

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**IMPLEMENTASI *FUZZY TIME SERIES CHENG* UNTUK
PERAMALAN TITIK PANAS DI PROVINSI RIAU****TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh

YUSUF DWI PUTRA

11651100046



UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM
RIAU PEKANBARU**

2021

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI *FUZZY TIME SERIES CHENG* UNTUK PERAMALAN TITIK PANAS DI PROVINSI RIAU

TUGAS AKHIR

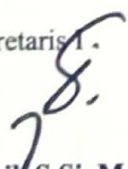
Oleh

YUSUF DWI PUTRA

11651100046

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 16 Juni 2021

Sekretaris I .


Jasril, S.Si, M.Sc
NIP. 19710215 200003 1 002

Sekretaris II


Fitri Insani ST, M.KOM
NIP. 130510024


LEMBAR PENGESAHAN**IMPLEMENTASI FUZZY TIME SERIES CHENG UNTUK
PERAMALAN TITIK PANAS DI PROVINSI RIAU****TUGAS AKHIR**

Oleh

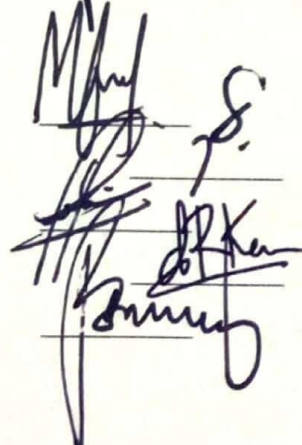
YUSUF DWI PUTRA**11651100046**

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 16 Juni 2021

Pekanbaru, 16 Juni 2021

Mengesahkan,
Ketua Jurusan,

Dr. Elin Haeran, S.T., M.Kom
NIP. 19810521200710 2 003
**DEWAN PENGUJI**

Ketua : Muhammad Fikry, S.T, M.Sc
Sekretaris I : Jasril, S.Si, M.Sc
Sekretaris II : Fitri Insani S.T, M.KOM
Penguji I : Dr. Rahmad Kurniawan, S.T, M.I.T
Penguji II : Benny Sukma Negara, MT





LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis terdapat dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 16 Juni 2021

Yang membuat pernyataan

Yusuf Dwi Putra

11651100046

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN



Segala puji bagi Allah *Subhanalluhu Wa Ta'ala* yang telah merahmati hamba dengan segala kekuatan dan kasih sayang-Nya, yang telah membekali hambanya ilmu dan atas karunia-Nya hamba dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan segala kemudahan dan keberkahan. Shalawat beriring salam kepada junjungan alam, Nabi besar Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wassalam*.

Saya persembahkan tugas akhir ini kepada:

Ayahanda dan Ibunda Tercinta

Sebagai tanda hormat, dan terimakasih yang tak terhingga, ku persembahkan Tugas Akhir ini kepada Ayahanda (Mahfuddin) dan Ibunda (Nining Rohayati) yang telah menyayangi, memberikan ridho dan cinta kasih yang tidak akan pernah terbayarkan olehku. Semoga dengan semua ini membuatku semakin berbakti dan dapat membanggakan ibu dan bapak. Sungguh pencapaian ini juga berkat doa yang ibu dan bapak panjatkan sewaktu ibadah tanpa sepengetahuan siapapun terkecuali Allah *Subhanalluhu Wa Ta'ala*.

Abang dan Orang Terdekatku

Sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan Tugas Akhir ini kepada abang ku (Hadi Eka Saputra, S.Kom), yang telah memberikan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung dan terimakasih juga kepada orang orang terdekat tempat berbagi keluh dan kesah dan selalu memberikan semangat selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

UIN SUSKA RIAU

IMPLEMENTASI *FUZZY TIME SERIES CHENG* UNTUK PERAMALAN TITIK PANAS DI PROVINSI RIAU

YUSUF DWI PUTRA

11651100046

Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

ABSTRAK

Berdasarkan data 5 tahun terakhir, titik panas kebakaran hutan dan lahan mengalami peningkatan di Provinsi Riau. Sehingga diperlukan suatu peramalan kemunculan titik panas dengan akurasi yang baik. Maka, penelitian ini membangun sistem informasi yang menerapkan metode *Fuzzy Time Series Cheng* untuk melakukan peramalan munculnya titik panas di Provinsi Riau. Data yang digunakan yaitu data titik panas di Provinsi Riau tahun 2014-2020 yang diperoleh dari situs Lembaga Penerbangan Antariksa Nasional (LAPAN). Data dilakukan tahap *preprocessing* hingga menghasilkan data *time series* periode harian pada masing-masing kabupaten. Penelitian menghasilkan akurasi yang tinggi dengan rata-rata MAPE yaitu 3.83%. Nilai MAPE terendah berada di Kabupaten Bengkalis dengan nilai 2.06%. Sedangkan Kota Pekanbaru memiliki MAPE tertinggi yaitu 11.16%.

Kata Kunci: *Cheng, Fuzzy, Time Series, Peramalan, Provinsi Riau, Titik Panas*

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



IMPLEMENTATION OF FUZZY TIME SERIES CHENG FOR FORECASTING HOTSPOT IN RIAU PROVINCE

YUSUF DWI PUTRA

11651100046

*Informatics Engineering Department
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

ABSTRACT

Based on data for the last 5 years, hotspots for forest and land fires have increased in Riau Province. So we need a forecasting the emergence of hotspots with good accuracy. Thus, this study builds an information system that applies the Fuzzy Time Series Cheng method to forecast the emergence of hotspots in Riau Province. The data used is data on hotspots in Riau Province in 2014-2020 obtained from the website of the Lembaga Penerbangan Antariksa Nasional (LAPAN). The data is carried out in the preprocessing stage to produce time series data for the daily period in each district. The study resulted in high accuracy with an average MAPE of 3.83%. The lowest MAPE value is in Bengkalis Regency with a value of 2.06%. Meanwhile, Pekanbaru City has the highest MAPE, which is 11.16%.

Keywords: Cheng, Fuzzy, Time Series, Forecasting, Riau Province, Hotspots

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalammu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah rabbil 'alamin, puji syukur kepada kehadiran Allah SWT, dengan rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi *Fuzzy Time Series Cheng* Untuk Peramalan Titik Panas Di Provinsi Riau”. Tidak lupa dan tak akan pernah lupa bershalawat kepada Nabi dan RasulNya, Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam* yang hanya menginginkan keimanan dan keselamatan bagi umatnya dan sangat belas kasihan lagi penyayang kepada orang-orang mukmin.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan pada jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Banyak sekali pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini, baik berupa bantuan materi ataupun berupa motivasi dan dukungan kepada penulis. Semua itu tentu terlalu banyak bagi penulis untuk membalasnya, namun pada kesempatan ini penulis hanya dapat mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Dr. Elin Haerani, S.T, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Fitri Insani ST, M.Kom selaku Penasehat Akademik.
5. Bapak Jasril, S.Si, M.Sc selaku Pembimbing satu dan ibu Fitri Insani ST, M.Kom selaku Pembimbing dua Tugas Akhir yang telah memberikan penjelasan dan pengarahan mengenai pelaksanaan tugas akhir.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. Bapak Dr. Rahmad Kurniawan, ST, M.I.T selaku Penguji I Tugas Akhir yang telah memberikan penjelasan mengenai perbaikan untuk kelancaran tugas akhir ini.
7. Bapak Benny Sukma Negara, MT selaku Penguji II Tugas Akhir yang telah memberikan penjelasan mengenai perbaikan untuk kelancaran tugas akhir ini.
8. Ibu Fadhilah Syafria, S.T, M.Kom selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Sultan Syarif Kasim Riau.
9. Orang tua penulis yaitu Mahfuddin dan Nining Rohayati yang tiada hentinya berdoa, memberikan dukungan dan semangat untuk kesuksesan penulis.
10. Kerabat dekat penulis yaitu Chindy Anggini S.Si yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam penyusunan tugas akhir ini.
11. Teman-teman TIF E-16 yang yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam penyusunan tugas akhir ini.
12. Teman-teman seperjuangan TIF Angkatan 2016 yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam proses penulisan Tugas Akhir.
13. Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap mendapatkan masukan dari pembaca atas isi laporan ini, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya. Aamiin.

Wassalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Pekanbaru, 2021

Yusuf Dwi Putra



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR RUMUS	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan.....	I-3
1.5 Sistematika Penelitian	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 <i>Data Mining</i>	II-1
2.1.1 <i>Proses Data Mining</i>	II-2
2.2 <i>Forecasting</i>	II-3
2.3 <i>Logika Fuzzy</i>	II-5
2.4 <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	II-5

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

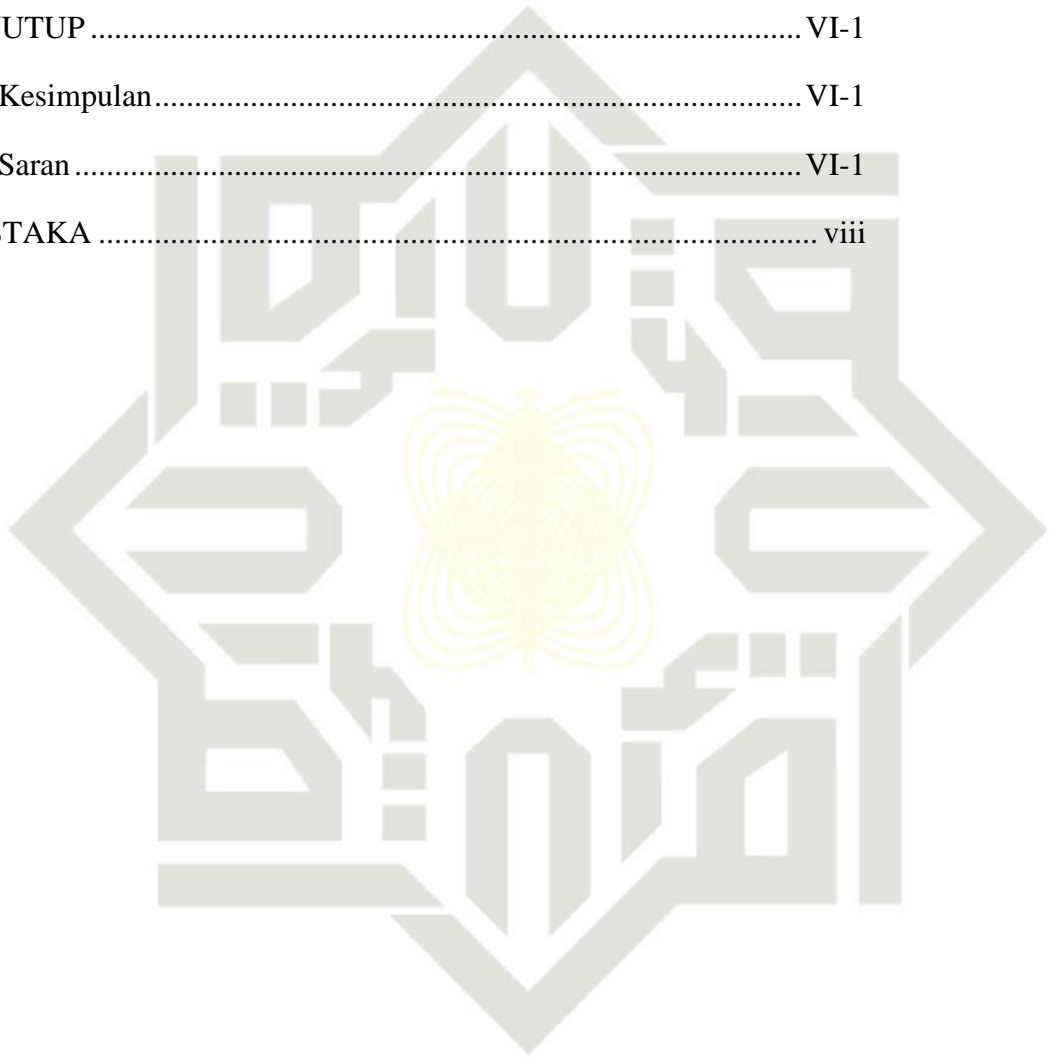
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	III-1
	3.1. Tahap Perencanaan	III-2
	3.2. Tahap Pengumpulan Data.....	III-2
	3.3. Tahap <i>Preprocessing</i>	III-2
	3.4. Tahap Analisa	III-3
	3.5. Tahap Perancangan.....	III-6
	3.6. Tahap Implementasi dan Pengujian.....	III-7
	3.7. Tahap Penulisan Laporan	III-8
BAB IV	ANALISA DAN PERANCANGAN.....	IV-1
	4.1. Analisa Data	IV-1
	4.2. Analisa Proses Data <i>Mining</i>	IV-1
	4.2.1 Integrasi Data	IV-1
	4.2.2 Pembersihan Data	IV-2
	4.2.3 Seleksi Data.....	IV-3
	4.2.4 Transformasi Data.....	IV-4
	4.2.5 Analisa Metode <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	IV-6
	4.3. Perancangan Sistem.....	IV-12
	4.3.1 Perancangan Basis Data	IV-12
	4.3.2 Perancangan Antarmuka	IV-13
BAB V	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....	V-1
	5.1 Implementasi	V-1
	5.1.1 Batasan	V-1
	5.1.2 Lingkungan	V-1
	5.1.3 Implementasi Antarmuka.....	V-2
	5.2 Pengujian	V-2



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5.2.1 Rencana Pengujian.....	V-2
5.2.2 Data Pengujian	V-3
5.2.3 Pengujian <i>Black Box</i>	V-3
5.2.4 Pengujian Tingkat Kesalahan.....	V-3
BAB VI PENUTUP	VI-1
6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	viii

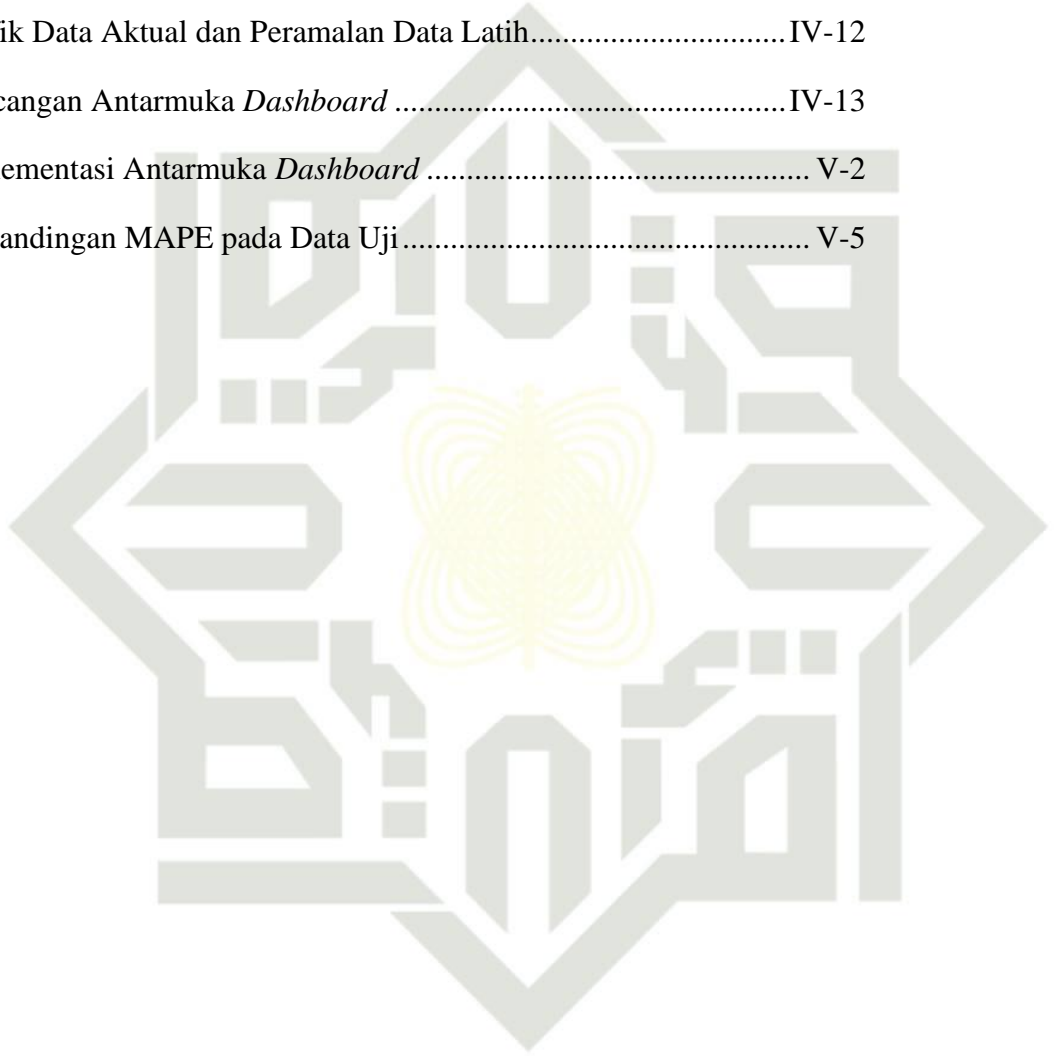


UIN SUSKA RIAU



DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Proses Alur Penelitian	III-2
2.	Skema Implementasi Aplikasi	III-7
1.	Grafik Data Aktual dan Peramalan Data Latih.....	IV-12
2.	Rancangan Antarmuka <i>Dashboard</i>	IV-13
1.	Implementasi Antarmuka <i>Dashboard</i>	V-2
2.	Perbandingan MAPE pada Data Uji.....	V-5



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

	Tabel	Halaman
1.	Penelitian Tentang <i>Forecasting</i>	II-3
2.	Penelitian Tentang Metode <i>Fuzzy Time Series</i>	II-6
4.1.	<i>Datasets</i> Titik Panas Provinsi Riau	IV-2
4.2.	<i>Datasets</i> Sebelum Pembersihan.....	IV-2
4.3.	<i>Datasets</i> Setelah Pembersihan.....	IV-3
4.4.	<i>Datasets</i> Sebelum Diseleksi	IV-3
4.5.	<i>Datasets</i> Setelah diseleksi	IV-3
4.6.	<i>Datasets</i> Provinsi Riau Sebelum Transformasi	IV-4
4.7.	<i>Datasets</i> Kabupaten Bengkalis Setelah Transformasi.....	IV-4
4.8.	Data Kabupaten Bengkalis Setelah Normalisasi	IV-5
4.9.	Data Seluruh Kabupaten Setelah Normalisasi.....	IV-5
4.10.	Nilai Batas Kelas Kabupaten Bengkalis.....	IV-7
11.	Nilai Batas Kelas Kabupaten Bengkalis Setelah dibagi	IV-8
12.	Matriks Himpunan <i>Fuzzy</i>	IV-8
13.	Nilai Linguistik Himpunan <i>Fuzzy</i>	IV-9
14.	Fuzzifikasi Kabupaten Bengkalis	IV-9
15.	FLR Kabupaten Bengkalis	IV-9
16.	FLRG Kabupaten Bengkalis.....	IV-10
17.	Bobot FLRG Kabupaten Bengkalis.....	IV-11
18.	Hasil Peramalan Kabupaten Bengkalis.....	IV-11
19.	<i>Database</i> Kabupaten	IV-13

20.	<i>Database Datasets</i>	IV-13
1.	Pengujian <i>Black Box</i> Menampilkan <i>Datasets</i>	V-3
2.	Nilai MAPE Seluruh Kabupaten	V-4



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR RUMUS

	Rumus	Halaman
(3.1)	Normalisasi <i>Min-Max</i>	III-3
(3.2)	<i>Universe of Discourse</i> (U).....	III-3
(3.3)	Rentang (<i>Range</i>).....	III-3
(3.4)	Persamaan <i>Sturges</i>	III-3
(3.5)	Lebar Interval	III-3
(3.6)	Nilai Tengah	III-4
(3.7)	Pendefinisian Himpunan <i>Fuzzy</i>	III-4
(3.8)	<i>Fuzzy Logical Relationship</i>	III-4
(3.9)	Matriks Pembobot (W)	III-5
(3.10)	Matriks Pembobot Terstandarisasi (W*).....	III-5
(3.11)	Nilai Peramalan	III-5
(3.12)	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	III-6

© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran hutan merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia yang disebabkan oleh faktor alami atau perbuatan manusia. Menurut Harisson dalam (Pambudi et al., 2018) cuaca panas di musim kemarau panjang merupakan salah satu faktor alami penyebab terjadinya kebakaran. Sedangkan pembukaan lahan, penebangan, dan pembakaran liar merupakan faktor buatan ulah manusia yang menyebabkan terjadinya kebakaran. Titik panas merupakan indikasi terjadinya kebakaran hutan. Menurut peraturan menteri kehutanan nomor P.12/Menhut-II/2009 titik panas adalah indikator kebakaran hutan yang mendeteksi suatu lokasi yang memiliki suhu relatif lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di sekitarnya. Titik panas terjadi di daerah dengan curah hujan yang cukup rendah dengan 3 mm/day (Arincy & Sitanggang, 2015) dan banyak terjadi di lahan gambut (Usman et al., 2015).

Berdasarkan data 5 tahun terakhir dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan per tanggal 17 September 2019 titik panas kebakaran hutan dan lahan dari satelit NOAA mengalami peningkatan. Meskipun pada tahun 2017 mengalami penurunan sekitar 19,348 titik dari tahun 2015, namun kembali meningkat sepanjang tahun 2018 yakni terjadi 4,613 titik, hingga pada tahun 2019 terjadi 5,747 titik panas. Kejadian ini tersebar di beberapa provinsi dan Provinsi Riau memiliki potensi yang besar untuk munculnya titik panas (Shaztika & Trisminingsih, 2016). Hal ini disebabkan karena sekitar 22,77% titik panas di Provinsi Riau memiliki probabilitas yang cukup tinggi untuk terjadi kebakaran hutan dan lahan yang sesungguhnya (Sitanggang, 2018). Oleh karena itu, dibutuhkan prediksi yang cepat dan akurat untuk pengendalian kebakaran hutan dan pencegahan agar titik panas tidak semakin bertambah (Negara et al., 2019). Hal ini bisa diatasi dengan melakukan peramalan menggunakan ilmu *data mining*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Beberapa penelitian yang menggunakan ilmu *data mining* untuk peramalan titik panas salah satunya dilakukan oleh (Slavia, Sutoyo, & Witarsyah, 2019) yang melakukan peramalan menggunakan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk mendeteksi kebakaran hutan di Provinsi Riau. Penelitian ini menghasilkan peramalan yang cukup baik dengan *mean absolute error* sebesar 3,766891 dengan akurasi 96,23%. Namun untuk peramalan jangka panjang, ARIMA dinilai tidak baik karena nilai yang dihasilkan cenderung konstan (Salwa et al., 2018). Penelitian lainnya dilakukan oleh (Sitanggung et al., 2014) yang melakukan prediksi titik panas dilahan gambut menggunakan metode *decision tree*. Penelitian ini memberikan akurasi yang cukup baik dengan nilai 71,66%. Namun menurut (Hermanto et al., 2017) metode *decision tree* kurang baik dalam peramalan karena untuk *generate tree* dan *rules* berpengaruh terhadap jumlah data yang digunakan. Salah satu metode yang mampu mengatasi kelemahan dari kedua metode tersebut ialah *fuzzy time series*.

Metode *fuzzy time series* banyak digunakan oleh peneliti sebelumnya untuk melakukan peramalan titik panas, misalnya oleh (Pambudi et al., 2018) yang melakukan peramalan di wilayah pulau Jawa, namun metode *fuzzy time series* yang digunakan merupakan metode yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom tahun 1993. Karena metode ini tidak memperhitungkan bobot *fuzzy logic relationship* (FLR) sehingga pada penelitian ini menghasilkan peramalan yang kurang baik (C. H. Cheng et al., 2008), yaitu menghasilkan nilai MAPE sebesar 37,128 dalam memprediksi titik panas periode bulanan. Metode yang dapat menutupi kelemahan tersebut ialah metode *fuzzy time series cheng* yang diperkenalkan oleh Cheng.

Penggunaan metode *fuzzy time series cheng* banyak digunakan beberapa peneliti. Contohnya penelitian (Tauryawati & Irawan, 2014), penelitian ini melakukan perbandingan antara metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan ARIMA untuk peramalan IHSG. Data yang digunakan berupa data *time series* periode 30 September 2013 hingga 17 Januari 2014. Penelitian ini membuktikan bahwa metode *Cheng* lebih baik karena MAPE yang dihasilkan adalah 2,1779 sedangkan metode ARIMA sebesar 20,1827. Penelitian lain dilakukan oleh (Fahmi et al., 2013) yang membandingkan tiga metode yaitu pemulusan eksponensial tunggal,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

fuzzy time series chen dan *fuzzy time series cheng* untuk peramalan IHSG. Data yang digunakan berupa deret waktu harian periode 1 Maret sampai 23 Agustus tahun 2012. Terbukti metode *fuzzy time series cheng* memiliki ukuran MAPE terkecil. MAPE yang dihasilkan *fuzzy time series cheng* saat pengujian adalah 0.47 sedangkan MAPE untuk pemulusan eksponensial tunggal adalah 0,50 dan *fuzzy time series chen* adalah 0.76.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka penelitian ini akan membangun sistem informasi yang menerapkan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam melakukan peramalan munculnya titik panas di Provinsi Riau dengan data *time series* harian. Sehingga diharapkan mampu mengetahui jumlah kemunculan titik panas pada waktu yang akan datang dengan nilai akurasi yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang dijelaskan pada latar belakang, maka rumusan masalah penulis yaitu bagaimana melakukan peramalan kemunculan titik panas di Provinsi Riau dengan akurasi yang baik menggunakan metode *fuzzy time series cheng*.

1.3 Batasan Masalah

Terdapat tiga batasan masalah agar penelitian ini tidak meluas, yaitu:

Data yang digunakan berasal dari situs <http://lowres-catalog.lapan.go.id> dari tahun 2014 hingga 2020.

Data yang digunakan memiliki tingkat kepercayaan diatas 0%.

Peramalan titik panas berikutnya hanya dilakukan 1.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini ialah melakukan peramalan kemunculan titik panas di Provinsi Riau dengan akurasi yang baik menggunakan metode *fuzzy time series cheng*.

1.5 Sistematika Penelitian

Berikut merupakan ringkasan uraian masing-masing bab pada laporan tugas akhir ini.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

BAB I membahas terkait latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

BAB II menjelaskan teori dan penelitian terkait berdasarkan jurnal-jurnal yang telah dilakukan oleh peneliti lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB III menjelaskan terkait tahap-tahap yang dilakukan pada penelitian ini. Mulai dari tahap perencanaan, pengumpulan data, *preprocessing*, analisa, perancangan, implementasi dan pengujian hingga tahap penulisan laporan.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN

BAB IV menjelaskan analisa data yang akan digunakan serta analisa proses *data mining* menggunakan metode yang digunakan. Pada BAB ini juga menjelaskan terkait perancangan yang dibutuhkan saat pembangunan sistem.

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

BAB V menjelaskan implementasi sistem berdasarkan analisa dan perancangan yang dilakukan pada BAB IV serta melakukan pengujian.

BAB VI PENUTUP

BAB VI menyajikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Data Mining

Menurut (Aggarwal, 2015) dalam bukunya *data mining: the textbook* menjelaskan *data mining* adalah studi yang mengumpulkan, membersihkan, mengolah, menganalisis dan mendapatkan pengetahuan yang berguna dari data. Sehingga data yang tersedia dapat diekstraksi menjadi suatu pengetahuan dan mungkin ditindaklanjuti untuk tujuan yang lebih spesifik. Salah satunya untuk kebutuhan kesehatan dan pemerintahan.

Bidang kesehatan merupakan salah satu yang menerapkan ilmu *data mining*. Misalnya penelitian (Pinto et al., 2020) yang melakukan prediksi penyakit ginjal kronis stadium awal menggunakan metode CRISP-DM. Hasil dari penelitian ini mampu membangun sistem yang dapat mengklasifikasikan kondisi berdasarkan akurasi, sensitivitas, kekhususan dan presisi dengan hasil yang memuaskan. Tidak hanya itu, penelitian (Parsons & Banitaan, 2021) juga menggunakan *data mining* dalam mengidentifikasi penyakit *Chagas*. Penelitiannya mampu memberikan akurasi 100% menggunakan algoritma *Principal Component Analysis* (PCA) + *Decision Tree* (DT) dan *Principal Component Analysis* (PCA) + *Random Forest* (RF).

Bukan hanya dibidang kesehatan, *data mining* juga digunakan dalam penanggulangan bencana. Misalnya pemetaan daerah yang memiliki kerentanan banjir bandang yang dilakukan oleh (Ngo et al., 2021). Penelitian tersebut dapat membantu secara efektif memantau aktivitas banjir bandang di daerah tropis, sehingga kebijakan dalam pengambilan keputusan dalam mengurangi dampak bisa dilakukan. (Wood, 2021) juga melakukan prediksi kebakaran hutan pada daerah Taman Alam *Montesinho* Portugal. Prediksi menggunakan ilmu *data mining* mampu memberikan pencegahan terjadinya kebakaran hutan dalam jangka pendek maupun jangka panjang. (Pambudi et al., 2018) juga melakukan peramalan titik

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

panas daerah pulau jawa yang menggunakan metode *fuzzy time series*. Hasil dari penelitiannya menunjukkan peramalan yang cukup baik dengan akurasi 64.44%.

2.1.1 Proses Data Mining

Menurut (Gibert et al., 2008) istilah data *mining* dan KDD adalah hal yang berbeda namun saling berkaitan, karena data *mining* berada dalam proses KDD.

Menurut (Han et al., 2012) dikutip oleh Agustina, 2017 tahap-tahap proses KDD adalah:

Integrasi Data, yaitu menyatukan seluruh data menjadi satu.

Pembersihan Data, data dianggap bersih ketika mengandung nilai yang konsisten dan lengkap, serta tidak ada kesalahan.

Seleksi Data, yaitu melakukan pemilihan dari sekumpulan data hingga diperoleh data yang diharapkan.

4. Transformasi Data

Proses transformasi mengubah data menjadi bentuk yang sesuai untuk dilakukan tahapan *data mining*. Penelitian ini akan dilakukan transformasi data dengan cara normalisasi setelah pembersihan dan seleksi data.

Normalisasi adalah teknik mengubah data menjadi kecil dengan rentang yang telah ditentukan sebelumnya (Panigrahi, 2013). Berdasarkan hasil penelitian (Panigrahi, 2013) menunjukkan nilai akurasi peramalan menggunakan metode *higher order neural network* bergantung pada teknik normalisasi yang digunakan. Hal ini didukung oleh (Nayak et al., 2014) yang meneliti dampak normalisasi data terhadap peramalan indeks saham.

Dampak keseluruhan dari *preprocessing* khususnya normalisasi data mempengaruhi nilai akurasi peramalan secara signifikan. Banyak cara dalam melakukan normalisasi, salah satunya menggunakan persamaan *min-max*. Metode normalisasi *min-max* yaitu menormalkan nilai sesuai dengan nilai minimum dan maksimum yang ditentukan (Pan et al., 2016).

Data mining, yaitu proses menemukan pola tertentu dari suatu data guna mendapatkan pengetahuan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Evaluasi dan presentasi pengetahuan, yaitu menerjemahkan pola yang dihasilkan dari *data mining* sehingga diperoleh pengetahuan.

Menurut (Larose, 2005) dalam (Kusrini & Luthfi, 2009) *data mining* dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tugas yang dapat dilakukan, yaitu Deskripsi (*Description*), Estimasi (*Estimation*), Klasifikasi (*Classification*), *Clustering*, Asosiasi (*Association*) dan Peramalan (*Forecasting*).

2.2 Forecasting

Menurut Assauri dalam (Prasetio, 2014) metode *forecasting* adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi pada masa depan berdasarkan pada data yang relevan dimasa lalu. Menurut Barry Render dan Jay Heizer dalam (Ismiati et al., 2014) peramalan terhadap sesuatu tidak akan pernah tepat 100% karena masa depan mempunyai masalah ketidakpastian. Namun demikian, dengan memilih metode yang tepat, peramalan dapat mempunyai tingkat kesalahan yang kecil atau dapat memberikan perkiraan sebaik mungkin terhadap masa yang akan datang. Selain memilih metode yang tepat, kekayaan akan data juga mempengaruhi hasil dari peramalan yang dilakukan (Lourenço et al., 2020).

Beberapa metode yang sering digunakan dalam *forecasting* ialah metode *Linear Regression*, *Neural Network*, *Support Vector Machine*, dan *Fuzzy Time Series*. Penelitian yang menggunakan metode *Linear Regression* dilakukan oleh Ghosal et al., 2020) untuk memprediksi jumlah kematian di India karena SARS-CoV-2 (COVID-19) pada 6 minggu dari hari 0 (100 kasus – 14 Maret 2020). Hasil dari penelitian ini memproyeksikan angka kematian berada diangka 211 dan 467 pada akhir minggu ke-5 dan ke-6. Selain itu, (Fan et al., 2020) juga melakukan peramalan lalu lintas jaringan menggunakan metode *fuzzy time series* dalam waktu jangka panjang. Berdasarkan penelitian ini metode *fuzzy time series* diusulkan dalam peramalan karena memberikan RMSE yang baik. Berikut beberapa penelitian terkait *forecasting* yang dilakukan oleh kalangan akademis sebelumnya.

Tabel 2.1. Penelitian Tentang Forecasting

No	Pengarang	Judul	Tahun	Jurnal	Metode	Kesimpulan
1	(Bellazzi & Zupan, 2008)	<i>Predictive data mining in clinical</i>	2008	<i>International Journal of</i>	<i>Naive Bayes, Decision Tree, Support Vector</i>	<i>Data mining</i> menjadi instrumen penting bagi para peneliti dan

		<i>medicine: Current issues and guidelines</i>		<i>Medical Informatics</i>	<i>Machine, K-NN</i>	praktisi dalam kedokteran.
2	(Juan & Lee, 2014)	<i>Pressure normalization of production rates improves forecasting results</i>	2014	<i>Society of Petroleum Engineers - SPE USA Unconventional Resources Conference</i>	<i>Stretched Exponential Production Decline Model (SEPD), Duong Model, Power-Law Model, Logistic Growth Model Logistic, Dual Models Dual</i>	Menggunakan model normalisasi menghasilkan peramalan yang lebih baik
3	(Yu et al., 2017)	<i>Comparison of random forests and support vector machine for real-time radar-derived rainfall forecasting</i>	2017	<i>Journal of Hydrology</i>	<i>Single-Mode Forecasting Model (SMFM) and Multiple-Mode Forecasting Model (MMFM)</i>	Metode <i>single-mode forecasting model</i> (SMFM) memberikan kinerja yang lebih baik daripada <i>Multiple-Mode Forecasting Model</i> (MMFM) dan <i>Single-Mode Forecasting Model</i> (SMFM) berbasis SVM dan RF untuk peramalan 1 jam kedepan.
4	(Wahyuningsih et al., 2018)	<i>Forecasting hotspots in East Kutai, Kutai Kartanegara, and West Kutai as early warning information</i>	2018	<i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i>	<i>Exponential Smoothing Method, the Decomposition Method, and the Box-Jenkins</i>	Metode dekomposisi Loess memberikan hasil akurasi yang lebih baik dalam meramalkan titik panas.
5	(Spencer et al., 2019)	<i>Forecasting temperature in a smart home with segmented linear regression</i>	2019	<i>Procedia Computer Science</i>	<i>LASSO regression and MIDFEL LASSO regression</i>	Mengusulkan model baru yaitu MIDFEL LASSO <i>regression</i> . Kombinasi dengan model yang digunakan memberikan akurasi yang baik dan cukup stabil dalam pemilihan sensor yang berpengaruh.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan suatu cara yang digunakan untuk menghasilkan *output* dari *input* yang dimasukkan (Rohayani, 2013). Menurut Novak dalam (Pambudi et al., 2018) logika fuzzy memiliki banyak nilai, yaitu rentang antara 0 dan 1. Hal ini berbeda dengan logika boolean yang hanya memiliki nilai 0 dan 1 saja. Logika *fuzzy* banyak digunakan dalam penerapan ilmu *data mining*, salah satunya yang dilakukan oleh (Hong et al., 2018) untuk memetakan daerah Poyang County di China yang rentan banjir. Penelitiannya dapat membantu peneliti dan pemerintah setempat dalam strategi mitigasi banjir. (Ghasemi Nejad et al., 2021) juga menggunakan logika *fuzzy* dalam pengelompokan peristiwa gempa bumi dengan patahan didaerah Iran.

2.4 Fuzzy Time Series Cheng

Menurut (Pambudi et al., 2018) *fuzzy time series* memiliki keunggulan fuzzifikasi dari bagian studi logika *fuzzy*. Metode *fuzzy time series* diperkenalkan oleh Song dan Chissom tahun 1993 yang memperkirakan pendaftaran di *University of Alabama*. Metode ini cocok dalam hal peramalan jika data historis numerik tidak dapat diperoleh dan hanya nilai linguistik yang tersedia (Song & Chissom, 1993). Data yang digunakan dalam pengembangan metode ini berupa data historis. Beberapa tahun kemudian metode ini diperbaiki oleh Shyi-Ming Chen pada tahun 1996 menggunakan data yang sama. Perhitungan yang digunakan pada Song dan Chissom untuk menentukan hubungan *fuzzy* memakan waktu komputasi yang lama (S.-M. Chen, 1996). Chen mampu menyederhanakan perhitungan tersebut menjadi yang lebih sederhana. Oleh karena itu metode yang diusulkan oleh Chen lebih efisien dari metode sebelumnya. Metode ini kemudian dikembangkan kembali oleh (C. H. Cheng et al., 2008) yang mengusulkan model *fuzzy time series* baru yang menggabungkan model ekspektasi adaptif ke dalam proses peramalan untuk memodifikasi kesalahan peramalan. Penelitian ini menggunakan data historis perdagangan aktual dari Taiwan Stock Index (TAIEX) dan dievaluasi keakuratan model tersebut dengan model sebelumnya. Hasil perbandingan tersebut menunjukkan model *Fuzzy Time Series Cheng* lebih unggul daripada model yang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

disarankan sebelumnya dengan perbandingan RMSE yang dihasilkan dari model Chissom adalah 650, model Sullivan dan Woodall adalah 621, model Chen adalah 638, model Lee adalah 615 dan model yang diusulkan Cheng adalah 438. Metode ini lebih unggul karena memberikan bobot yang tepat berdasarkan frekuensi kemunculan untuk setiap *fuzzy relationship logic* (FLR) daripada metode Chen yang memberikan bobot sama setiap *fuzzy relationship logic* (FLR) (C. H. Cheng et al., 2008).

Metode *fuzzy time series cheng* banyak digunakan pada peneliti saat ini, contohnya yang dilakukan oleh (C. Cheng & Yang, 2018) yang memperkirakan harga saham dari TAIEX, Nikkei dan HSI dari tahun 1998 hingga 2012 sebagai dataset. Hasil menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mengungguli metode-metode yang lainnya. (Cynthia et al., 2019) juga melakukan peramalan jumlah wisatawan di Provinsi Sumatra Barat yang menggunakan data wisatawan Provinsi Sumatra Barat tahun 2015 hingga 2017. Penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa kinerja dari metode *fuzzy time series cheng* cukup baik dengan nilai *error* yaitu 14,61% dengan kesalahan *absolut* 5,25 dan nilai ketepatan prediksi sebesar 85,39%. Berikut beberapa penelitian terkait *fuzzy time series* yang dilakukan oleh kalangan akademis sebelumnya.

Tabel 2.2. Penelitian Tentang Metode Fuzzy Time Series

No	Pengarang	Judul	Tahun	Jurnal	Metode	Kesimpulan
1	(M. Y. Chen, 2014)	<i>A high-order fuzzy time series forecasting model for internet stock trading</i>	2014	<i>Future Generation Computer Systems</i>	<i>High Order Fuzzy Time Series</i>	Model yang diusulkan mampu memperoleh perkiraan yang akurat tanpa menghadapi masalah pada data <i>time series</i>
2	(Cagcag Yolcu & Alpaslan, 2018)	<i>Prediction of TAIEX based on hybrid fuzzy time series model with single optimization process</i>	2018	<i>Applied Soft Computing Journal</i>	<i>FTS, PSO, single multiplicative neuron model and fuzzy C-means clustering</i>	Model yang diusulkan memberikan kinerja peramalan yang baik dengan diterapkan pada 12 deret waktu yang berbeda.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

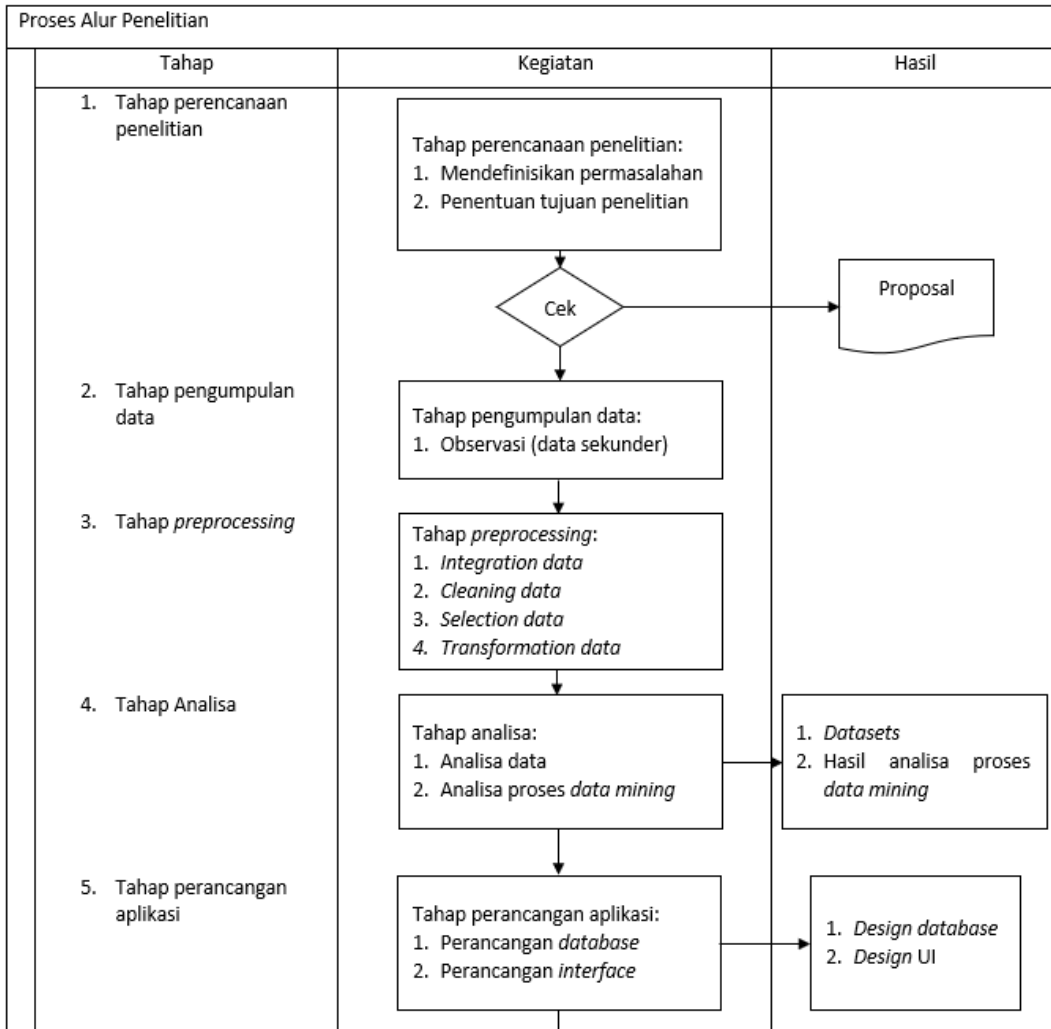
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3	(Tran et al., 2018)	<i>A Multivariate Fuzzy Time Series Resource Forecast Model for Clouds using LSTM and Data Correlation Analysis</i>	2018	<i>Procedia Computer Science</i>	<i>long-short term memory (LSTM) neural network</i>	Model yang digunakan dianggap sebagai model pembelajaran yang efektif untuk menganalisis tipe data deret waktu.
4	(de Lima e Silva et al., 2020)	<i>Forecasting in non-stationary environments with fuzzy time series</i>	2020	<i>Applied Soft Computing Journal</i>	<i>Non-Stationary Fuzzy Time Series (NSFTS), Time Variant fuzzy time series and the Incremental Ensemble</i>	Model Non- Stationary Fuzzy Time Series (NSFTS) diusulkan dengan memberikan peramalan yang baik untuk data non-stasioner.
5	(Castillo & Melin, 2020)	<i>Forecasting of COVID-19 time series for countries in the world based on a hybrid approach combining the fractal dimension and fuzzy logic</i>	2020	<i>Chaos, Solitons and Fractals</i>	<i>Fractal dimension and fuzzy logic</i>	Menghasilkan akurasi 98% dalam peramalan COVID-19 10-30 hari kedepan.

BAB III

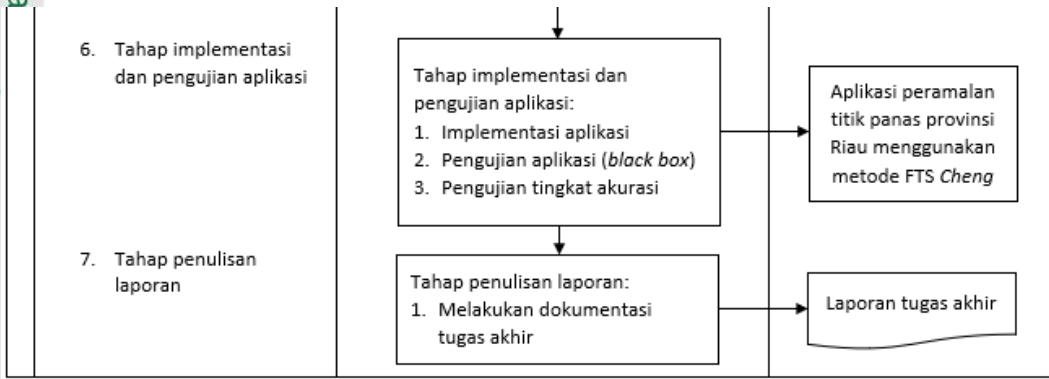
METODOLOGI PENELITIAN

Berikut tahapan dalam membangun sistem peramalan titik panas di Provinsi Riau menggunakan metode *fuzzy time series cheng* sebagai berikut.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1. Proses Alur Penelitian

3.1. Tahap Perencanaan

Tahapan ini menjelaskan solusi yang diharapkan dari permasalahan latar belakang dan tujuan yang ingin dicapai. Perumusan masalah yang akan dibangun adalah bagaimana melakukan peramalan kemunculan titik panas di Provinsi Riau dengan hasil akurasi yang baik menggunakan metode *fuzzy time series cheng*.

3.2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data berupa data sekunder. Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari pihak ketiga. Data yang digunakan akan diambil dari situs resmi Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional yaitu <http://lowres-catalog.lapan.go.id>.

3.3. Tahap Preprocessing

Tahapan ini merupakan proses pengolahan data sebelum digunakan untuk penelitian. Tahap pertama yang dilakukan adalah penggabungan data yaitu menggabungkan data dari tahun 2014 hingga 2020 menjadi *datasets*. Kemudian pembersihan data yaitu melakukan penanganan terhadap *missing value*, lalu akan dilakukan seleksi data yaitu memilih dan membuang data yang tidak dibutuhkan. Selanjutnya transformasi data yaitu mengubah data ke dalam bentuk *time series*. Sehingga diperoleh jumlah kemunculan titik panas di beberapa kabupaten tiap harinya. Kemudian data diakumulasikan menjadi *time series* pada setiap periode harian dan dikelompokkan berdasarkan kabupaten. Lalu melakukan transformasi menggunakan normalisasi *min-max*. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$x_n = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} (new_x_{max} - new_x_{min}) + new_x_{min} \tag{3.1}$$

Keterangan:

- x_n = nilai baru pada variable x
- x_i = nilai lama pada variable x
- x_{min} = nilai minimum pada datasets
- x_{max} = nilai maksimum pada datasets
- new_x_{min} = batas minimum
- new_x_{max} = batas maksimum

3.4. Tahap Analisa

Data yang telah dilakukan *preprocessing* selanjutnya dianalisa *Fuzzy Time Series Cheng*. Kegiatan ini merupakan analisa metode menggunakan *datasets* untuk memperoleh hasil peramalan. Adapun kegiatan ini meliputi tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Menentukan *universe of discourse* (U).

$$U = [d_{min}, d_{max}] \tag{3.2}$$

Keterangan:

- d_{min} = nilai minimum pada data
- d_{max} = nilai maksimum pada data

Menentukan distribusi himpunan semesta menggunakan distribusi frekuensi.

- i. Menentukan rentang (*range*)

$$R = d_{max} - d_{min} \tag{3.3}$$

- ii. Menentukan banyak interval kelas menggunakan persamaan *Sturges*

$$K = 1 + 3,322 * \log n \tag{3.4}$$

- iii. Menentukan lebar interval

$$I = \frac{range\ data\ (R)}{K} \tag{3.5}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

iv. Mencari nilai tengah

$$m_i = \frac{\text{batas atas} + \text{batas bawah}}{2} \quad (3.6)$$

Keterangan:

- R = Range
- K = Interval Kelas
- I = Lebar Interval
- mi = Nilai Tengah

batas bawah = nilai terkecil dari setiap kelas

batas atas = nilai terbesar dari setiap kelas

Interval yang memiliki nilai frekuensi diatas rata-rata frekuensi harus dibagi menjadi dua interval dengan lebar yang sama sehingga diperoleh interval yang lebih kecil.

d. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* dan melakukan fuzzifikasi pada data aktual yang diamati. Misal A_1, A_2, \dots, A_p adalah himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_p pada U adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_p \\ A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + \dots + 0/u_p \\ A_3 &= 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + \dots + 0/u_p \\ &\vdots \\ A_p &= 0/u_1 + 0/u_2 + \dots + 0,5/u_{p-1} + 1/u_p \end{aligned} \quad (3.7)$$

Keterangan:

$u_i (i = 1, 2, \dots, p)$ = elemen dari himpunan semesta (U)

$/$ = derajatkeanggotaan $\mu_{A_i}(u_i)$ terhadap $A_i (i = 1, 2, \dots, p)$

dimana nilainya 0, 0.5, atau 1

Menentukan *fuzzy logical relationship* (FLR) dari A_i ke A_j

$$A_i \rightarrow A_j \quad (3.8)$$

Keterangan:

A_i = current state

A_j = next state

Menentukan bobot relasi FLR menjadi *fuzzy logical relationship group* (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki *current state* (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan.

Menentukan matrik pembobot (W) yang diperoleh dari bobot pada relasi FLR. Persamaannya:

$$W = \begin{bmatrix} W_1 & W_1 & \dots & W_{1p} \\ W_2 & W_2 & \dots & W_{2p} \\ \vdots & \vdots & W_i & \vdots \\ W_{p1} & W_{p2} & \dots & W_p \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Diketahui:

W = matriks pembobot

W_i = bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j dengan $i= 1, 2, \dots, p$;

$$j = 1, 2, \dots, p$$

- h. Mengubah bobot FLRG menjadi matriks pembobot terstandarisasi (W^*) dengan persamaan:

$$W^* = \begin{bmatrix} W_1^* & W_1^* & \dots & W_{1p}^* \\ W_2^* & W_2^* & \dots & W_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & W_i^* & \vdots \\ W_{p1}^* & W_{p2}^* & \dots & W_p^* \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

Diketahui:

W^* = matriks pembobot terstandarisasi

$$W_i^* = \frac{w_i}{\sum_{j=1}^p w_j}$$

Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan. Bentuk persamaannya yaitu:

$$F_i = w_{i1} * (m_1) + w_{i2} * (m_2) + \dots + w_{ip} * (m_p) \quad (3.11)$$

Diketahui:

F_i = hasil peramalan

W^* = matriks pembobot terstandarisasi

m_i = nilai tengah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Analisa Hasil Akhir

Hasil yang diperoleh dari perhitungan memberikan nilai peramalan yang akan datang.

Analisa Sistem

Analisa sistem ialah menganalisa kebutuhan fungsional pada sistem yang akan dibangun.

Pengujian Analisa Metode *Fuzzy Time Series Cheng*

Hasil dari analisa menggunakan metode *fuzzy time series cheng* akan diuji kebenarannya menggunakan pengukuran ketepatan hasil peramalan dengan menghitung nilai MAPE dan pengujian sistem melalui pengujian *black box*. Adapun untuk mengukur kesalahan hasil peramalan digunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE):

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum \frac{|x - y|}{|x|} \right) * 100 \quad (3.12)$$

Keterangan:

n = banyak data

x = nilai aktual

y = nilai peramalan

3.5. Tahap Perancangan

Tahap perancangan dilakukan dengan mengubah hasil analisa sebelumnya kedalam bentuk diagram ataupun *interface* sehingga dapat memudahkan pembaca untuk memahami hasil dari analisa tersebut. Adapun kegiatan yang akan dilakukan sebagai berikut:

Perancangan Basis Data

Tujuan merancang basis data guna memudahkan saat pembangunan sistem serta data dapat tersimpan dan terintegrasi dengan baik.

Perancangan Antarmuka

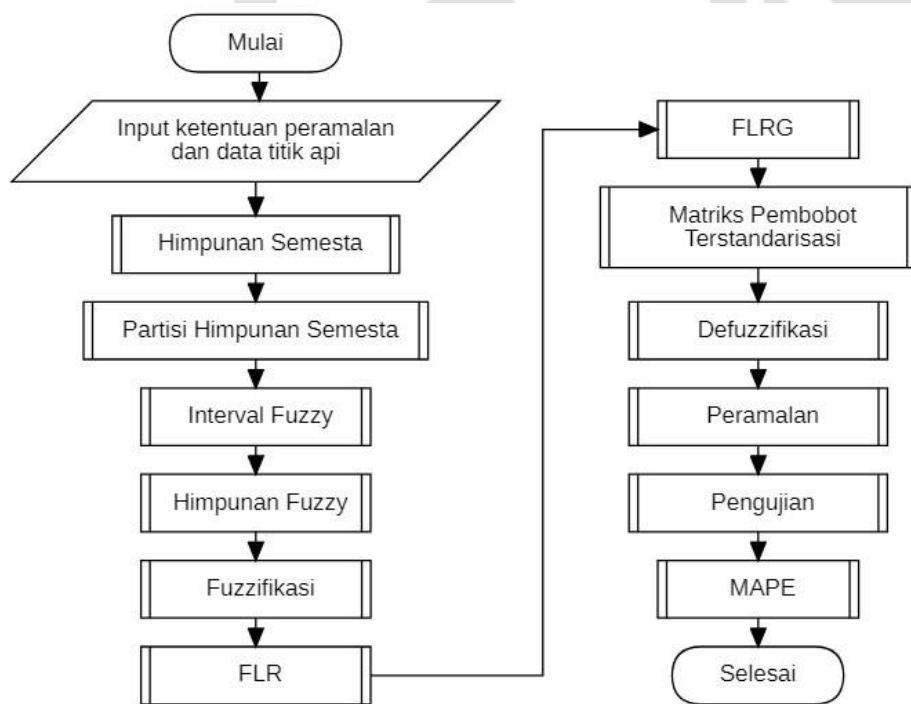
Melakukan desain antarmuka sistem yang akan dibangun sehingga saat proses pembuatan sistem dapat dilakukan dengan mudah dan cepat.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.6. Tahap Implementasi dan Pengujian

Kegiatan yang dilakukan pada tahap implementasi yaitu memilih kabupaten yang tersedia. Sistem akan melakukan perhitungan himpunan semesta atau *universe of discouse*, pembagian himpunan semesta menjadi beberapa sub interval, menentukan interval *fuzzy*, perhitungan himpunan *fuzzy*, proses fuzzifikasi, *fuzzy logic relationship* (FLR), *fuzzy logic relationship group* (FLRG), perhitungan matriks pembobot terstandarisasi, perhitungan defuzzifikasi, peramalan, pengujian dan nilai MAPE. Luaran dari sistem adalah hasil peramalan yang terdiri dari proses perhitungan dan tingkat kesalahan MAPE dari masing-masing kabupaten di Provinsi Riau. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem adalah PHP dan *python*. Berikut skema dari implementasi aplikasi.



Gambar 3.2. Skema Implementasi Aplikasi

Adapun pengujian sistem yang telah selesai dibangun akan diuji menggunakan *black box*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.7. Tahap Penulisan Laporan

Hasil dari pengumpulan data dan proses analisa akan didokumentasi dalam bentuk laporan.



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sistem yang telah dibangun dengan menerapkan metode *fuzzy time series cheng* dalam peramalan titik panas Provinsi Riau menghasilkan nilai akurasi yang tinggi dengan rata-rata MAPE yaitu 3.83%. Nilai MAPE terendah berada di Kabupaten Bengkalis dengan nilai 2.06%. Sedangkan Kota Pekanbaru memiliki MAPE tertinggi yaitu 11.16%.

6.2 Saran

Penelitian ini hanya mampu memberikan nilai peramalan satu hari kedepan, sehingga peneliti mengharapkan dilakukan pengembangan pada metode yang mampu menghasilkan peramalan titik panas dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arincy, N., & Sitanggang, I. S. (2015). *Association Rules Mining on Forest Fires Data using FP-Growth and ECLAT Algorithm*. 274–277.
- Bellazzi, R., & Zupan, B. (2008). *Predictive data mining in clinical medicine : Current issues and guidelines*. March. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2006.11.006>
- Cagcag Yolcu, O., & Alpaslan, F. (2018). Prediction of TAIEX based on hybrid fuzzy time series model with single optimization process. *Applied Soft Computing Journal*, 66, 18–33. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.02.007>
- Castillo, O., & Melin, P. (2020). Forecasting of COVID-19 time series for countries in the world based on a hybrid approach combining the fractal dimension and fuzzy logic. *Chaos, Solitons and Fractals*, 140, 110242. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110242>
- Chen, M. Y. (2014). A high-order fuzzy time series forecasting model for internet stock trading. *Future Generation Computer Systems*, 37, 461–467. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.09.025>
- Chen, S.-M. (1996). Forecasting enrollments based on fuzzy time series. *Fuzzy Sets and System*, 4287 LNCS, 311–319. https://doi.org/10.1007/11925903_25
- Cheng, C. H., Chen, T. L., Teoh, H. J., & Chiang, C. H. (2008). Fuzzy time-series based on adaptive expectation model for TAIEX forecasting. *Expert Systems with Applications*, 34(2), 1126–1132. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.12.021>
- Cheng, C., & Yang, J. (2018). Fuzzy time-series model based on rough set rule induction for forecasting stock price. *Neurocomputing*, 0, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.04.014>
- Cynthia, E. P., Susilowati, K., & Rahmawati. (2019). Metode Fuzzy Time Series Cheng dalam Memprediksi Jumlah Wisatawan di Provinsi Sumatera Barat. *Journal of Education Informatic Technology and Science (JeITS)*, 11–23.
- de Lima e Silva, P. C., Severiano, C. A., Alves, M. A., Silva, R., Weiss Cohen, M., & Guimarães, F. G. (2020). Forecasting in non-stationary environments with

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

fuzzy time series. *Applied Soft Computing Journal*, 97, 106825.
<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106825>

Fahmi, T., Sudarno, S., & Wilandari, Y. (2013). Perbandingan Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal Dan Fuzzy Time Series Untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan. *Jurnal Gaussian*, 2(2), 137–146.

Fan, X., Wang, Y., & Zhang, M. (2020). *Network traffic forecasting model based on long-term intuitionistic fuzzy time series*. 506, 131–147.
<https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.08.023>

Ghasemi Nejad, R., Ali Abbaspour, R., & Mojarab, M. (2021). Associating earthquakes with faults using cluster analysis optimized by a fuzzy particle swarm optimization algorithm for Iranian provinces. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 140, 106433.
<https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106433>

Ghosal, S., Sengupta, S., Majumder, M., & Sinha, B. (2020). Linear Regression Analysis to predict the number of deaths in India due to SARS-CoV-2 at 6 weeks from day 0 (100 cases - March 14th 2020). *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 311–315.
<https://doi.org/10.1016/J.DSX.2020.03.017>

Gibert, K., Izquierdo, J., Holmes, G., & Athanasiadis, I. (2008). On the role of pre and post-processing in environmental data mining. *Jurnal International Environmental Modelling and Software Society (IEMSS)*, 1937–1958.

Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining Concepts and Techniques* (Third Edit).

Hermanto, B., Azhari, A., & Putra, F. P. (2017). Analisis Kinerja Decision Tree C4.5 dalam Prediksi Potensi Pelunasan Kredit Calon Debitur. *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 2(2), 189. <https://doi.org/10.35314/isi.v2i2.206>

Hong, H., Tsangaratos, P., Ilija, I., Liu, J., Zhu, A. X., & Chen, W. (2018). Application of fuzzy weight of evidence and data mining techniques in construction of flood susceptibility map of Poyang County, China. *Science of the Total Environment*, 625, 575–588.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.256>

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Ismiati, M. B., Permanasari, A. E., & Hidayah, I. (2014). *Analisis Data Time Series Korban Dbd Di Kota Palembang Untuk Mendapatkan Trend Dalam Melakukan Forecasting*. 55–60.
- Jian, L., & Lee, J. (2014). Pressure normalization of production rates improves forecasting results. *Society of Petroleum Engineers - SPE USA Unconventional Resources Conference 2014, April*, 136–160. <https://doi.org/10.2118/168974-ms>
- Farose, D. T. (2005). *Discovering Knowledge in Data - An Introduction to Data Mining*. Wiley.
- Lourenço, N., Gouveia, C. M., & Rua, A. (2020). Forecasting tourism with targeted predictors in a data-rich environment. *Economic Modelling*. <https://doi.org/10.1016/J.ECONMOD.2020.03.030>
- Nayak, S. C., Misra, B. B., & Behera, H. S. (2014). Impact of Data Normalization on Stock Index Forecasting. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, 6(2014), 257–269.
- Negara, B. S., Kurniawan, R., Nazri, M. Z. A., Abdullah, S. N. H. S., Saputra, R. W., & Ismanto, A. (2019). *Riau Forest Fire Prediction using Supervised Machine Learning*. September 2019.
- Ngo, P. T. T., Pham, T. D., Hoang, N. D., Tran, D. A., Amiri, M., Le, T. T., Hoa, P. V., Bui, P. Van, Nhu, V. H., & Bui, D. T. (2021). A new hybrid equilibrium optimized SysFor based geospatial data mining for tropical storm-induced flash flood susceptible mapping. *Journal of Environmental Management*, 280, 111858. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111858>
- Pambudi, R. A., Setiawan, B. D., & Wijoyo, S. H. (2018). *Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api*. 2(11), 4767–4776.
- Pan, J., Zhuang, Y., & Fong, S. (2016). The impact of data normalization on stock market prediction: Using SVM and technical indicators. *Communications in Computer and Information Science*, 652, 72–88. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2777-2_7
- Panigrahi. (2013). Effect of Normalization Techniques on Univariate Time Series Forecasting using Evolutionary Higher Order Neural Network. *International*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Journal of Engineering and Advanced Technology, 2, 280–285.
<http://www.ijeat.org/attachments/File/v3i2/B2493123213.pdf>

Parsons, Z., & Banitaan, S. (2021). Automatic identification of Chagas disease vectors using data mining and deep learning techniques. *Ecological Informatics*, 62, 101270. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101270>

Pinto, A., Ferreira, D., Neto, C., Abelha, A., & Machado, J. (2020). Data mining to predict early stage chronic kidney disease. *Procedia Computer Science*, 177, 562–567. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.10.079>

Prasetio, R. T. (2014). *Inventory Control Using Statistics Forecasting On Manufacture Company*. II(2), 136–142.

Rohayani, H. (2013). Analisis Sistem Pendukung Keputusan Dalam Memilih Program Studi Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Sistem Informasi*, 5(Analisis Sistem Pendukung Keputusan), 530–539.

Salwa, N., Tatsara, N., Amalia, R., & Zohra, A. F. (2018). Peramalan Harga Bitcoin Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). *Journal of Data Analysis*, 1(1), 21–31.
<https://doi.org/10.24815/jda.v1i1.11874>

Shaztika, S. S., & Trisminingsih, R. (2016). *ST-DBSCAN Clustering Module in SpagoBI for Hotspots Distribution in Indonesia*. 327–330.

Sitanggang, I. S. (2018). Temporal Patterns of Hotspot Sequences for Early Detection of Peatland Fire in Riau Province. *2018 IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology (AGERS)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/AGERS.2018.8554198>

Sitanggang, I. S., Yaakob, R., Mustapha, N., & Ainuddin, A. N. (2014). A decision tree based on spatial relationships for predicting hotspots in peatlands. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 12(2), 511–518. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v12i2.2036>

Song, Q., & Chissom, B. S. (1993). Forecasting enrollments with fuzzy time series - Part I. *Fuzzy Sets and Systems*, 54(1), 1–9. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90355-L](https://doi.org/10.1016/0165-0114(93)90355-L)

Spencer, B., Alfandi, O., & Al-Obeidat, F. (2019). Forecasting temperature in a

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

smart home with segmented linear regression. *Procedia Computer Science*, 155(2018), 511–518. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.071>

Lauryawati, M. L., & Irawan, M. I. (2014). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 3(2), A34–A39. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v3i2.7985>

Tran, N., Nguyen, T., Nguyen, B. M., & Nguyen, G. (2018). A Multivariate Fuzzy Time Series Resource Forecast Model for Clouds using LSTM and Data Correlation Analysis. *Procedia Computer Science*, 126, 636–645. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.298>

Usman, M., Sukaesih, I., & Syaufina, L. (2015). Hotspot distribution analyses based on peat characteristics using density-based spatial clustering. *Procedia Environmental Sciences*, 24, 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.018>

Wahyuningsih, S., Goejantoro, R., & Rizki, N. A. (2018). Forecasting hotspots in East Kutai, Kutai Kartanegara, and West Kutai as early warning information. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 144(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/144/1/012022>

Wood, D. A. (2021). Prediction and data mining of burned areas of forest fires: Optimized data matching and mining algorithm provides valuable insight. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 5, 24–42. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2021.01.004>

Yu, P. S., Yang, T. C., Chen, S. Y., Kuo, C. M., & Tseng, H. W. (2017). Comparison of random forests and support vector machine for real-time radar-derived rainfall forecasting. *Journal of Hydrology*, 552, 92–104. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.06.020>

LAMPIRAN A

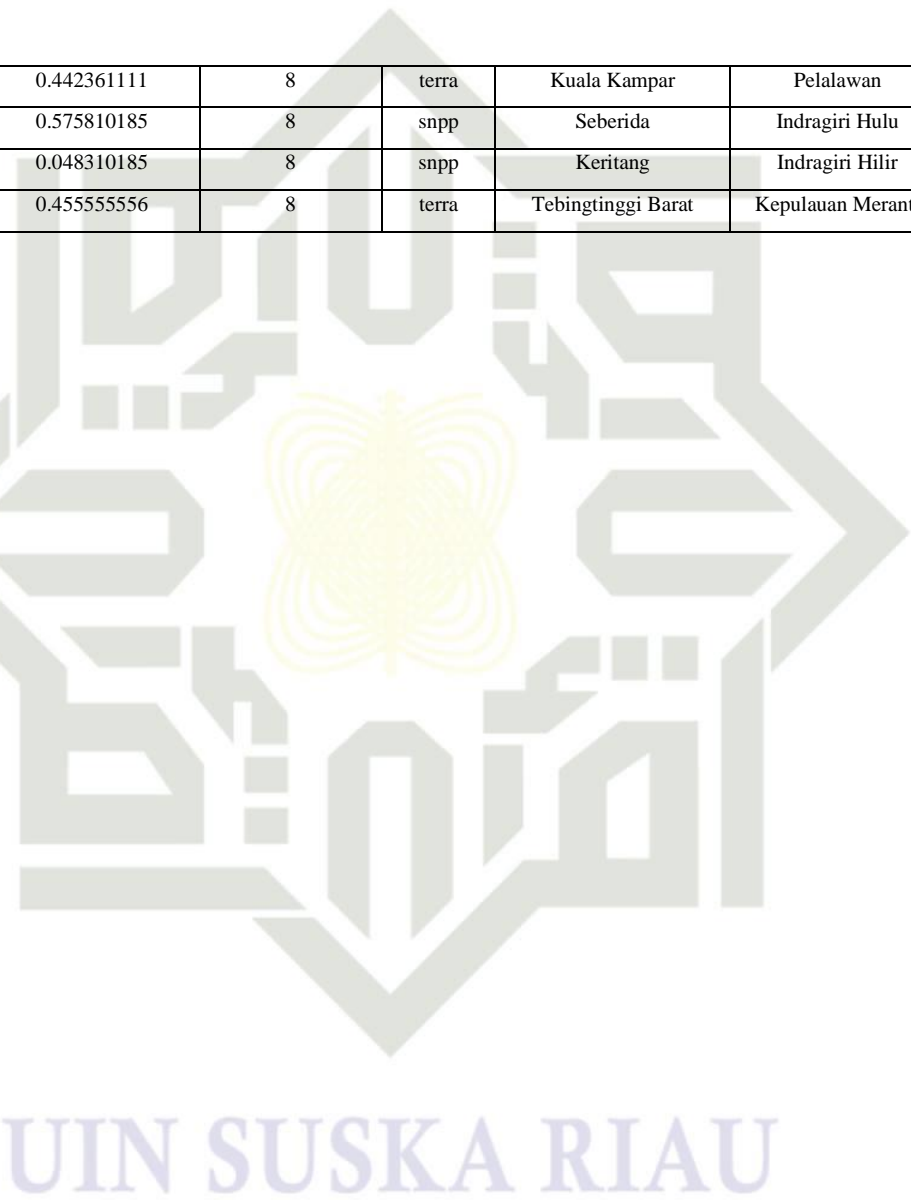
DATASETS TITIK PANAS PROVINSI RIAU

Berikut ini adalah *datasets* titik panas Provinsi Riau tahun 2014-2020.

Lintang (deg)	Bujur (deg)	Tanggal (dd/mm/yyyy)	Waktu Akuisisi (UTC)	Tingkat Kepercayaan (%)	Satelit	Kecamatan	Kabupaten	Provinsi
1,158,55	10,195,385	02/01/2014	06:42:00.000000	45	aqua	Siak Kecil	Bengkalis	Riau
1,659,12	101,470,284	02/01/2014	06:42:00.000000	38	aqua	Bukit Kapur	Kota Dumai	Riau
2,038,99	10,167,395	02/01/2014	06:42:00.000000	64	aqua	Rupat Utara	Bengkalis	Riau
1,168,357	102,128,952	09/01/2014	06:48:00.000000	37	aqua	Pangkalan Kuras	Pelalawan	Riau
0,615,452	10,195,182	09/01/2014	06:48:00.000000	28	aqua	Siak Kecil	Bengkalis	Riau
0,615,795	103,208,656	11/01/2014	06:36:00.000000	72	aqua	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
0,617,041	101,619,652	11/01/2014	06:36:00.000000	43	aqua	Siak Sri Indrapura	Siak	Riau
0,617,041	102,127,975	11/01/2014	03:44:00.000000	35	terra	Siak Sri Indrapura	Siak	Riau
1,118,823	102,814,507	20/01/2014	06:29:00.000000	54	aqua	Rangsang Barat	Kepulauan Meranti	Riau
1,018,868	101,607,925	20/01/2014	03:36:00.000000	61	terra	Siak	Siak	Riau
1,047,526	10,167,702	20/01/2014	03:36:00.000000	63	terra	Siak	Siak	Riau
0,390,052	103,302,521	22/01/2014	06:17:00.000000	91	aqua	Mandah	Indragiri Hilir	Riau
0,390,881	103,288,895	22/01/2014	06:17:00.000000	58	aqua	Mandah	Indragiri Hilir	Riau
0,390,051	103,302,521	22/01/2014	06:21:00.000000	91	aqua	Mandah	Indragiri Hilir	Riau
0,390,881	103,288,887	22/01/2014	06:21:00.000000	58	aqua	Mandah	Indragiri Hilir	Riau

0.00304	103,174,065	25/01/2014	06:48:00.000000	84	aqua	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
-0.10937	102,941,811	26/01/2014	02:57:00.000000	50	terra	Gaunganakserka	Indragiri Hilir	Riau
-0.5145	1,029,866	26/01/2014	02:57:00.000000	52	terra	Gaunganakserka	Indragiri Hilir	Riau
0.3449	102,008,888	27/01/2014	06:35:00.000000	72	aqua	Bunut	Pelalawan	Riau
1,0348	103,007,057	27/01/2014	06:35:00.000000	59	aqua	Tebing Tinggi	Kepulauan Meranti	Riau
-0.0021	102,888,344	27/01/2014	03:43:00.000000	67	terra	Tempuling	Indragiri Hilir	Riau
-0.5332	103,656,059	29/01/2014	06:23:00.000000	32	aqua	Kuala Indragiri	Indragiri Hilir	Riau
-0.3128	103,645,523	29/01/2014	06:23:00.000000	81	aqua	Kuala Indragiri	Indragiri Hilir	Riau
-0.7676	102,978,645	29/01/2014	06:23:00.000000	81	aqua	Batang Tuaka	Indragiri Hilir	Riau
-0.2082	101,678,604	29/01/2014	06:23:00.000000	61	aqua	Langgam	Pelalawan	Riau
0.1339	103,760,605	29/01/2014	06:23:00.000000	55	aqua	Mandah	Indragiri Hilir	Riau
0.1244	102,547,295	29/01/2014	06:23:00.000000	54	aqua	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
0.1177	102,285,751	29/01/2014	06:23:00.000000	46	aqua	Bunut	Pelalawan	Riau
0.50833	103,365,372	29/01/2014	06:23:00.000000	90	aqua	Mandah	Indragiri Hilir	Riau
0.0231	103,354,721	29/01/2014	06:23:00.000000	40	aqua	Mandah	Indragiri Hilir	Riau
0.51853	103,208,687	29/01/2014	06:23:00.000000	80	aqua	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
0.60327	10,320,253	29/01/2014	06:23:00.000000	37	aqua	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
1,003395	101,903,503	29/01/2014	06:23:00.000000	52	aqua	Siak	Siak	Riau
1,303278	101,630,951	29/01/2014	06:23:00.000000	44	aqua	Bukit Batu	Bengkalis	Riau
1,310314	101,610,523	29/01/2014	06:23:00.000000	48	aqua	Pinggir	Bengkalis	Riau
1,420842	101,528,358	29/01/2014	06:23:00.000000	43	aqua	Mandau	Bengkalis	Riau
1,500087	101,631,279	29/01/2014	06:23:00.000000	67	aqua	Bukit Kapur	Kota Dumai	Riau
1,730653	101,629,646	29/01/2014	06:23:00.000000	98	aqua	Rupat	Bengkalis	Riau
1,700959	10,163,578	29/01/2014	06:23:00.000000	99	aqua	Rupat	Bengkalis	Riau
1,700968	101,622,589	29/01/2014	06:23:00.000000	72	aqua	Rupat	Bengkalis	Riau

1.76100	10.169677	29/01/2014	06:23:00.000000	91	aqua	Rupat	Bengkalis	Riau
...
0.4760388	100.636193	13/12/2020	0.566944444	8	snpp	Tiga Belas Koto Kampar	Kampar	Riau
0.5596588	100.559333	13/12/2020	0.566944444	8	snpp	Tandun	Rokan Hulu	Riau
0.3385012	101.570193	11/12/2020	0.558622685	8	noaa20	Siak Hulu	Kampar	Riau
0.5605846	100.560807	13/12/2020	0.53037037	8	noaa20	Tandun	Rokan Hulu	Riau
0.2006951	102.8379211	20/12/2020	0.449305556	7	terra	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
0.5470512	101.9864197	15/12/2020	0.438194444	7	terra	Bunut	Pelalawan	Riau
0.3026155	102.3403168	15/12/2020	0.438194444	8	terra	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
0.21132287	102.845726	15/12/2020	0.438194444	7	terra	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
-0.2400592	102.8549194	01/12/2020	0.548611111	8	aqua	Gaunganakserka	Indragiri Hilir	Riau
-0.19493353	102.9884796	01/12/2020	0.548611111	8	aqua	Gaunganakserka	Indragiri Hilir	Riau
0.10864082	102.7397232	01/12/2020	0.548611111	8	aqua	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
0.18872352	102.7450104	01/12/2020	0.548611111	8	aqua	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
0.64097744	102.0587921	01/12/2020	0.548611111	8	aqua	Siak Sri Indrapura	Siak	Riau
0.20762986	102.8382034	02/12/2020	0.578472222	8	aqua	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
-0.434142	102.169632	21/12/2020	0.038993056	8	noaa20	Pasir Peny	Indragiri Hulu	Riau
-0.32891303	102.7548294	04/12/2020	0.569444444	8	aqua	Tempuling	Indragiri Hilir	Riau
-0.188745948	101.7933791	04/12/2020	0.569444444	8	aqua	Pangkalan Kuras	Pelalawan	Riau
0.42647488	102.1745453	04/12/2020	0.569444444	7	aqua	Bunut	Pelalawan	Riau
0.335208118	101.0194931	04/12/2020	0.569444444	8	aqua	Tapungkiri	Rokan Hulu	Riau
0.533559623	101.980957	22/12/2020	0.561111111	8	aqua	Bunut	Pelalawan	Riau
0.482460707	101.3524399	20/12/2020	0.571527778	8	aqua	Tampan	Pekanbaru	Riau
0.53822561	101.9480133	22/12/2020	0.561111111	8	aqua	Bunut	Pelalawan	Riau
0.0884089	103.3767199	23/12/2020	0.539224537	8	noaa20	Enok	Indragiri Hilir	Riau



0.21159287	102.8466568	22/12/2020	0.442361111	8	terra	Kuala Kampar	Pelalawan	Riau
-0.896533	102.2381134	23/12/2020	0.575810185	8	snpp	Seberida	Indragiri Hulu	Riau
-0.622269	102.7947388	23/12/2020	0.048310185	8	snpp	Keritang	Indragiri Hilir	Riau
1.0029522	102.7123489	27/12/2020	0.455555556	8	terra	Tebingtinggi Barat	Kepulauan Meranti	Riau