
<b>Tabel 11.</b> Matriks perbandingan kondisi jalur evakuasi .....	48
<b>Tabel 12.</b> Interval Skor.....	62
<b>Tabel 13.</b> <i>Comment set A1</i> .....	64
<b>Tabel 14.</b> <i>Comment set A2</i> .....	64
<b>Tabel 15.</b> <i>Comment set A3</i> .....	64
<b>Tabel 16.</b> <i>Comment set B10</i> .....	64
<b>Tabel 17.</b> <i>Comment set Target</i> .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Kuesioner Penelitian.....	71
<b>Lampiran 2.</b> Syntax solusi optimal dari pertidaksamaan LFMP.....	87

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Gedung kuliah adalah ruang publik dengan kepadatan tinggi, karena adanya orang-orang yang terlibat dalam kegiatan belajar, mengajar dan bekerja (Zang, 2021). Bangunan bertingkat tinggi, merupakan bangunan dengan struktur arsitektur yang kompleks, yang dirancang secara vertikal dengan jumlah lantai yang banyak serta biasanya memiliki beragam fungsi dan aktivitas di dalamnya (Rahadian, 2016). Kondisi tersebut menyebabkan suatu bangunan gedung bertingkat tinggi memiliki jumlah penghuni yang tidak sedikit, karena dapat menampung lebih banyak orang daripada bangunan satu lantai, hal ini meningkatkan kesulitan evakuasi pada tahap awal keadaan darurat, dan manajemen evakuasi bangunan (Niu, 2019), (Soltanzadeh, 2018). Selain itu, resiko evakuasi yang terkait dengan gedung kuliah dan bangunan bertingkat tinggi digabungkan dalam kasus gedung kuliah bertingkat tinggi. Oleh karena itu, perlu untuk meningkatkan manajemen darurat dan efisiensi evakuasi untuk menjamin keselamatan semua orang dalam gedung dengan cara mengkaji metode evaluasi kemampuan evakuasi darurat pada gedung kuliah bertingkat tinggi (Wang, 2019).

Namun saat ini, belum ada sistem indeks yang lengkap terkait kemampuan evakuasi darurat untuk pencegahan, mitigasi dan rehabilitasi gedung kuliah

bertingkat tinggi dan tidak ada sistem evaluasi kemampuan evakuasi darurat yang sesuai (Xiong & Yan, 2007), (Fuyou, 2009). Dalam hal ini diperlukan perencanaan proses evakuasi yang baik agar dalam kondisi darurat korban manusia dapat dihindari. Pengelolaan proses evakuasi adalah salah satu upaya untuk memperkecil resiko timbulnya korban jiwa.

Hal yang sangat mendasar dalam kesiapan evakuasi darurat adalah dengan mengetahui keberadaan sumber – sumber bahaya dan risiko tersebut, maka dapat dilakukan berbagai upaya pencegahannya (PUPR, 2017) . Setelah semua risiko teridentifikasi, melakukan penilaian risiko melalui analisis risiko untuk menentukan besarnya suatu risiko dan peringkat risiko. Untuk itu langkah pertama adalah bagaimana mengendalikan atau mengurangi bahaya yang menyatu dalam operasi proses tersebut.

Metode penilaian risiko (*risk assessment*) merupakan metode yang digunakan untuk melakukan identifikasi terhadap risiko bahaya yang memuat daftar berbagai hal pokok untuk memeriksa keadaan di dalam suatu sistem dengan menghasilkan *Risk Rating* terhadap bahaya yang terjadi, sehingga dapat ditentukan prioritas usulan perbaikannya (Yuniar, 2014). Metode *risk assessment* dapat dibagi menjadi metode kualitatif dan kuantitatif, termasuk *fault tree analysis* (FTA), *analytic hierarchy process* (AHP), *gray system theory* dan *fuzzy comprehensive evaluation* (Xing & Amari, 2008) , (Aminbakhsh, 2013) . Sistem indeks evaluasi yang digunakan dalam penilaian kuantitatif dapat digabungkan dengan penilaian kualitatif untuk memastikan kelengkapan dan objektivitas penilaian serta lebih mudah untuk dilakukan.



Beberapa peneliti telah mengkaji permasalahan mengenai evakuasi darurat. Diantaranya: Zhang dkk, mengkaji tentang evaluasi kapasitas evakuasi darurat stasiun kereta bawah tanah dan hasilnya memberikan referensi untuk peningkatan kemampuan evakuasi darurat stasiun metro melalui penggabungan analisis network dan evaluasi komprehensif fuzzy yang mengevaluasi kapasitas evakuasi darurat stasiun kereta bawah tanah (Zhang, 2013). Yang yang dkk, mengkaji tentang evaluasi kapasitas evakuasi jalan bawah tanah perkotaan, hasilnya menggunakan model evaluasi komprehensif fuzzy dikembangkan dengan evaluasi risiko dan perhitungan kapasitas evakuasi darurat, bermanfaat untuk menemukan cara yang paling efektif untuk meningkatkan kapasitas evakuasi (Yang, 2017). Permasalahan yang telah dikaji oleh beberapa peneliti tersebut sama-sama mengkaji tentang evaluasi kapasitas evakuasi darurat dan menggunakan model evaluasi komprehensif fuzzy. Berbeda dengan yang telah dibahas, akan dilakukan evaluasi kemampuan evakuasi darurat pada gedung kuliah bertingkat menggunakan model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multi-Objective Programming* (E-LFMP).

Model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multiobjective Programming* (E-LFMP) merupakan gabungan dari metode bobot entropi dan *multi-objective fuzzy logarithmic programming* (LFMP). Metode pembobotan hibrid yang terbentuk dari kombinasi metode pembobotan subjektif dan metode pembobotan objektif. Tujuannya untuk meningkatkan objektivitas dan rasionalitas proses dan hasil evaluasi. Akibatnya, bobot berbagai tingkat faktor indeks dianalisis dan dihitung, dan konten yang lebih komprehensif dipertimbangkan. Model evaluasi

komprehensif fuzzy dibuat untuk mengevaluasi kemampuan evakuasi darurat dari gedung kuliah bertingkat.

Objek pengamatan dilaksanakan pada gedung kuliah IPA Terpadu FMIPA UNP untuk mempelajari evakuasi darurat di tempat-tempat padat penduduk. Dan metode rekayasa sistem keselamatan dan penilaian risiko digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang mudah menyebabkan kecelakaan saat keadaan darurat di gedung kuliah. Menurut teori "*man, machine, environment, management*" dalam ilmu keselamatan dan hasil penting struktur peristiwa dasar yang diperoleh dari analisis pohon masalah (*accident tree analysis*) dan indikator dipilih untuk mengoptimalkan indikator dan membangun sistem indikator baru (Song & Xie, 2014) , (Tampubolon, 2020) . Kemudian kemampuan evakuasi darurat dari gedung kuliah dievaluasi dan langkah-langkah efektif akan diusulkan. Hasil penelitian penelitian ini memiliki nilai referensi tertentu untuk meningkatkan kemampuan evakuasi darurat perguruan tinggi dan universitas dan meningkatkan tingkat manajemen keamanan publik perguruan tinggi dan universitas.

Oleh sebab itu dalam penelitian ini diberi judul “Evaluasi Kemampuan Evakuasi Darurat pada Gedung IPA Terpadu FMIPA UNP Menggunakan Model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multiobjective Programming (E-LFMP)*”.

## B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam melakukan penelitian, batasan ini dilakukan agar pembahasan yang dilakukan dapat tepat sasaran dan terarah. Adapun batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Tempat penelitian dilakukan di gedung kuliah IPA Terpadu FMIPA UNP dengan satu pintu keluar.
2. Fokus penelitian hanya pada evaluasi kemampuan evakuasi darurat di gedung kuliah IPA Terpadu FMIPA UNP.

## C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana rasio bobot dan nilai hasil indikator dalam model evaluasi kemampuan evakuasi darurat menggunakan model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multiobjective Programming (E-LFMP)*?”

## D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui rasio bobot dan nilai hasil indikator dalam model evaluasi kemampuan evakuasi darurat menggunakan model *Entropy Weight-Logarithmic Fuzzy Multiobjective Programming (E-LFMP)*.

## E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang ingin dicapai dari oleh peneliti pada penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran bagi peneliti dan pembaca mengenai evaluasi kemampuan evakuasi darurat yang efektif dan efisien pada gedung kuliah bertingkat.
2. Gambaran yang diberikan diharapkan dapat menjadi referensi bagi pihak-pihak terkait dalam menentukan kebijakan yang tepat untuk mengoptimalkan proses evakuasi darurat pada gedung kuliah bertingkat.
3. Sebagai bahan masukan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan dan memperluas cakupan penelitian.