

**PERAMALAN *CRYPTOCURRENCY* MENGGUNAKAN
MODEL *FUZZY TIME SERIES* RUEY TSAUR**

SKRIPSI



MUHAMMAD ALAMSYAH NURFAUDSAN

H12116016

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

**PERAMALAN *CRYPTOCURRENCY* MENGGUNAKAN
MODEL *FUZZY TIME SERIES* RUEY TSAUR**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

MUHAMMAD ALAMSYAH NURFAUDSAN

H12116016

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

AGUSTUS 2023

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

Peramalan *Cryptocurrency* Menggunakan Model *Fuzzy Time Series Ruey Tsaur*

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun

Makassar, 18 Agustus 2023



Muhammad Alamsyah Nurfaudsan

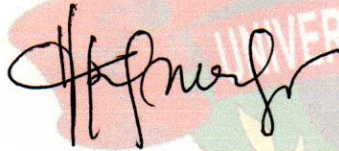
NIM H12116016

**PERAMALAN *CRYPTOCURRENCY* MENGGUNAKAN
MODEL *FUZZY TIME SERIES* RUEY CHYN TSAUR**

Disetujui Oleh:

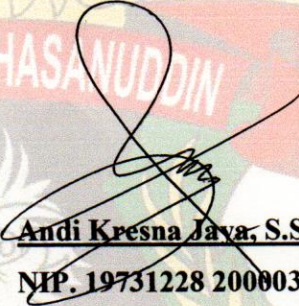
Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama



Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.

NIP. 19750429 200003 2 001



Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si.

NIP. 19731228 200003 1 001

Ketua Program Studi



Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.

NIP. 19770808 200501 2 002

Pada 18 Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Alamsyah Nurfaudsan
NIM : H12116016
Program Studi : Statistika
Judul Skripsi : Peramalan *Cryptocurrency* Menggunakan Model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

1. Ketua : Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si. (.....)
2. Sekretaris : Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si. (.....)
3. Anggota : Siswanto, S.Si., M.Si. (.....)
4. Anggota : Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, (.....)
M.Si.

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 18 Agustus 2023

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* beserta keluarga dan para sahabatnya. *Alhamdulillahirobbil'alamin*, berkat nikmat kemudahan dan pertolongan yang diberikan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Peramalan *Cryptocurrency* Menggunakan Model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur**” yang disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang senantiasa turut membantu dalam bentuk moril maupun materil sehingga dengan segala keterbatasan kemampuan dan pengetahuan, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Ayahanda **Muhammad As'ad Ahmad** dan Ibunda **Nurlinda Nurdin** yang telah memberikan dukungan penuh, pengorbanan luar biasa, limpahan cinta dan kasih sayang, kesabaran hati, serta dengan ikhlas telah menemani setiap langkah penulis dengan doa dan restu mulianya. Ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada adik tersayang penulis **Nur Hafidzah Khoyyirah Lubna** yang selalu menghibur dan memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, serta keluarga besar penulis, terima kasih atas doa mulia dan dukungannya selama ini.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan dan ketulusan juga penulis ucapkan kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.

3. **Ibu Dr. Anna Islamiyati S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika yang dengan penuh kesabaran telah memberikan arahan, dorongan semangat dan motivasi kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
4. **Ibu Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.**, selaku Pembimbing Utama dan **Bapak Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si.**, selaku Pembimbing Pertama sekaligus Penasehat Akademik penulis yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk senantiasa memberikan arahan, dorongan semangat, dan motivasi kepada penulis dari awal hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
5. **Bapak Siswanto, S.Si., M.Si.** dan **Ibu Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.**, selaku Tim Penguji yang telah meluangkan waktu dalam memberikan motivasi serta kritikan yang membangun kepada penulis dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
6. Segenap Dosen Pengajar dan Staf yang telah memberikan ilmu dan kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menempuh pendidikan sarjana di Departemen Statistika.
7. Keluarga tercinta **Hasnirawati Ahmad** yang telah memberikan segenap dukungan serta motivasi yang membangun kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
8. Sahabat tercinta penulis sejak di bangku SMA, **Iqram, Tom, Revan, Arfah, Aldi** dan **Andri**, yang senantiasa memberikan semangat dan menemani perjuangan pendidikan penulis.
9. Sahabat-sahabat terbaik semasa perkuliahan penulis **Samsir, Andis, Agung Samsul, Mila, Imma, Asnidar, Ibnu, Rezky, Sasa**. Terima kasih atas kebersamaan, kebahagiaan, serta kebaikannya menjadi sosok guru dan keluarga bagi penulis khususnya kepada **Rizky** yang telah ikut berpartisipasi dalam memberikan gagasan dalam menentukan judul penelitian. Terima kasih khususnya kepada **Samsir** karena telah sangat banyak membantu dan menemani perjuangan penulis. Terima kasih telah mengukir kenangan indah bersama penulis selama masa perkuliahan.

10. Kakak-kakak di Laboratorium Statistika. Terima kasih atas bimbingan, dorongan semangat, dan nasehatnya kepada penulis selama proses penyusunan skripsi penulis. Terima kasih untuk segala canda dan tawa yang sangat menghibur penulis selama berada di Lab.
11. Teman seperjuangan di **Statistika 2016**. Terima kasih atas ilmu, kebersamaan, suka dan duka dalam menjalani perkuliahan di Departemen Statistika. Terima kasih sudah menerima kehadiran penulis. Kalian hebat dan luar biasa.
12. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih setinggi-tingginya untuk segala dukungan, partisipasi, dan apresiasi yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak.

Makassar, 18 Agustus 2023

Muhammad Alamsyah Nurfaudsan

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Alamsyah Nurfaudsan
NIM : H12116016
Program Studi : Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul:

“Peramalan *Cryptocurrency* Menggunakan Model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar tanggal 18 Agustus 2023.

Yang menyatakan,



(Muhammad Alamsyah Nurfaudsan)

ABSTRAK

Investasi *Cryptocurrency* di Indonesia meningkat sangat pesat karena harga *Bitcoin* (BTC) yang terus-terusan mengalami kenaikan sehingga menyebabkan semakin banyak orang berlomba-lomba untuk melakukan investasi pada aset digital *Bitcoin* ini. *Cryptocurrency* bersifat fluktuatif yang membuat para investor membutuhkan suatu pemodelan dalam hal memantau pergerakan harga untuk memaksimalkan keuntungan salah satunya dengan menggunakan *forecasting* yang terdapat berbagai macam model pada data runtun waktu. Pada penelitian ini akan dibahas model *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* dengan tujuan untuk meramalkan *cryptocurrency* terutama jenis *Bitcoin* dan untuk mendapatkan nilai MAPE dari hasil peramalannya. Data yang digunakan adalah data harian *Bitcoin* dari tanggal 1 April 2023 – 19 Mei 2023. Hasil peramalan diperoleh untuk tanggal 20 Mei 2023 sebesar 27072,1 dan nilai MAPE sebesar 0,653%. Hasil peramalan ini membuktikan bahwa peramalan data *cryptocurrency* model *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* cukup akurat karena nilai MAPE kurang dari 10%.

Kata Kunci: Peramalan, *Fuzzy Time Series*, *Cryptocurrency*, Data Harian *Bitcoin*, Nilai MAPE.

ABSTRACT

Cryptocurrency investment in Indonesia is increasing very rapidly because the price of Bitcoin (BTC) continues to increase, causing more people to compete to invest in this Bitcoin digital asset. Cryptocurrencies are volatile which makes investors need a model in terms of monitoring price movements to maximize profits, one of which is by using forecasting, which has various models on time series data. In this study, Ruey Chyn Tsaur's Fuzzy Time Series model will be discussed with the aim of predicting cryptocurrencies, especially Bitcoin types and to obtain the MAPE value from the forecasting results. The data used is Bitcoin daily data from April 1, 2023 – May 19, 2023. Forecasting results obtained for May 20, 2023 are 27,072.1 and the MAPE value is 0.653%. The results of this forecasting prove that the Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur cryptocurrency data forecasting model is quite accurate because the MAPE value is less than 10%.

Keywords: *Forecasting, Fuzzy Time Series, Cryptocurrency, Bitcoin Daily Data, MAPE Value.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Peramalan	5
2.2 <i>Cryptocurrency</i>	6
2.3 <i>Time Series</i>	6
2.4 Himpunan <i>Fuzzy</i>	7
2.5 <i>Fuzzy Time Series</i> Ruey Chyn Tsaur	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Sumber Data	13
3.2 Metode Analisis	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Penerapan <i>Fuzzy Time Series</i> Ruey Chyn Tsaur	14

4.1.1	Memasukkan Data Historis	14
4.1.2	Menentukan Himpunan Semesta.....	14
4.1.3	Membentuk Interval	15
4.1.4	Menentukan Himpunan <i>Fuzzy</i>	16
4.1.5	Menentukan Fuzzifikasi	16
4.1.6	Menentukan <i>Fuzzy Logic Relation</i> (FLR).....	17
4.1.7	Menentukan Fuzzy Logic Relation Group (FLRG)	18
4.1.8	Menghitung Matriks Probabilitas Transisi.....	19
4.1.9	Menentukan Defuzzifikasi	19
4.1.10	Menghitung <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		24
5.1	Kesimpulan.....	24
5.2	Saran	24
DAFTAR PUSTAKA		25
LAMPIRAN.....		28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Nilai BTC dan Peramalan Akhir..... 22

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Harian <i>Bitcoin</i> 1 April 2023 – 19 Mei 2023	14
Tabel 4.2 Pembagian Himpunan Semesta U dan Nilai Tengah	16
Tabel 4.3 Data Fuzzifikasi.....	17
Tabel 4.4 Data FLR	18
Tabel 4.5 Hasil FLRG	18
Tabel 4.6 Hasil Peramalan Awal	20
Tabel 4.7 Nilai Kecenderungan (D)	21
Tabel 4.8 Hasil Peramalan Akhir $F'(t)$	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Harian <i>Bitcoin</i> 1 April 2023 – 19 Mei 2023.....	29
Lampiran 2. Hasil Peramalan Akhir $F'(t)$	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia memenuhi kebutuhan hidup salah satunya dengan cara berdagang. Pada awalnya, ini dilakukan menggunakan sistem barter atau menukarkan barang dengan berbagai aspek salah satunya yaitu manusia kemudian berdagang dan melakukan transaksi menggunakan pembayaran tunai atau non-tunai. Instrumen pembayaran barang lainnya yang dinilai setara. Globalisasi perekonomian dunia yang terus mengalami perkembangan memberikan banyak perubahan dan pengaruh dalam tunai yang berupa uang kertas dan pembayaran non-tunai diantaranya kartu, cek, bilyet giro, nota debit dan uang elektronik (Mulyanto, 2015:19).

Saat ini berbagai macam transaksi dilakukan dengan menggunakan pembayaran non-tunai yang bersifat praktis, cepat, dan efisien cenderung lebih disukai. Hal ini membuat semakin tergesernya keberadaan uang dengan hadirnya pembayaran *cashless* atau non-tunai yang disertai dengan berbagai macam fitur pendukung lainnya yang menjadi daya tarik untuk mengundang konsumen-konsumennya (Kadek Dyah Pramitha Widyarani et al., 2022:30). Sistem ini terus berkembang dan mengalami kemajuan hingga sampai pada kemunculan *Cryptocurrency* sebagai mata uang elektronik yang mulai menarik perhatian masyarakat (Kadek Dyah Pramitha Widyarani et al., 2022:301). *Cryptocurrency* adalah nama yang diberikan untuk sebuah sistem yang menggunakan kriptografi untuk melakukan proses pengiriman data secara aman dan untuk melakukan proses pertukaran token digital secara tersebar (Mulyanto, 2015:19).

Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Muhammad Naufal Hasani yang berjudul Analisis *Cryptocurrency* sebagai Alat Alternatif dalam Berinvestasi di Indonesia pada Mata Uang Digital *Bitcoin* pada tahun 2022, investasi *Cryptocurrency* di Indonesia juga meningkat sangat pesat karena harga *Bitcoin* yang terus-terusan mengalami kenaikan sehingga menyebabkan semakin banyak orang berlomba-lomba untuk melakukan investasi pada asset digital *Bitcoin* ini. Sifat desentralisasi pada *Cryptocurrency* berarti bahwa mata uang tersebut beredar sepenuhnya tergantung kepada pasar dan tidak memiliki otoritas pusat yang dapat

mengaturnya (Naufal Hasani, 2022:330). Ini mengakibatkan *Cryptocurrency* mengalami fluktuatif yang membuat para investor membutuhkan suatu pemodelan dalam hal memantau pergerakan harga untuk memaksimalkan keuntungan salah satunya dengan menggunakan *forecasting* yang terdapat berbagai macam model pada data runtun waktu.

Peramalan (*forecasting*) merupakan seni dan ilmu memprediksi apa yang akan terjadi di masa depan. Peramalan memiliki peranan penting dalam keputusan untuk waktu yang akan datang seperti prediksi cuaca, perencanaan produksi, penjadwalan staf, maupun dalam hal bisnis, maka dalam hal ini dengan banyaknya suatu bidang memerlukan suatu hasil peramalan yang akurat, sehingga metode yang diperlukan banyak sekali yang sudah dikembangkan (Bayu Elfajar et al., 2017:86). *Fuzzy Time Series* (FTS) adalah metode yang diperkenalkan oleh Song & Chissom (1993) yang merupakan suatu konsep yang digunakan untuk meramalkan masalah di mana data aktual dibentuk dalam nilai-nilai linguistik.

Metode FTS telah diimplementasikan untuk meramalkan jumlah pendaftar di Universitas Alabama dari tahun ke tahun, berdasarkan dari data histori yang ada. Kemudian metode ini juga diimplementasikan untuk prediksi temperatur dalam suatu daerah berdasarkan data-data temperatur sebelumnya yang tercatat dalam kurun waktu tertentu (Chen & Hsu, 2004). Data pada kedua penelitian tersebut adalah sama- sama berbentuk data time series. Sistem peramalan dengan *Fuzzy Time Series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk dikembangkan (Santoso & Ratnawati, 2010:1).

Metode FTS terus mengalami perkembangan dengan berbagai model untuk mengatasi permasalahan data *time series* yang sangat non-stasioner dan tidak pasti diantaranya adalah model *Adaptive Fuzzy Time Series* yang dikembangkan oleh Tsaur untuk memprediksi pendaftaran mahasiswa Universitas Alabama, kemudian membandingkannya dengan beberapa model dari metode *Fuzzy Time Series* yang telah dikembangkan sebelumnya (Tsaur, 2012). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa model ini memiliki hasil perhitungan yang lebih akurat dibandingkan

model lainnya (Admirani, 2020:57). Model yang telah dikembangkan tersebut merupakan penggabungan metode FTS klasik dan *markov chain* (Fauzi et al., 2021:62).

Maka dari itu, judul yang diambil dalam skripsi ini adalah “Peramalan *Cryptocurrency* Menggunakan Model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur” sehingga diharapkan dapat memudahkan para investor untuk memaksimalkan keuntungan dalam berinvestasi pada *Cryptocurrency*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendapatkan nilai dan peramalan akhir dengan menggunakan model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur terhadap harga *Cryptocurrency*?
2. Bagaimana menentukan tingkat akurasi hasil peramalan menggunakan model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang diambil adalah data harga harian *Cryptocurrency* jenis *Bitcoin* dari 1 April 2023 – 19 Mei 2023
2. Teknik akurasi yang digunakan yakni menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
3. Data diolah dengan menggunakan R-Studio

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai dan plot peramalan akhir dengan menggunakan model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur terhadap harga *Cryptocurrency*.
2. Mendapatkan tingkat akurasi hasil peramalan menggunakan model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur terhadap harga *Cryptocurrency*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara umum, menambah wawasan pembaca dalam penyelesaian masalah menggunakan model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur.
2. Secara khusus, menambah wawasan program studi Statistika dalam penyelesaian masalah menggunakan model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu seni dan ilmu pengetahuan dalam memprediksi peristiwa pada masa mendatang oleh Heizer & Render dalam (Indah & Rahmadani, 2018). Gaspersz dalam (Wardah, 2016) menjelaskan peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang, sedangkan aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan suatu produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat.

Herjanto dalam (Ngantung & Hasan Jan, 2019) mengemukakan jenis-jenis peramalan berdasarkan horizon waktu dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

- a. Peramalan Jangka Panjang adalah yang meliputi waktu yang lebih panjang dari 18 bulan, seperti contohnya peramalan yang dibutuhkan dalam hubungannya dengan penanaman modal, merencanakan fasilitas dan merencanakan untuk kegiatan litbang.
- b. Peramalan Jangka Menengah adalah yang meliputi waktu antara 3 sampai 18 bulan, seperti contohnya peramalan untuk merencanakan penjualan, merencanakan produksi, dan merencanakan tenaga kerja tidak tetap.
- c. Perencanaan Jangka Pendek adalah yang meliputi jangka waktu kurang dari tiga bulan. Contohnya peramalan dalam keterkaitannya dengan merencanakan pembelian material, membuat jadwal kerja dan menugaskan karyawan.

Adapun karakteristik peramalan yang menurut Nasution dalam (Ngantung & Hasan Jan, 2019) antara lain:

- a. Akurasi

Akurasi dari suatu hasil peramalan di ukur dengan kebiasaan dan kekonsistensian peramalan. Hasil peramalan dikatakan bias bila peramalan tersebut terlalu tinggi atau terlalu rendah dibanding dengan kenyataan yang sebenarnya terjadi. Hasil peramalan dikatakan konsisten bila besarnya kesalahan peramalan relative kecil.

b. Biaya

Biaya yang diperlukan untuk pembuatan suatu peramalan tergantung dari jumlah item yang diramalkan, lamanya periode peramalan, dan metode peramalan yang dipakai.

c. Kemudahan

Penggunaan metode peramalan yang sederhana, mudah dibuat, dan mudah di aplikasikan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan.

2.2 *Cryptocurrency*

Salah satu kemajuan teknologi di bidang ekonomi adalah diciptakannya *Cryptocurrency* atau uang virtual yang ada di dunia maya. *Cryptocurrency* adalah nama yang diberikan untuk sebuah sistem yang menggunakan kriptografi untuk melakukan proses pengiriman data secara aman dan untuk melakukan proses pertukaran token digital secara tersebar Dourado & Brito dalam (Hadi, et al., 2021). Menurut Tomic et al. (2020) (Rahmawan et al., 2022) perkembangan *Cryptocurrency* dapat membawa dampak terhadap sistem moneter, ini terbukti bahwa *Cryptocurrency* jauh lebih tahan daripada solusi uang elektronik.

2.3 *Time Series*

Time series adalah sekumpulan data yang teratur atau data yang disusun berdasarkan urutan waktu. Urutan kejadian pada data *time series* dapat meliputi tahunan, bulanan, harian, jam, bahkan detik. Contoh data *time series* dapat berupa harga saham, indeks harga konsumen, jumlah siswa tahunan dan lainnya. Berikut beberapa pola data *time series* menurut Seto dalam (Lusiana & Yuliarty, 2020):

- a. *Trend* (T), terjadi bila ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang.
- b. *Seasonality* (S) pola musiman terjadi bila pola datanya berulang sesudah suatu periode tertentu: harian, mingguan, bulanan, triwulan dan tahunan.
- c. *Cycles* (C), Siklus adalah suatu pola data yang terjadinya setiap beberapa tahun, biasanya oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang berkaitan dengan siklus bisnis.
- d. *Horizontal* (H) / Stasioner, terjadi bila nilai data berfluktuasi di sekitar nilai

rata-rata yang tetap, stabil atau disebut stasioner terhadap nilai rata-ratanya.

2.4 Himpunan *Fuzzy*

Bijan Davvaz, Imam Mukhlash dan Soleha (2021) mengemukakan bahwa himpunan *Fuzzy* adalah model matematika dari data kualitatif atau kuantitatif yang bersifat samar, yang sering dihasilkan melalui bahasa alami. Himpunan *Fuzzy* pada dasarnya merupakan perluasan dari himpunan klasik (*crisp*). Pada himpunan *crisp* A suatu elemen memiliki dua kemungkinan yaitu anggota A dinotasikan dengan $\mu_A(x)$. Terdapat dua nilai keanggotaan pada himpunan *crisp* yaitu $\mu_A(x) = 1$ apabila x merupakan anggota A dan $\mu_A(x) = 0$ apabila x bukan anggota dari A (Ningrum et al., 2012). Berdasarkan jurnal Yulmaini (2015) himpunan *Fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan Bahasa alami. Misalnya: muda, parubaya dan tua
- b. Numeris, yaitu suatu nilai atau angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variable. Misalnya: 40, 25, 20 dan lain sebagainya.

Sebagai contoh, dimisalkan terdapat himpunan klasik $H = \{1,2,3,4,5\}$ dan himpunan bagian dari H yaitu $A = \{1,2,3\}$ dan $B = \{3,4,5\}$. Maka dapat disimpulkan bahwa:

- Nilai keanggotaan 1 pada himpunan A , $\mu_A(1) = 1$, karena $1 \in A$
- Nilai keanggotaan 3 pada himpunan A , $\mu_A(3) = 1$, karena $3 \in A$
- Nilai keanggotaan 5 pada himpunan A , $\mu_A(5) = 0$, karena $5 \notin A$
- Nilai keanggotaan 1 pada himpunan B , $\mu_B(1) = 0$, karena $1 \notin B$
- Nilai keanggotaan 3 pada himpunan B , $\mu_B(3) = 1$, karena $3 \in B$

2.5 *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaor

Fuzzy Time Series (FTS) adalah metode yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993) yang merupakan suatu konsep yang digunakan untuk meramalkan masalah di mana data aktual dibentuk dalam nilai-nilai linguistik. Metode FTS terus mengalami perkembangan dengan berbagai model untuk

mengatasi permasalahan data *time series* yang sangat non-stasioner dan tidak pasti diantaranya adalah model *Adaptive Fuzzy Time Series* yang dikembangkan oleh Tsaur untuk memprediksi pendaftaran mahasiswa Universitas Alabama, kemudian membandingkannya dengan beberapa model dari metode *Fuzzy Time Series* yang telah dikembangkan sebelumnya (Tsaur, 2012). Model yang telah dikembangkan tersebut merupakan penggabungan metode FTS klasik dan *markov chain*. Berdasarkan Rahmawati et al. (2021) berikut merupakan tahapan-tahapan pada data *Time Series* menggunakan FTS Ruey Chyn Tsaur:

1. Memasukkan data historis yang akan diolah
2. Membentuk Himpunan Semesta

Menentukan himpunan semesta dilakukan dengan mencari nilai minimum dan nilai maksimum pada data historis dengan menggunakan persamaan

$$U = [D_{min} - D1 ; D_{maks} + D2] \quad (2.1)$$

dengan

D_{min} = Nilai minimum pada data,

D_{max} = Nilai maksimum pada data,

$D1, D2$ = Nilai positif sembarang yang dapat membulatkan D_{min} dan D_{max}

3. Membentuk Interval

Membentuk interval dilakukan dengan menghitung banyaknya partisi dengan cara membagi himpunan semesta (U) menjadi beberapa sub interval dan rentang nilai yang sama panjang dengan menggunakan rumus Sturges sebagai berikut:

$$n = 1 + 3,22 \log N \quad (2.2)$$

dengan

n = Banyak partisi

N = Jumlah data historis

Untuk menentukan panjang interval dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$l = \frac{[(D_{maks} + D2) - (D_{min} - D1)]}{n} \quad (2.3)$$

Kemudian setiap interval diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 u_1 &= [(D_{min} - D1); (D_{min} - D1) + l] \\
 u_2 &= [(D_{min} - D1) + l; (D_{min} - D1) + 2l] \\
 u_3 &= [(D_{min} - D1) + 2l; (D_{min} - D1) + 3l] \\
 &\vdots \\
 u_n &= [(D_{min} - D1) + (n - 1)l]; [(D_{min} - D1) + nl] \\
 u_n &= [d_n; d_{n+1}]
 \end{aligned} \tag{2.4}$$

dengan

$$d_n = [(D_{min} - D1) + (n - 1)l] \text{ dan } d_{n+1} = [(D_{min} - D1) + nl]$$

Setelah itu menghitung nilai median

$$m_n = \frac{[d_n + d_{n+1}]}{2} \tag{2.5}$$

4. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Menentukan himpunan *Fuzzy* untuk semesta pembicaraan U . Untuk mempermudah, setiap himpunan *Fuzzy* $A_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ didefinisikan dalam jumlah interval yang telah ditentukan, dimana A_1, A_2, \dots, A_n didefinisikan berdasarkan persamaan (2.6) sehingga didapat:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_n} \\
 A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} \dots + \frac{0}{u_n} \\
 A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} \dots + \frac{0}{u_n} \\
 &\vdots \\
 A_n &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} \dots + \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n}
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

5. Menentukan Fuzzifikasi

Fuzzifikasi ini bertujuan untuk mengubah variabel numerik menjadi variabel *Fuzzy* dengan bentuk interval. Variabel *Fuzzy* dapat diartikan sebagai variabel linguistik. Dalam mengubah variabel numerik ke dalam variabel linguistik dilakukan dengan mengelompokkan data ke dalam himpunan samar A yang ditentukan sebelumnya.

6. Menentukan *Fuzzy Logic Relation* (FLR)

Fuzzy Logic Relation (FLR) merupakan hubungan antara setiap data dengan data selanjutnya dalam bentuk himpunan dasar A . Jika $F(t - 1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$ maka hubungan FLR ditulis dengan $A_i \rightarrow A_j$. Dimana A_i sebagai *current state* atau kejadian saat ini dan A_j *next state* atau kejadian berikutnya.

7. Menentukan *Fuzzy Logic Relation Group* (FLRG)

Logic Relation Group (FLRG) adalah pengelompokan dari *Fuzzy Logic Relation* (FLR). FLRG dibentuk berdasarkan hubungan dengan sisi kiri atau *current state* yang bersifat tetap.

8. Menghitung Matriks Probabilitas Transisi

Probabilitas transisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}, i \text{ dan } j = 1,2,3 \dots, \quad (2.7)$$

dengan

P_{ij} = Probabilitas transisi dari A_i terhadap A_j

M_{ij} = Jumlah transisi dari A_i terhadap A_j

M_i = Jumlah kejadian dari transisi yang terjadi pada A_i

Matriks probabilitas transisi ditulis sebagai berikut:

$$[P_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

dengan $P_{ij} \geq 0$ dan $\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1$

9. Menentukan Defuzzifikasi

Tahapan-tahapan dalam menentukan defuzzifikasi adalah sebagai berikut:

a. Menghitung Peramalan Awal

Dihasilkan berdasarkan FLR, FLRG dan matriks probabilitas transisi yang telah diperoleh sebelumnya. Peramalan awal ($F(t)$) dengan $t = 1,2,3, \dots, n$ dapat menggunakan cara sebagai berikut:

- Jika FLRG dari A_i merupakan himpunan kosong ($A_i \rightarrow \emptyset$) maka peramalan adalah m_i yaitu titik tengah dari u_i dengan persamaan:

$$F(t) = m_i \quad (2.9)$$

- Jika FLRG dari A_i merupakan himpunan *one to one* ($A_i \rightarrow A_k$) dimana $P_{ij} = 0$ dan $P_{ik} = 1, j \neq k$ maka hasil peramalan $f(t)$ adalah m_k yaitu nilai tengah dari u_k dengan persamaan:

$$F(t) = m_k P_{jk} = m_k \quad (2.10)$$

- Jika FLRG merupakan himpunan *one to many* $A_i \rightarrow A_1, A_2, A_3, \dots, A_j$ dengan Y_{t-1} adalah sebenarnya $(t - 1)$ maka hasil peramalan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F(t) = m_1 P_{i1} + m_2 P_{i2} + \dots + m_{i-1} P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)} P_{ii} + m_{i+1} P_{i(i+1)} + \dots + m_i P_i \quad (2.11)$$

b. Menyesuaikan Kecenderungan Nilai Peramalan

- Jika FLR A_i berkomunikasi dengan A_j , dimulai dari *state* A_i saat waktu $t - 1$ sebagai $F(t - 1) = A_i$ dan membuat transisi naik ke *state* A_j pada waktu t , dimana ($i < j$)

$$D = \frac{l \times s}{2} \quad (2.12)$$

dengan

l = Panjang interval,

s = Banyaknya transisi maju

- Jika FLR A_i berkomunikasi dengan A_j , dimulai dari *state* A_i saat waktu $t - 1$ sebagai $F(t - 1) = A_i$ dan membuat transisi mundur ke *state* A_j pada waktu t , dimana ($i > j$)

$$D = -\left(\frac{l \times r}{2}\right) \quad (2.13)$$

dengan

l = Panjang interval,

r = Banyaknya transisi mundur

- Jika FLR A_i berkomunikasi dengan A_j dimana $i = j$ maka nilai kecenderungan hasil dari peramalan yaitu $D = 0$.

c. Menghitung Hasil Peramalan Akhir

Peramalan hasil akhir didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F'(t) = F(t) + D \quad (2.14)$$

dengan

$F'(t)$ = Hasil peramalan akhir,

$F(t)$ = Hasil peramalan awal

D = Nilai kecenderungan peramalan

d. Menghitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE adalah ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan dari hasil peramalan.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F'(t)|}{Y(t)} \times 100\% \quad (2.15)$$

dengan

n = Jumlah data historis

$Y(t)$ = Data aktual pada waktu t ,

$F'(t)$ = Nilai hasil peramalan akhir pada waktu t

e. Peramalan Periode Berikutnya

Tahap ini dapat dilakukan apabila model peramalan dengan menggunakan *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur mendapatkan kriteria baik. Berdasarkan website <https://dqlab.id/kriteria-jenis-teknik-analisis-data-dalam-forecasting> dapat dituliskan kriteria keakuratan sebuah pemodelan, sebagai berikut:

- Jika nilai MAPE < 10% maka kemampuan model peramalan sangat baik
- Jika nilai MAPE antara 10% - 20% maka kemampuan model peramalan baik.
- Jika nilai MAPE antara 20% - 50% maka kemampuan model peramalan layak.
- Jika nilai MAPE lebih dari 50% maka kemampuan model peramalan buruk.