

**MODEL EVAKUASI KERAMAIAAN DALAM GEDUNG
MEMILIKI BEBERAPA PINTU KELUAR DENGAN
MEMPERHATIKAN KEPANIKAN INDIVIDU**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains



**Oleh:
GHAITSA DEIWA KARUFA
NIM. 19030103/2019**

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

PERSETUJUAN SKRIPSI

**MODEL EVAKUASI KERAMAIAAN DALAM GEDUNG
MEMILIKI BEBERAPA PINTU KELUAR DENGAN
MEMPERHATIKAN KEPANIKAN INDIVIDU**

Nama : Ghaita Deiwa Karufa
NIM : 19030103
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 09 November 2023

Disetujui oleh,

Pembimbing



Defri Ahmad, S.Pd., M.Si
NIP. 19880909 201404 1 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

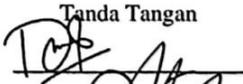
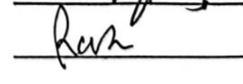
Nama : Ghaitsa Deiwa Karufa
NIM : 19030103
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**MODEL EVAKUASI KERAMAIAAN DALAM GEDUNG
MEMILIKI BEBERAPA PINTU KELUAR DENGAN
MEMPERHATIKAN KEPANIKAN INDIVIDU**

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

Padang, 09 November 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Defri Ahmad, S.Pd., M.Si.	
Anggota	: Drs. Yusmet Rizal, M. Si	
Anggota	: Rara Shandy Winanda, S.Pd., M.Sc.	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ghaitsa Deiwa Karufa
NIM : 19030103
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Model Evakuasi Keramaian dalam Gedung Memiliki Beberapa Pintu Keluar dengan Memperhatikan Kepanikan Individu”** 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.

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

Padang, 09 November 2023

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Matematika,



Dr. Suherman, S.Pd., M.Si
NIP. 196808301999031002

Saya yang menyatakan,




Ghaitsa Deiwa Karufa
NIM. 19030103

Model Evakuasi Keramaian dalam Gedung Memiliki Beberapa Pintu Keluar dengan Memperhatikan Kepanikan Individu

Ghaita Deiwa Karufa

ABSTRAK

Evakuasi adalah perpindahan individu dari tempat yang dalam keadaan bahaya ke tempat yang lebih aman. Evakuasi biasa dilakukan jika ada keadaan darurat seperti gempa bumi, kebakaran atau serangan, yang akan mempersulit pergerakan individu. Individu yang berada pada keadaan darurat akan merasa panik. Kepanikan yang terjadi akan menyebabkan individu kehilangan arah untuk menuju tempat yang lebih aman seperti pintu keluar.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar atau *teoritis*. Model evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu ini menggunakan model *cellular automata* sebagai model dasar dan langkah yang sudah ada sebelumnya. Model evakuasi menggunakan *cellular automata* yang mensimulasikan perilaku individu pada sel sel untuk proses evakuasi. Pada model ini diperhatikan faktor kepanikan pada proses evakuasi yang akan mempengaruhi langkah yang diambil individu. Langkah individu berdasarkan dari probabilitas transisi akan diperoleh waktu evakuasi. Parameter yang digunakan seperti koefisien statis, koefisien dinamis, dan juga koefisien panik.

Simulasi menggunakan *software* Matlab dengan memasukkan ukuran grid, posisi hambatan, posisi pintu keluar, posisi individu dan parameter parameternya. Keluaran dari simulasi berbentuk waktu simulasi evakuasi individu keluar gedung dan gambar gedung beserta posisi individu, posisi pintu keluar, dan hambatannya. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh meningkatnya kepanikan individu maka semakin lama waktu evakuasi.

Kata Kunci: Evakuasi, Panik, *Cellular Automata*

Model Evakuasi Keramaian dalam Gedung Memiliki Beberapa Pintu Keluar dengan Memperhatikan Kepanikan Individu

Ghaisa Deiwa Karufa

ABSTRACT

Evacuation is the movement of individuals from a place of danger to a safer place. Evacuation is usually done when there is an emergency such as an earthquake, fire or attack, which will make it difficult for individuals to move. Individuals who are in an emergency will feel panic. The panic that occurs will cause individuals to lose their way to a safer place such as an exit.

This research is basic or theoretical research. This crowd evacuation model in a building with multiple exits with respect to individual panic uses a cellular automata model as a basic model and pre-existing steps. The evacuation model uses cellular automata that simulates the behavior of individuals in cells for the evacuation process. This model considers the panic factor in the evacuation process which will affect the steps taken by individuals. Individual steps based on transition probabilities will obtain evacuation time. The parameters used are static coefficient, dynamic coefficient, and panic coefficient.

The simulation uses Matlab software by entering the grid size, obstacle position, exit position, individual position and parameters. The output of the simulation is in the form of individual evacuation simulation time out of the building and building images along with individual positions, exit positions, and obstacles. Based on the simulation results, it is obtained that the increase in individual panic, the longer the evacuation time.

Keywords: *Evacuation, Panic, Cellular Automata*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

Alhamdulillah rabbi ‘alamin segala puji dan syukur atas rahmat dan karunia yang Allah SWT berikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Model Evakuasi Keramaian dalam Gedung Memiliki Beberapa Pintu Keluar dengan Memperhatikan Kepanikan Individu**”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Padang (UNP).

Dalam Penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, petunjuk, semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Defri Ahmad, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing Skripsi.
2. Ibu Rara Sandhy Winanda, S.Pd, M.Sc dan Bapak Drs. Yusmet Rizal, M.si sebagai Dosen Penguji.
3. Ibu Dr. Devni Prima Sari, S.Si., M.Sc sebagai Ketua Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pegetahuan Alam Universitas Negeri Padang dan Penasehat Akademik.
4. Bapak Dr. Suherman, S.Pd, M.Si sebagai Kepala Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pegetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Matematika yang telah memberikan ilmu kepada penulis.

6. Bapak dan Ibu Staf Administrasi dan Pustaka Departemen Matematika FMIPA UNP.
7. Orang tua, saudara, dan seluruh keluarga atas segenap do'a, dukungan moral dan materi, serta kasih sayang yang selalu ada untuk penulis.
8. Teman teman Program Studi dan Departemen Matematika 2019 FMIPA UNP.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga dengan segala bimbingan, bantuan, dan nasehat yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu bagi para pembacanya. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Pertanyaan Penelitian	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
F. Metodologi penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. Kepanikan	7
B. Pemodelan Matematika	7
C. Model Cellular Automata	9
D. Gerakan Individu	12
E. Bidang Lantai	14
BAB III PEMBAHASAN	18
A. Model Evakuasi Keramaian dalam Gedung Memiliki Beberapa Pintu Keluar	18
B. Simulasi Model Evakuasi Keramaian dalam Gedung Memiliki Beberapa Pintu Keluar	21
C. Hasil Simulasi Model Evakuasi Keramaian dalam Gedung Memiliki Beberapa Pintu Keluar	25
BAB IV PENUTUP	26
A. Kesimpulan	26
B. Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lingkungan Von Neumann dengan grid persegi	12
2. Lingkungan Moore dengan grid persegi	12
3. Kemungkinan arah pergerakan individu dan probabilitas transisi P_{ij}	14
4. Bentuk gedung dengan tiga pintu keluar	21
5. Posisi awal individu secara acak.....	22
6. Tangkapan gambar pada langkah waktu yang berbeda ketika $KP = 0$	22
7. Tangkapan gambar pada langkah waktu yang berbeda ketika $KP = 1$	23
8. Tangkapan gambar pada langkah waktu yang berbeda ketika $KP = 2$	23
9. Tangkapan gambar pada langkah waktu yang berbeda ketika $KP = 3$	24
10. Hubungan antara koefisien panik dengan waktu evakuasi	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kode utama simulasi matlab.....	30
2. Fungsi bidang lantai statis.....	32
3. Fungsi bidang lantai dinamis	32
4. Fungsi probabilitas transisi	33
5. Fungsi langkah individu.....	33
6. Visualisasi simulasi.....	35

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Frekuensi berkumpulnya orang dengan kepadatan tinggi di tempat umum sangat banyak terjadi. Kegiatan yang dilakukan seperti pertandingan olahraga, konser musik, seminar atau kegiatan lainnya. Kegiatan tersebut dapat dilakukan dengan banyaknya individu yang berkumpul di suatu tempat seperti gedung. Jika terjadi keadaan darurat, seperti gempa bumi, kebakaran, atau serangan buatan, akan mempersulit pergerakan individu yang dapat menimbulkan korban jiwa dan kerugian harta benda. Dengan kejadian tersebut akan dipertaruhkan nyawa individu yang berada pada gedung tersebut, dan individu akan berusaha menyelamatkan diri pada ancaman yang terjadi dengan evakuasi (Chen, Sun, Lei, Zhao, & Shi, 2021).

Evakuasi adalah pemindahan individu dari tempat berbahaya, ke tempat yang lebih aman. Individu yang berada pada keadaan berbahaya dalam gedung akan merasa panik karena merasa berada dalam ancaman. Kepanikan tidak hanya mempengaruhi pikiran individu selama evakuasi tetapi menyebabkan adanya individu yang terjepit atau terinjak-injak yang dapat memperburuk situasi. Diperlukan evakuasi individu dalam keramaian dengan cepat dan efektif tanpa menimbulkan korban jiwa (Mu'arifin, Harsono, & Barakbah, 2015).

Selama evakuasi individu di keramaian, kepanikan merupakan kejadian umum yang dialami individu dalam menghadapi bahaya. Hasil

simulasi Shen & Wang (2018) menunjukkan individu mengalami kepanikan akan dapat mengurangi waktu evakuasi dengan menggunakan dua perilaku evakuasi campuran yaitu jalan acak atau berjalan sepanjang dinding. Zeng, dkk (2019) juga mengemukakan konsep koefisien panik sehingga dapat menggambarkan pengaruh psikologi panik individu terhadap konsep evakuasi.

Model evakuasi secara garis besar dapat dibagi menjadi model makroskopis dan model mikroskopis. Model makroskopis digunakan untuk mempelajari evakuasi arus individu secara keseluruhan seperti aliran fluida, arus lalu lintas, tetapi tidak dapat memperhatikan interaksi antar individu. Sedangkan, model mikroskopis lebih memperhatikan interaksi antar individu dan dapat melihat perbedaan individu seperti jenis kelamin, usia, kondisi fisik dalam parameter model. Model mikroskopis seperti model *cellular automata*. Model *cellular automata* dapat melihat pergerakan dan perilaku individu yang dapat dijelaskan secara alami dan akurat karena keefisiensian komputasinya, sehingga banyak digunakan dalam penelitian (Li, Chen, Zheng, Dou, & Cheng, 2019).

Dengan merujuk beberapa penelitian sebelumnya dan mengangkat beberapa penelitian referensi untuk bahan kajian dari jurnal terkait. Hasil penelitian Chen, dkk (2021) menjelaskan tentang interaksi pejalan kaki yang mengalami kepanikan dalam kondisi serangan buatan dengan menggunakan model automata seluler bidang lantai yang diperluas. Pejalan kaki yang panik dapat memudahkan penyerang dalam menjangkau dan

bergerak ke arahnya. Hasil penelitian Mu'arifin dkk (2022) model *cellular automata* dapat digunakan untuk memodelkan pergerakan objek pejalan kaki dalam kasus terjadi bencana. Penentuan pendistribusian bobot pada *cellular automata* sangat berpengaruh terhadap pengetahuan objek untuk menuju pintu keluar.

Pada kasus yang akan diteliti yaitu terdapat gedung dalam keadaan yang ramai hanya memiliki beberapa pintu keluar, terjadi serangan atau keadaan yang menyebabkan kerumunan panik dan berusaha untuk keluar dari Gedung. Para individu akan mencari pintu keluar yang terdekatnya. Dan akan melihat berapa waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi.

Berdasarkan permasalahan dapat diketahui pada saat terjadinya bencana ataupun bahaya di suatu gedung yang dalam keadaan yang ramai, dapat dilakukan evakuasi dengan perilaku manusia yang beragam. Perilaku manusia saat terjadi suatu bahaya akan merasa panik untuk menyelamatkan diri dari bahaya, akan lari ke pintu terdekat, ataupun membantu sesama. Mengevaluasi pengaruh kepanikan, kepadatan individu, jumlah pintu keluar, dan strategi jalan keluar individu. Penelitian ini akan menggunakan pendekatan model *Cellular Automata (CA)* yang merupakan model dasar yang cukup banyak digunakan dalam pemodelan *pedestrian*. Model yang digunakan adalah distribusi pembobotan sel kedalam titik kritis arah petunjuk jalur evakuasi, yang dapat memudahkan dalam evakuasi dan mengurangi kepanikan individu tersebut. Permasalahan ini dapat dimodelkan ke dalam matematika sehingga dapat membantu evakuasi saat

keramaian pada gedung. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul “**Model Evakuasi Keramaian dalam Gedung Memiliki Beberapa Pintu Keluar dengan Memperhatikan Kepanikan Individu**”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, ditentukan rumusan masalah ini adalah “Bagaimana waktu evakuasi pada gedung yang memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu menggunakan model *cellular automata*?”.

C. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah dapat diperoleh pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apa bentuk model evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu?
2. Bagaimana hasil simulasi dari model evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diberikan, akan diperoleh tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui model evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu

2. Mengetahui hasil simulasi dari model evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah kita dapat memperoleh manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Sebagai gambaran evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu
2. Sebagai referensi pihak terkait dengan memberikan gambaran untuk menentukan tindakan dalam melakukan evakuasi keramaian dalam gedung yang memiliki beberapa pintu keluar
3. Sebagai bahan masukan atau sumber informasi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan dan memperluas cakupan penelitian

F. Metodologi penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dasar (teoritis) yang membahas tentang model evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu menganalisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas, mengumpulkan referensi yang sesuai dengan topik penelitian berasal dari artikel jurnal, maupun sumber lainnya.

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengkaji dan mempelajari buku, jurnal dan juga sumber lainnya yang berkaitan dengan model evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu.
2. Mengidentifikasi masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu masalah terkait model evakuasi keramaian dalam gedung memiliki beberapa pintu keluar dengan memperhatikan kepanikan individu menggunakan model *cellular automata*.
3. Menentukan aturan gerakan individu dengan menyelesaikan permasalahan jarak individu ke pintu keluar dengan menggunakan prinsip bidang lantai, dan perhitungan perpindahan sel/individu dengan konsep probabilitas transisi.
4. Melakukan simulasi numerik dengan menggunakan *software* MATLAB.
5. Membuat interpretasi model evakuasi keramaian dalam gedung dengan memperhatikan kepanikan individu dengan model *cellular automata* yang telah dilakukan simulasi MATLAB yang telah diperoleh sebelumnya.
6. Membuat kesimpulan.