PERAMALAN HARGA MINYAK MENTAH DUNIA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN*

SKRIPSI

Disusun Oleh

SITI NURLELA

H72219035

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	SITI NURLELA
NIM	:	H72219035
Program Studi	:	Matematika
Angkatan	:	2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PERAMALAN HARGA MINYAK MENTAH DUNIA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 04 Juli 2023

Yang menyatakan,

SITI NURLELA

NIM. H72219035

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama	:	SITI NURLELA
NIM	:	H72219035
Judul Skripsi	:	PERAMALAN HARGA MINYAK MENTAH DUNIA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I	Pembimbing II
Aris Fanani, M.Kom	Hani Khaulasari, S.Si, M.Si
NIP. 198701272014031002	NIP. 199102092020122011

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya

Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama	:	SITI NURLELA
NIM	:	H72219035
Judul Skripsi	:	PERAMALAN HARGA MINYAK MENTAH DUNIA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 04 Juli 2023

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I

Nurissaidah Ulinnuha, M.Kom
NIP. 199011022014032004

Penguji II

Lutfi Hakim, M.Ag
NIP. 197312252006041001

Penguji III

Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji IV

Hani Khaulasari, S.Si, M.Si
NIP. 199102092020122011

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Sunaryo Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Siti Nurlela
NIM : H72219035
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
E-mail address : sitinurlela1205@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☑ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PERAMALAN HARGA MINYAK MENTAH DUNIA MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 20 Juli 2023

Penulis

(Siti Nurlela)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

PERAMALAN HARGA MINYAK MENTAH DUNIA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN*

Harga minyak mentah sebagai salah satu pedoman terhadap perekonomian di dunia. Secara umum pengaruh dari harga minyak mentah ialah pendapatan dan permintaan, sedangkan harga minyak mentah sering kali mengalami naik turun.Sehingga peneliti melakukan penelitian terhadap peramalan harga minyak mentah dunia menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain.* Data yang digunakan merupakan data *time series* harga minyak mentah jenis Brent. WTI dan DBLC1 yang diambil dari (Id.investing). Penelitian ini diharapkan mampu meminimalisir terjadi perubahan bentuk dan mendapatkan peramalan yang sangat baik dalam nementukan harga minyak mentah dunia. Peramalan harga minyak mentah Brent, WTI dan DBLC1 dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* menghasilkan keakuratan peramalan lebih dari 98%. Sedangkan untuk nilai MAPE dari masing-masing jenis minyak mentah yaitu 1.23%, 1.18% dan 1%.

Kata kunci: Minyak Mentah, Harga Minyak Mentah *Fuzzy Time Series Markov Chain*.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

ABSTRACT

FORECASTING WORLD CRUDE OIL PRICES USINH THE MARKOV CHAIN FUZZY TIME SERIES METHOD

The price of crude oil is one of the guidelines for the economy in the world. In general, the influence of crude oil prices is income and demand, while crude oil prices often fluctuate. So the researchers conducted research on world crude oil price forecasting using the Fuzzy Time Series Markov Chain method. The date used is time series date for Brent, WTI, DBLC1 crude oil date taken from (Id.investing). This research is expected to be able to minimize shape changes and get very good forecasts in determining world crude oil prices. Brent, WTI and DBLC1 crude oil price forecasting using the Fuzzy Time Series Markov Chain method produces a forecasting accuracy of more than 98%. Meanwhile, the MAPE value of each type of crude oil is 1.23%, 1.18% and 1%.

Keywords: Crude Oil, Crude Oil Prices, Fuzzy Time Series Markov Chain

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . . **i**
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING . . . . . **ii**
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI . . . . . **iii**
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN . . . . . **iv**
MOTTO . . . . . **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN . . . . . **vi**
KATA PENGANTAR . . . . . **vii**
DAFTAR ISI . . . . . **ix**
DAFTAR TABEL . . . . . **xi**
DAFTAR GAMBAR . . . . . **xiii**
ABSTRAK . . . . . **xiv**
ABSTRACT . . . . . **xv**
I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Rumusan Masalah 10
1.3. Tujuan Penelitian 10
1.4. Manfaat Penelitian 10
1.5. Batasan Masalah 11
1.6. Sistematika Penulisan 11
II TINJAUAN PUSTAKA **13**
2.1. Harga Minyak Mentah Dunia 13
2.2. Peramalan 14
2.3. *Time series* 15
2.4. *Fuzzy Time Series* 18
2.5. Markov Chain 22
2.6. *Fuzzy Time Series Markov Chain* 23
2.7. Perhitungan Akurasi 26

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

2.8. Integrasi Keilmuan 27
2.8.1. Peramalan yang diperbolehkan islam 27
2.8.2. Peramalan yang di larang dalam islam 28
III METODE PENELITIAN 30
3.1. Jenis Penelitian 30
3.2. Jenis dan Sumber Data 30
3.3. Teknik Analisis Data 30
IV HASIL DAN PEMBAHASAN 33
4.1. Deskripsi Data 33
4.2. Pembentukan Model *Fuzzy Time Series Markov Chain* 37
4.3. Pengujian Model Fuzzy Time Series Markov Chain 68
4.4. Perhitungan Akurasi 75
4.5. Peramalan 76
4.6. Pembahasan Hasil Penelitian 81
4.7. Integrasi Keislaman 81
V PENUTUP 84
5.1. Kesimpulan 84
5.2. Saran 85
DAFTAR PUSTAKA 85

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

DAFTAR TABEL

2.1 Kriteria Nilai MAPE 26

4.1 Data Harga Minyak Mentah 33
4.2 D_{min} dan D_{max} masing-masing data 38
4.3 D_1 dan D_2 masing-masing data 39
4.4 Himpunan Semesta U masing-masing data 40
4.5 Panjang interval masing-masing data 42
4.6 Nilai Partisi Himpunan Semesta U masing-masing data 45
4.7 Nilai tengah masing-masing data 47
4.8 Data *Fuzzfikasi* 50
4.9 Data FLR 51
4.10 FLR Brent 52
4.11 FLR WTI 53
4.12 FLR DBLC1 54
4.13 Data hasil peramalan awal Brent 58
4.14 Data hasil peramalan awal WTI 59
4.15 Data hasil peramalan awal DBLC1 60
4.16 Data Penyesuaian Hasil Peramalan 61
4.17 Data hasil peramalan akhir Brent 63
4.18 Data hasil peramalan akhir WTI 64
4.19 Data hasil peramalan akhir DBLC1 65
4.20 Hasil peramalan data 25% Brent 69
4.21 Hasil peramalan data 25% WTI 70
4.22 Hasil peramalan 25% DBLC1 71
4.23 Perhitungan nilai akurasi menggunakan MAPE 76
4.24 Hasil Peramalan Brent 30 hari ke depan 77
4.25 Hasil Peramalan WTI 30 hari ke depan 78

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

4.26 Hasil Peramalan DBLC1 30 hari ke depan 79

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

DAFTAR GAMBAR

1.1 Perkembangan Harga Minyak Mentah 2

2.1 grafik pola data horizontal 16
2.2 grafik pola data *trend* 17
2.3 grafik pola data siklus 17
2.4 grafik pola data musiman 18

3.1 Diagram Alir Penelitian 31

4.1 Harga Minyak Mentah Brent 34
4.2 Harga Minyak Mentah WTI 35
4.3 Harga Minyak Mentah DBLC1 36
4.4 Data aktual dan hasil peramalan Brent data (75%) 66
4.5 Data aktual dan hasil peramalan WTI data (75%) 67
4.6 Data aktual dan hasil peramalan DBLC1 data (75%) 68
4.7 Data aktual dan hasil peramalan Brent data (25%) 72
4.8 Plot data aktual dan hasil peramalan WTI data (25%)) 73
4.9 Plot data aktual dan hasil peramalan DBLC1 data (25%) 74
4.10 Hasil peramalan harga minyak mentah Brent 78
4.11 Hasil peramalan harga minyak mentah WTI 79
4.12 Hasil peramalan harga minyak mentah DBLC1 80

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

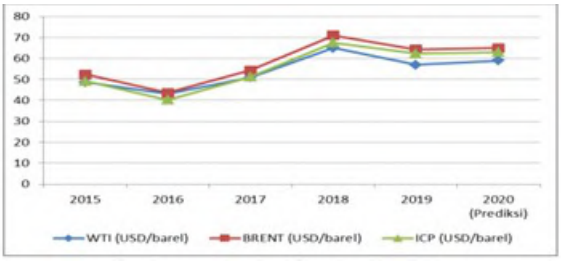
1.1. Latar Belakang Masalah

Minyak mentah menjadi satu di antara pendorong primer pada pertumbuhan ekonomi dan salah satu perhatian utama sebagian besar di dunia. Minyak mentah memainkan peran vital di pasar internasional atau dikenal sebagai darah industri. Sifat yang tidak dapat diperbarui dan banyak tiruannya seperti bensin menjadikan minyak mentah sebagai sumber daya strategi yang penting bagi berbagai negara. Hasil olahan dari minyak minyak mentah selama ini menjadi bahan bakar terpenting di dunia ini, terbukti dari sepertiga dunia mengkonsumsi energi minyak mentah. Minyak mentah juga memiliki peran sangat penting dalam bidang industri sebagai penyumbang persentase yang signifikan dalam konsumsi energi dunia yang menjadi salah satu faktor utama pada dunia politik dan hubungan internasional (Gupta and Nigam, 2020). Minyak mentah menjadi faktor terbesar dari perekonomian dunia. Perubahan secara aktual terhadap harga minyak mentah dapat menguntungkan produsen dan konsumen (Miao et al., 2017; Naderi et al., 2019). Di pasar keuangan, harga minyak mentah sering berfluktuasi, yang dipengaruhi oleh faktor – faktor seperti spekulasi, peristiwa geopolitik, dan kekurangan pasokan. Dengan melihat kembali variansi harga minyak mentah dari akhir abad ke-20 hingga awal abad ke-21, tren kenaikan secara keseluruan mengalami keadaan besar-besaran. Kenaikan harga minyak memiliki pengaruh besar terhadap dunia perekonomian. Dari perspektif makro, ini merupakan faktor

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

penting yang dapat mempengaruhi PDB (Produk Domestik Bruto) banyak negara. Permasalahan yang terjadi ini juga merupakan pilar penting ekonomi nasional bagi negara – negara penghasil minyak (Xi et al., 2019; Nonejad, 2019).

Salah satu negara penghasil minyak adalah negara Indonesia dimana negara ini memiliki hasil tambang yang melimpah salah satunya ialah minyak. Industri perminyakan di Indonesia sudah lama berjalan, setelah 73 tahun merdeka sumber energi utama Indonesia tidak banyak berubah dengan tetap mengandalkan bahan bakar fosil ini. Bahan bakar fosil yang paling banyak digunakan di Indonesia didominasi oleh bahan bakar minyak dengan persentase sebesar 33.8%, bahan bakar gas sebesar 23.9% , bahan bakar batu bara sebesar 34.6% dan 7.7% berbasis energi terbarukan (He et al., 2019). Negara Indonesia untuk saat ini mengalami kesenjangan antara produksi dan konsumsi minyak mentah. Negara mengalami kesulitan dalam mencukupi kebutuhan konsumsi minyak mentah yang dibutuhkan. Banyak dari masyarakat di Indonesia yang beranggapan Indonesia masih memiliki minyak yang melimpah. Pada tahun 2014 akhir negara Indonesia memiliki cadangan minyak sekitar 0.2% atau kurang lebih 3.7 miliar barel dari jumlah cadangan minyak pada dunia. Produksi setiap hari di negara Indonesia sebesar 1% dari jumlah produksi dunia atau 852 ribu barel, sedangkan untuk jumlah dari konsumsi sebesar 1.8% dari jumlah konsumsi dunia atau 1,6 juta barel (Setiyowati et al., 2018). Harga dari minyak mentah juga dipengaruhi oleh jumlah produksi.



Gambar 1.1 Perkembangan Harga Minyak Mentah

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat pada tahun 2015 sektor industri minyak mentah mencapai USD 49.2 setiap barel, sedangkan pada tahun 2016 mengalamai penurunan mencapai USD 30 setiap barel. Pada tahun 2016 terjadi pengurangan yang diakibatkan oleh penemuan *shale oil* pada Amerika Serikat dan Kanada serta kebijakan OPEC (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*) dalam mempertahankan tingkat dari produksi minyak mentah, sehingga permintaan minyak mentah dunia mengalami penurunan. Minyak mentah dunia mengalami peningkatan dan pemulihan kembali pada tahun 2017, peningkatan ini berlanjut hingga tahun 2018 hingga mencapai USD 77 setiap barel. Harga minyak mentah dunia mengalami penurunan kembali pada tahun 2019 yang disebabkan oleh pertumbuhan ekonomi global. Pada bulan Juli 2019 harga minyak mentah dunia mencapai USD 61 sampai 63 setiap barel. Minyak mentah juga mengalami penurunan di tahun 2020 jika dibandingkan dengan tahun 2019. Pemerintahan minyak dunia pada tahun 2020 mengalami penurunan konsumsi produksi permintaan mencapai 500.000 barel per hari menjadi 100.1 juta barel per hari, sehingga permintaan minyak mentah dunia mengalami penurunan mencapai 250.000 barel setiap hari menjadi 100.89 juta barel per hari. Sektor industri minyak mentah dunia pada bulan Mei 2020 USD 25.67 setiap barel. Penurunan yang terjadi dari tahun 2019 sampai 2020 terjadi karena kondisi pandemi *covid 19*. Pemakaian minyak mentah dunia sekarang diperkirakan kurang lebih 95 juta barel disetiap harinya (Dahiri, 2020).

Dampak dari pandemi terhadap harga minyak mentah dunia ialah turunnya permintaan dalam pasar dunia dan untuk permintaan mengalami kemerosotan. Secara umum, permintaan minyak menurun diakibatkan oleh *lockdown* yang berlangsung di seluruh dunia dan mempersulit pergerakan masyarakat secara

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

drastis. Pada kejadian permintaan minyak mengalami penurunan secara drastis hingga penurunan tersebut mencapai 30-40% maka penurunan tersebut tidak diikuti dengan penurunan produksi. Setelah masa pandemi telah usai harga minyak mentah dunia mengalami pemulihan kembali sebab perekonomian mulai pulih. Hingga perang antara Rusia dan Ukraina yang memicu kembali krisis energi sehingga harga minyak menetah mengalami kenaikan tertinggi setelah pandemi. Akibat dari perang tersebut pada awal tahun 2022 mengalami peningkatan tertinggi dibandingkan dengan beberapa tahun terakhir. Perang ini mengakibatkan kekacauan dalam rantai pasok minyak dunia yang sebabkan negara Rusia merupakan salah satu negara penghasil minyak terbesar di dunia. Sehingga harga minyak mentah dunia jenis Brent mencapai USD 133.09 setiap barel dan minyak mentah WTI mencapai USD 123.70 setiap barelnya. Bukan hanya minyak mentah jenis Brent dan WTI yang berdampak dari perang Rusia dan Ukraina, minyak mentah jenis DBCL1 (Dubai Crude Oil) yang berasal dari negara salah satu penghasil minyak terbesar di dunia yaitu negara Dubai juga menjadi dampak kenaikan harga minyak mentah. Beberapa negara yang mengimpor minyak mentah menyatakan mengalami krisis energi dan kenaikan jumlah utang serta inflansi sebagaimana harga minyak mentah tinggi menyebabkan harga barang yang lainnya mengalami kenaikan juga (Andriyani and Budiman, 2021).

Pada akhir tahun 2022 harga minyak mentah berangsur turun ke level terendah bahkan lebih kecil dibandingkan dengan harga minyak mentah di awal tahun. Anjloknya harga minyak tersebut disebabkan oleh para investor meninggalkan pasar sebab gejolak dan ketidakpastian ekonomi. Selain itu, aktivitas sektor jasa di negara China juga mencapai titik terendah pada enam bulan terakhir. Ekonomi Eropa juga menghambat sebab tingginya biaya energi dan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

kenaikan suku bunga. Kini, harga minyak mentah terus berfluktuasi pada kisaran USD 80 setiap barel (Dimasti, 2022). Keadaan yang terjadi dalam kasus ini mempengaruhi volalitas harga minyak mentah secara signifikan.

Volalitas harga minyak mentah ditambah dengan inflansi sangat mempengaruhi pembiayaan individu, perusahaan dan keputusan instansi sehingga menyebabkan kerusakan pembangunan ekonomi dunia. Oleh karena itu, penting untuk memitigasi risiko volalitas harga minyak mentah dengan menganalisis metrik terkait pengaruh peramalan harga minyak mentah. Peramalan harga merupakan proses yang mudah, tetapi hasil yang didapatkan dari kegiatan peramalan dengan menggunakan langkah tradisional tidak seakurat yang sebenarnya sebab ada faktor yang menjelaskan mengenai pergerakan harga. Sedangkan bentuk data dari harga minyak mentah sendiri berupa data deret waktu nonlinier dan sangat fluktuatif. Faktor - faktor dalam peramalan harga minyak mentah dan mengidentifikasi bahwa faktor – faktor memiliki pengaruh dan dampak yang besar selama periode tersebut. Seiring perkembangnya lingkungan saat ini, pendekatan tradisional untuk peramalan harga mungkin tidak memenuhi tujuan dari hasil keakuratan yang diharapkan. Oleh sebab itu beberapa peneliti yang telah mencoba untuk meramalkan harga dengan menggunakan pendekatan tradisional tidak berhasil memberikan hasil yang akurat dalam peramalan mereka (Lu et al., 2021). Sehingga memprediksi harga minyak mentah merupakan tugas yang menantang.

Sebagai makhluk ciptaan Allah Swt., manusia hanya mampu memiliki rencana yang akan datang, tetapi hanya Allah Swt. Yang maha mengetahui dan menentukan apa yang terjadi. Di era pengetahuan saat ini, manusia pasti menggunakan pengetahuan dan teknologi untuk memprediksi atau mengestimasi

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

kejadian di masa yang akan datang. Hal tersebut bertujuan untuk berjaga-jaga apabila terjadi hal yang di luar dugaan, seperti tidak menghabiskan harta bendanya hanya untuk bersenang-senang dan selalu menyimpan untuk keadaan yang sulit seperti yang dijelaskan dalam QS. Yusuf (12) ayat 47-49.

قَالَ تَزْرَعُوْنَ سَبْعَ سِنِيْنَ دَاَبًاۚ فَمَا حَصَدْتُّمْ فَذَرُوْهُ فِيْ سُنْۢبُلِهٖٓ اِلَّا
قَلِيْلًا مِّمَّا تَأْكُلُوْنَ ٤٧ ثُمَّ يَأْتِيْ مِنْۢ بَعْدِ ذٰلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَّأْكُلْنَ مَا
قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ اِلَّا قَلِيْلًا مِّمَّا تُحْصِنُوْنَ ٤٨ ثُمَّ يَأْتِيْ مِنْۢ بَعْدِ ذٰلِكَ عَامٌ
فِيْهِ يُغَاثُ النَّاسُ وَفِيْهِ يَعْصِرُوْنَ ٤٩

Artinya : *"Dia (Yusuf) berkata, "Agar kamu bercocok tanam tujuh tahun (berturut-turut) sebagaimana biasa; kemudian apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan di tangkainya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian setelah itu akan datang tujuh (tahun) yang sangat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari apa (bibit gandum) yang kamu simpan. Setelah itu akan datang tahun, dimana manusia diberi hujan (dengan cukup) dan pada masa itu mereka memeras (anggur)"* (QS.Yusuf : 47-49).

Dalam ayat tersebut menjelaskan bahwa estimasi di masa mendatang sangat dibutuhkan dan tidak menghabiskan apa yang dimiliki. Dengan menyimpan persediaan, seperti harta benda, makanan, dan lain sebagainya dengan tujuan untuk menghadapi masa yang sulit karena manusia tidak mengetahui apa yang akan terjadi disuatu saat.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Peramalan ialah metode yang dapat digunakan dalam memprediksi suatu kejadian mendatang berdasarkan data yang ada. Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode ilmiah yang sistematis, sehingga diharapkan dapat mendekati hasil yang sesungguhnya (Nur Budiman, 2021). Salah satu metode peramalan harga minyak mentah yang dapat digunakan adalah metode *time series*. Metode *time series* ialah metode kuantitatif yang berdasarkan dengan data runtut waktu di masa lampau dan saat ini yang dimanfaatkan untuk pengambil keputusan di masa mendatang. Pada metode *time series* terdapat sejumlah pilihan metode yang dapat digunakan dalam peramalan, seperti metode *naïve*, metode *average*, *Smoothing*, ARIMA, tetapi metode-metode tersebut memerlukan data runtut waktu dengan sampel besar, asumsi-asumsi yang harus terpenuhi, kenormalan dan independen yang cukup besar berbentuk historis dengan nilai besar dan juga persyaratan yang harus terpenuhi, kestasioneran dan asumsi white noise. Pada data harga minyak mentah berbentuk makro ekonomi sehingga menyebabkan data tidak stasioner dan tidak homogen sehingga memerlukan alternatif metode lainnya untuk menyelesaikan peramalan harga minyak mentah (Muhammad et al., 2021). Alternatif yang dapat dilakukan sebagai penyelesaian masalah dari harga minyak mentah dapat dilakukan dengan melihat tren minyak mentah tersebut dengan metode time series *fuzzy time series*.

Metode *fuzzy time series* ialah peramalan yang memakai data himpunan *fuzzy* untuk dasar dari pemodelan peramalan. *Fuzzy time series* merupakan peramalan yang mengelola pola data masa lampau digunakan dalam meramalkan data mendatang. Kelebihan dari metode *fuzzy time series* adalah tidak membutuhkan jumlah data historis (data sebelumnya) pada jumlah yang banyak dan juga tidak membutuhkan asumsi-asumsi pada kegiatan peramalan (Ekananta

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

et al., 2018). *Fuzzy time series* adalah metode peramalan yang memakai kecerdasan buatan dalam mengelolah data aktual yang dibuat dalam nilai-nilai linguistik atau lebih dikenal sebagai himpunan *fuzzy* (Sarah and Widya, 2017). Metode *fuzzy time series* merupakan metode yang memakai data berupa himpunan *fuzzy* dimana data berawal dari bilangan *real* atas himpunan semesta dalam data aktual. Manfaat dari himpunan *fuzzy* adalah sebagai pengganti dari data masa lampau (historis) yang hendak dilakukan peramalan, sehingga peramalan *fuzzy time series* tidak membutuhkan data masa lalu (historis) untuk jumlah data banyak (Elfajar et al., 2017). Metode *fuzzy time series* memiliki beberapa perkembangan hingga saat ini.

Salah satu metode perkembangan dari *fuzzy time series* adalah *fuzzy time series markov chain*. Metode *markov chain* merupakan sebuah cara dalam perhitungan yang biasa digunakan untuk melakukan pemodelan bermacam-macam kondisi. Suatu metode yang sifat-sifat suatu variabel di masa yang akan datang berdasarkan sifat-sifat di masa sekarang dan masa lalu disebut dengan analisis *markov chain*. Perbedaan metode *fuzzy time series markov chain* dengan motode *fuzzy time series* yang lain yaitu dalam menentukan FLR (*Fuzzy Logical Relationship*) dengan memasukkan semua hubungan dan pembobot berdasarkan pada urutan dan perulangan *Fuzzy Logical Relationship* yang sama, kemudian perhitungan nilai penyesuaian pada hasil peramalan. Sedangkan kelebihan dari metode *fuzzy time series markov chain* ialah dapat meminimalkan terjadi kesalahan *error* dan didapatkan hasil peramalan yang akurat (Saira and Moh, 2020). Metode *fuzzy time series markov chain* dapat digunakan dalam membentuk model peramalan dengan relatif mudah dan kinerja peramalan yang dihasilkan akurat. Metode *fuzzy time series markov chain* juga menghasilkan hasil peramalan pada

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

periode berikutnya lebih akurat, oleh sebab itu data yang dibutuhkan harus selalu *real time* dan *up to date* (Dina and Sugiman, 2021). Berdasarkan metode tersebut telah banyak peneliti yang menggunakan dalam penelitiannya. Berikut ini para peneliti yang menggunakan metode *fuzzy time series markov chain* beserta validasi (kelayakan) model atau metode dengan menggunakan MAPE (*Mean Percentage Error*).

Penelitian terdahulu yang terkait dengan Metode *fuzzy time series markov chain* dengan studi permasalahan peramalan nilai pembuatan pemotongan ayam yang menghasilkan nilai *error* MAPE adalah 1.16% (Desy Ika Puspitasari and Mochammad Arif Afianto, 2017). Penelitian selanjutnya memakai metode *fuzzy time series markov chain* tentang prediksi nilai *close* saham, yang menghasilkan hasil nilai MAPE 3.48% tergolong kategori sangat baik (Safitri et al., 2018). Penelitian selanjutnya mengenai harga saham indeks LQ45 dengan membandingkan metode *fuzzy time series markov chain* dan modifikasi *double exponential smoothing* yang mendapatkan hasil akurasi dari masing-masing metode adalah 2.18% dan 2.36% (Hadinagara and Noeryanti, 2019). Penelitian berikutnya perbandingan kualitas ketepatan metode *fuzzy time series markov chain* dengan *fuzzy time series chen average* dimana masing-masing mendapatkan nilai *error* MAPE 7.76% dan 7.95%, maka dapat dilihat bahwasanya metode *fuzzy time series markov chain* menghasilkan nilai lebih akurat dibandingkan metode prediksi *fuzzy time series chen average* (Yanti et al., 2022).

Berdasarkan penelitian tersebut, metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* mempunyai kualitas ketepatan yang sangat baik pada hasil peramalan dan nilai *error* rendah di antara metode-metode yang telah dibandingkan pada penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

mengenai Peramalan Harga Minyak Mentah Dunia Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Penelitian ini penting dilakukan karena mengingat harga minyak sering mengalami fluktasi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan pada latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil dari peramalan harga minyak mentah dunia dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*?
2. Bagaimana tingkat akurasi peramalan harga minyak mentah dunia dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari beberapa rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan yang ingin dicapai yaitu:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

1. Mendapatkan hasil peramalan harga minyak mentah dunia dengan memakai metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*.
2. Mendapatkan akurasi peramalan harga minyak mentah dunia dengan memakai metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada banyak pihak.

1. Secara Teoritis

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

(a) Bagi Penulis

Manfaat bagi penulis yaitu dapat digunakan sebagai satu proses pembelajaran terkait penulisan dan penyelesaian masalah secara runtut dan sistematis serta dapat menambah wawasan tentang mata kuliah statistika mengenai peramalan.

(b) Bagi Pembaca

Manfaat bagi pembaca yaitu dapat digunakan sebagai referensi keilmuan di bidang peramalan atau bahan pengambilan keputusan pembaca dan juga memberikan kontribusi bagi pengembangan dan penerapan matematika dalam mata kuliah statistika.

2. Secara Praktis

Penelitian ini berharap dapat membantu untuk mengilustrasikan untuk menentukan kebijakan yang dapat diambil untuk kedepannya dalam permasalahan harga minyak mentah dunia.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini ialah hanya berfokus dalam data harga penutupan harga minyak dunia pada hari kerja saja, mulai tanggal 3 Januari 2021 hingga tanggal 6 April 2023. Pada penelitian ini menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain* orde satu.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa bagian berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian,

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

batasan masalah dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

   Dalam bab ini terdiri dari tinjauan pustaka yang mendukung judul penelitian ini. Pada kajian teori penulis juga mencantumkan ketetapan yang dijadikan referensi dalam pembahasan penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

   Bab ini berisi tentang metode penelitian, yang di dalamnya meliputi jenis penelitian, jenis dan sumber data serta teknik analisis data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

   Pada bab ini berisi tentang isi dan pembahasan yang diperoleh dari permasalahan terkait dengan peramalan harga minyak mentah dunia dengan memakai metode *fuzzy time series markov chain*.

5. BAB V PENUTUP

   Berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Harga Minyak Mentah Dunia

Minyak mentah memiliki pengaruh yang sangat besar dalam dunia perekonomian dalam suatu negara. Dimana harga minyak mentah dunia dapat dinilai menggunakan nilai spot bursa minyak. Minyak mentah dunia yang sering diperdagangkan di dunia ialah minyak mentah jenis Brent blend, WTI dan (*West Texas Intermediate*) dan DBLC1 (Dubai Crude). Sedangkan alat tukar dalam menentukan harga minyak mentah yang digunakan serta diakui pada kurs dollar ialah barel dimana setara 158.98 liter, sebagaimana standar pada barel telah resmi memakai ISO 9001:2000 (Safitri et al., 2018). Minyak mentah jenis Brent blend dan WTI (*West Texas Intermediate*) sama-sama berasal dari Amerika Serikat sehingga memiliki perbedaan yang tidak terlalu banyak. Sedangkan untuk minyak mentah jenis DBLC1 (Dubai Crude) sendiri berasal dari salah satu negara terbesar penghasil minyak yaitu negara Dubai. Tetapi pada umumnya minyak mentah dunia menggunakan WTI (West Texas Intermediate) sebagai standar. Pada sistem perdagangan minyak mentah WTI (*West Texas Intermediate*) ialah minyak mentah yang mempunyai taraf terbaik. Di antara harga dari minyak mentah OPEC dan *Brent blend* harga minyak mentah WTI (West Texas Intermediate) memiliki tingkat harga sangat tinggi (Zaccheaus and Ajuwon, 2019). Sebab minyak mentah WTI (*West Texas Intermediate*) memiliki keistimewaan pada kadar API *gravity* (*linght*) dan rendah sulfur (*sweet*), sehingga minyak mentah WTI (*West Texas*

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Intermediate) dinyatakan sebagai acuan dalam kegiatan produksi pada produk bensin yang rendah sulfur dan diesel rendah belerang. Minyak mentah WTI (*West Texas Intermediate*) yang memiliki kualitas tinggi, maka permintaannya tertinggi dibandingkan jenis minyak mentah lainnya. Hal tersebut mengakibatkan harga dari WTI (*West Texas Intermediate*) sebagai refensi harga minyak pada perdagangan minyak mentah dunia (Gusti and Luh, 2018).

2.2. Peramalan

Peramalan adalah kegiatan untuk memprediksi insiden di masa mendatang yang dapat diterima dengan akal dengan menggunakan data masa lalu yang signifikan, sehingga didapatkan hasil yang tepat. Peramalan dapat dilakukan dengan metode sistematis dan terencana sehingga memungkinkan memperoleh suatu analisis yang semakin berkembang (Admirani, 2018). Peramalan merupakan dasar dalam langkah pengambilan keputusan yang disesuaikan berdasarkan karakteristik untuk setiap metode dan juga skema dari rancangan peramalan. Latar belakang dari peramalan telah mengalami perkembangan pada beraneka pemilihan waktu dalam peramalan, dapat dilihat pada pola di antara data dan menentukan hasil peramalan yang sesuai dengan data sesungguhnya. Peramalan diharapkan sebagai metode yang mampu untuk menumbuhkan keyakinan dalam tingkat kepercayaan pada kesalahan yang telah diuji baik secara ilmiah kualitatiif maupun kuantitatif. Pada umumnya peramalan dikelompokkan menjadi beberapa sudut pandang dan aspek. Paramalan yang dilihat dari batas waktu dalam peramalan dibedakan tiga macam, yaitu (Wiharja and Ningrum, 2020):

1. Peramalan untuk kurun waktu singkat

   Peramalan untuk kurun waktu singkat ialah peramalan yang membutuhkan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

waktu sekitar satu tahun mendatang atau kurun waktu satu tahun sebagai teknik pengambilan keputusan yang terkait dengan hal perkiraan, sebagaimana contohnya adalah penghasilan, wajib dan tidaknya *overtime*, dan lain-lain.

2. Peramalan untuk kurun waktu menengah

   Peramalan untuk kurun waktu menengah ialah peramalan dalam kurun jangka waktu satu tahun sampai batas waktu lima tahun mendatang menjadi teknik pengambilan keputusan terkait dengan hal perkiraan, sebagai contohnya ialah perihal perencanaan pada anggaran, menentukan anggaran produksi, dan lain-lain.

3. Peramalan untuk kurun waktu lama

   Peramalan untuk kurun waktu lama ialah peramalan yang membutuhkan waktu lebih dari lima tahun yang akan datang sebagai teknik pengambilan keputusan terkait perkiraan, sebagaimana contohnya adalah mengenai studi kelayakan pada pabrik dan pengeluaran anggaran.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

2.3. *Time series*

Time series atau lebih dikenal dengan deret waktu adalah data yang dibuat berlandaskan pada runtutan waktu yang tepat baik dalam rentang waktu bulanan, mingguan, harian dan sebagainya. Dari deret waktu tersebut, nantinya akan dianalisis pola datanya dari data sebelumnya yang telah diketahui, sedemikian sehingga terbentuk suatu model. Dari model tersebut, dapat dipilih menjadi pendukung dalam pembuatan keputusan dan juga peramalan kejadian di masa mendatang. Teknik dalam *time series* yang bisa dimanfaatkan untuk peramalan ialah teknik pemulusan (*smoothing*) yang di dalamnya terdapat metode rata-rata

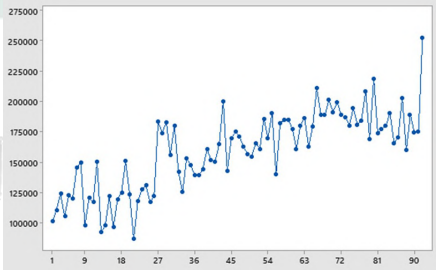
digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

bergerak, rata-rata kumulatif, dan juga metode *expenential smoothing*. Selain teknik *smoothing* terdapat teknik *box-jenkins* yang mana menggunakan model matematik sedemikian sehingga memperoleh hasil peramalan untuk kurun waktu singkat dan juga metode peramalan *trend* dengan memakai regresi (Dwi et al., 2017).

Proses analisis *time series* dipengaruhi oleh empat utama ialah:

1. *Time series* pola data horizontal

   Time series dengan pola data horizontal ialah pola data yang mendapati data fluktuasi dengan kisaran nilai rata-rata stabil. Pola data ini dapat digunakan dalam kegiatan yang tidak mengalami penurunan atau kenaikan pada batas waktu khusus, maka akan memperoleh bentuk horizontal (Setiawan et al., 2020).

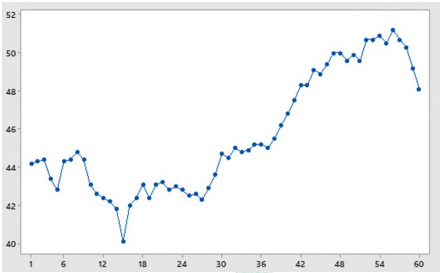


Gambar 2.1 grafik pola data horizontal

2. *Time series* pola data *trend*

   Time series dengan bentuk data *trend* ialah bentuk pola yang memiliki kenaikan atau penurunan secara kontinu pada jarak waktu yang cukup lama. Pada pola data ini akan digunakan tidak stasioner. Sehingga dibutuhkan transformasi jika akan digunakan agar data mengalami stasioner (Setiawan et al., 2020).

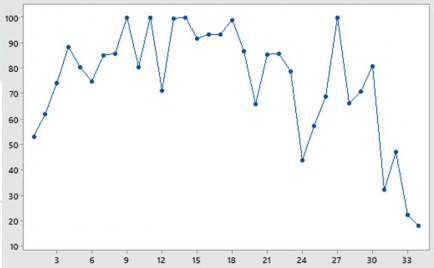
digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 2.2 grafik pola data *trend*

3. *Time series* pola data siklus

   Time series pola data siklus adalah data yang memiliki pengaruh dari pengulangan berupa peningkatan atau penurunan secara terus menerus. Pola data siklus ini dapat digunakan dalam proses peramalan pada hasil peramalan menengah (Setiawan et al., 2020).



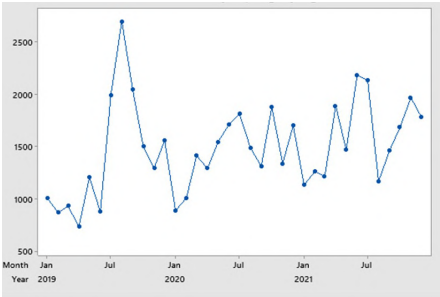
Gambar 2.3 grafik pola data siklus

4. *Times series* pola data musiman.

   Time series pola data musiman adalah bentuk pola data yang dimiliki akibat dari fluktuasi berulang dari waktu ke waktu. Pada pola data ini dipengaruhi beberapa faktor di antaranya setiap hari, mingguan, bulanan, maupun tahunan (Setiawan et al., 2020).

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 2.4 grafik pola data musiman

2.4. *Fuzzy Time Series*

Metode FTS (*Fuzzy Time Series*) diperkenalkan pada tahun 1993 oleh dua orang matematikawan, yaitu Song dan Chissom. Metode ini merupakan teknik peramalan dengan pendekatan konsep logika *fuzzy* yang menggunakan variabel linguistik (*fuzzy*) menjadi standar dalam kejadian mendatang (Rifki et al., 2020; Muhammad, 2018). Dalam praktiknya, metode ini terdapat proses fuzzyfikasi yang memiliki keunggulan, salah satunya adalah mengkonversi variabel numerik menjadi variabel linguistik (*fuzzy*) (Pambudi et al., 2018). Sehingga metode FTS (*Fuzzy Time Series*) ini sangat cocok digunakan dalam peramalan menggunakan data aktual yang disusun pada hasil linguistik. Adapun rincian langkah-langkah metode FTS (*Fuzzy Time Series*) adalah sebagai berikut (Arnita et al., 2020):

Langkah pertama: Memastikan himpunan semesta U, dimana himpunan semesta U adalah kumpulan dari data historis. Sebelum menentukan himpunan semesta U maka perlu mencari nilai minimum dalam data (D_{min}) dan nilai maksimum dalam data (D_{max}), dan bilangan (D_1, D_2) yang positif maka selanjutnya dapat dimasukkan pada peramalan 2.1.

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \tag{2.1}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Langkah kedua: Menentukan jumlah pias himpunan semesta U. Langkah dalam menentukan jumlah partisi semesta U dengan membagi dari beberapa bagian dengan nilai n (interval) yang sama. Tujuan dari langkah ini untuk menggolongkan data yang sesuai dengan kelasnya. Pada pencarian jumlah partisi himpunan semesta U dapat menggunakaan rumus *Sturges*.

$$n = 1 + 3.322 \log(N) \tag{2.2}$$

Dimana n adalah banyaknya partisi dan N banyaknya data historis. Cara dalam menetapkan panjangnya interval maka dapat menggunakan persamaan 2.3

$$()l = \frac{(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)}{n} \tag{2.3}$$

Setelah didapatkan panjang interval, maka untuk setiap interval bisa didefinisikan dengan persamaan 2.4.

$$\begin{aligned}
u_1 &= [D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + l] \\
u_2 &= [D_{min} - D_1 + l; D_{min} - D_1 + 2l] \\
u_3 &= [D_{min} - D_1 + 2l; D_{min} - D_1 + 3l] \\
u_4 &= [D_{min} - D_1 + 3l; D_{min} - D_1 + 4l] \\
&\vdots \\
u_i &= [D_{min} - D_1 + (n-1)l; D_{min} - D_1 + nl]
\end{aligned} \tag{2.4}$$

Dengan

D_{min} = nilai minimum data

D_1 = bilangan positif

nilai i = 1,2,3,...,n

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Langkah selanjutnya setiap interval dapat dihitung nilai tengah dengan persamaan 2.5.

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

Dengan:

d_n: Batas interval minimum

$d_(n+1)$: Batas interval maksimum

Langkah ketiga : langkah ini merupakan langkah menentukan *fuzzy* set A dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A_j = \sum_{i=1}^{n} \frac{\mu_j u_i}{u_i} \tag{2.6}$$

Dengan μ_j ialah fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* A_j dalam setiap interval u_i. Dimana nilai i=1,2,3,. . . ,n dan untuk $0 < \mu_j < 1$. Adapun syarat perlu dan cukup penentuan nilai keanggotaan pada μ_j:

$\mu_j(u_i)$ = 1; j=i

$\mu_j(u_i)$ = 0.5; j=i-1, j= i+1

$\mu_j(u_i)$ = 0;lainnya

Dari persamaan 2.6 diatas didapatkan himpunan *fuzzy* dari A_j dimana nilai

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

i=1,2,3,. . . ,n, sehingga dapat diartikan sebagaimana persamaan 2.7.

$$
\begin{aligned}
A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + ... + \frac{0}{u_i} \\
A_2 &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + ... + \frac{0}{u_i} \\
A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + ... + \frac{0}{u_i} \\
&\vdots \\
A_j &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + ... + \frac{0.5}{u_{i-1}} + \frac{1}{u_i}.
\end{aligned}
\tag{2.7}
$$

Langkah keempat: langkah ini merupakan fuzzifikasi, berdasarkan hasil yang diperoleh dari himpunan *fuzzy* proses fuzzifikasi memiliki tujuan dalam mengubah data numerik ke nilai linguistik. Cara yang digunakan pada langkah ini dengan mengelompokkan data pada himpunan yang sudah dibuat sebelumnya.

Langkah kelima: pada langkah ini ialah menentukan FLR (*Fuzzy Logic Relationship*). Dimana langkah kelima ini memakai keterkaitan di antara data yang satu dengan data selanjutnya untuk membuat himpunan kabur A dengan notasikan $A_i \rightarrow A_j$. Dimana A_i merupakan keadaan saat ini (*current state*) dan A_j keadaan selanjutnya (*next state*).

Langkah keenam: langkah ini menentukan FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*). Cara untuk menentukan FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) setelah mendapatkan nilai dari keterkaitan dari data satu dengan data selanjutnya maka dikelompokkan dengan cara *current state* konstan.

Langkah ketujuh: pada langkah ini merupakan defuzzifikasi, ketika hasil dari FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) A_i adalah himpunan kosong ($A_i \rightarrow \varnothing$) sehingga untuk nilai peramalan ditentukan dari hasil tengah u_i dimana $F_t = m_i$. Ketika FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) A_i adalah satu ($A_i \rightarrow A_k$)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

sehingga untuk nilai peramalan didapatkan dari nilai tengah u_k dimana $F_t = m_k$. Sedangkan untuk FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) untuk A_i ialah relasi satu ($A_i \rightarrow A_1, A_2, ..., A_j$) sehingga untuk nilai dari peramalan didapatkan seperti persamaan 2.8 (Sugumonrong et al., 2019).

$$F_t = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + ... + m_j}{j} \tag{2.8}$$

2.5. Markov Chain

Markov chain atau rantai *markov* adalah proses stokastik yang menggabungkan model matematika untuk menggambarkan peristiwa di masa yang akan datang dimana peluang atau probabilitas dari terjadinya peristiwa ditentukan oleh peristiwa sebelumnya (Kurniawan, 2018). *Markov Chain* memiliki ikatan yang erat dengan matriks probabilitas transisi, adapun kondisi dari transisi ialah perubahan dari peristiwa satu dengan peristiwa yang terjadi pada periode berikutnya. Probabilitas ialah hasil dari metode transisi yang dipilih secara acak (Rizanti and Soehardjoepri, 2017). Probabilitas transisi yang dimisalkan P, sehingga matriks probabilitas dapat disimbolkan sebagai berikut:

$$P = [P_{ij}]_{n \times n} \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix} \tag{2.9}$$

Dengan ketentuan $\sum_{j=1}^{n} P_{ij} = 1$, dimana $P_{ij} \geq 0$ dan P_{ij} adalah peluang dari salah satu peristiwa dengan peristiwa yang akan datang dengan menggunakan persamaan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i} \tag{2.10}$$

Dimana, i dan j=1,2,...,n

Penjelasan: P_{ij} : Peluang transisi pada peristiwa masa lalu dan peristiwa yang akan datang.

M_{ij} : Banyaknya transisi dari peristiwa masa lalu dan peristiwa yang akan datang.

M_i : Banyaknya peristiwa yang telah terjadi sebelumnya.

2.6. *Fuzzy Time Series Markov Chain*

Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* adalah metode gabungan dari *fuzzy time series* dan model *markov chain* yang digunakan pada peramalan. Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* pertama kali diperkenalkan oleh R.C.Tsaur pada tahun 2012. Hasil yang didapatkan dari metode ini termasuk baik dalam data yang memiliki ukuran sampel kecil dan dasar perhitungan pada peramalan menggunakan matriks probabilitas (Bintang et al., 2019). Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat diselesaikan dengan beberapa cara, sebagaimana cara pertama untuk penelitian menggunakan metode ini ialah menentukan himpunan semesta U melalui persamaan 2.1. Langkah kedua dengan persamaan 2.2 hingga persamaan 2.5 dapat menentukan jumlah dari partisi himpunan semesta U, panjang interval dan nilai tengah. Langkah ketiga dengan persamaan yang didapatkan yaitu persamaan 2.6 dan 2.7 maka dapat ditentukan *fuzzy* set A. Langkah keempat merupakan fuzzifikasi. Langkah kelima yaitu menentukan FLR (*Fuzzy Logic Relationship*). Sedangkan untuk langkah keenam menentukan FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) yang didasari oleh nilai *fuzzy logic relationship*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

(FLR). Langkah ketujuh, pada langkah ini setelah didapatkan nilai dari FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) maka selanjutnya menentukan matriks probabilitas transisi. Persamaan dari 2.9 merupakan bentuk dari matriks probabilitas transisi yang dapat memakai persamaan 2.10 dalam mendapatkan elemen-elemen pada matriks probabilitas transisi. Langkah kedelapan adalah menentukan defuzzifikasi hasil peramalan dari matriks probabilitas yang diperoleh dengan menggunakan tiga cara. Cara pertama merupakan peramalan awal, ketika *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG) dalam A_i ialah himpunan kosong ($A_i \rightarrow \varnothing$) hasil yang diperoleh pada peramalan merupakan hasil dari nilai tengah u_i.

$$F_t = m_i \tag{2.11}$$

Dimana m_i adalah hasil tengah dari u_i Ketika *Fuzzy Logical Relationship Grup* (FLRG) dalam A_i adalah hubungan satu-satu ($A_i \rightarrow A_k$) sehingga nilai dari peramalan yang diperoleh ialah hasil dari u_k sebagai berikut

$$F_t = (P_{ik} m_k) = m_k \tag{2.12}$$

Dimana P_{ik} = 1 dan m_k adalah nilah tengah u_k

Ketika *Fuzzy Logical Relationship Grup* (FLRG) dalam A_i adalah hubungan dari satu ke banyak $A_i \rightarrow A_1, A_2, ..., A_j$ sehingga nilai dari peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan cara sebagai berikut:

$$F_t = m_i P_{i1} + m_2 P_{i2} + ... + m_{i-1} P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)} P_i + m_{i+1} P_{i(i+1)} + ... + m_n P - ij \tag{2.13}$$

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Dimana $Y_{(t-1)}$ adalah data yang sesungguhnya dalam (t-1)

Cara kedua adalah menyesuaikan hasil yang didapatkan pada peramalan dalam meminimalisir nilai *error*. Pada cara ini terdapat tiga ketentuan yang terjadi (Maria et al., 2019). Pada ketentuan pertama katika *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) $A_i \rightarrow A_j$ dan $i < j$, sehingga:

$$D = \frac{l \times s}{2} \tag{2.14}$$

Dimana:

l : panjang dari interval

s : Jumlah perpindahan transisi perpindahan maju

Ketentuan kedua ketika *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) $A_i \rightarrow A_j$ dan $i > j$, sehingga:

$$D = -\frac{l \times r}{2} \tag{2.15}$$

Dimana :

l : panjang dari interval

r : jumlah perpindahan transisi mundur

ketentuan ketiga ketika *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) $A_i \rightarrow A_j$ dan $i = j$, sehingga

$$F_t = F_t + D \tag{2.16}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

2.7. Perhitungan Akurasi

Kegiatan peramalan sangat berkaitan melalui estimasi nilai ketepatan dalam model, estimasi nilai ketepatan memiliki tujuan sebagai pembanding dari hasil peramalan yang didapatkan dengan data yang sesungguhnya. Proses perhitungan tingkat akurasi bisa memakai metode *Mean Percentage Error* (MAPE), dimana *Mean Percentage Error* (MAPE) dipakai dalam mengevaluasi dari salah satu model peramalan. Model Peramalan dinyatakan sangat akurat ketika memiliki nilai akurasi dibawah 10%. Apabila nilai akurasi yang didapatkan diantara 10% - 20% model peramalan yang didapatkan tergolong dalam kriteria baik. Berikut kriteria yang digunakan dalam metode *Mean Percentage Error* (MAPE) dapat disajikan dalam **Tabel 2.1** (Safitri et al., 2018).

Tabel 2.1 Kriteria Nilai MAPE

Kriteria Peramalan	Persentase MAPE
Sangat Baik	$< 10\ \%$
Baik	10 % - 20 %
Cukup	20 % - 50 %
Tidak Akurat	$> 50\ \%$

Untuk memperoleh nilai akurasi dalam peramalan dapat menggunakan persamaan di bawah ini (Jatmiko et al., 2017).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left|\frac{Y_t - F_t'}{Y_t}\right|}{n} \times 100 \tag{2.17}$$

Dimana:

Y_t : Nilai sesungguhnya dalam waktu ke-t

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

F_t' : Nilai peramalan dalam waktu ke-t

n : Banyaknya data.

2.8. Integrasi Keilmuan

Berdasarkan judul yang diambil oleh penulis maka integrasi keilmuan yang dapat diambil salah satunya mengenai peramalan. Peramalan adalah kegiatan memperkirakan yang berlaku di keadaan kelak dengan cara pendapat dan pemikiran. Peramalan adalah salah satu kegiatan yang dimanfaatkan untuk memperoleh prediksi di masa mendatang. Peramalan menurut pandangan agama islam dibedakan menjadi dua hukum yaitu halal dan haram.

2.8.1. Peramalan yang diperbolehkan islam

Peramalan yang diperbolehkan oleh ajaran agama islam atau peramalan yang memiliki hukum halal ialah peramalan yang memiliki proses menggunakan metode ilmiah dimana peramalan tersebut berasal dari perkiraan yang berbasiskan ilmu pengetahuan. Peramalan dinyatakan halal ketika peramalan tersebut memiliki manfaat dan kemasalahatan bagi ummat. Hal ini telah dijelaskan dalam Al-Qur'an surah Al-Hasyr ayat 18:

يَاَيُّهَا الَّذِيْنَ اٰمَنُوا اتَّقُوا اللّٰهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ ۚ وَاتَّقُوا اللّٰهَ
اِنَّ اللّٰهَ خَبِيْرٌۢ بِمَا تَعْمَلُوْنَ ۗ

Artinya : *"Wahai orang-orang yang beriman! Bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap orang memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat), dan bertakwalah kepada Allah. Sungguh, Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan"* (Al-Hasyr:18).

Surat Al-Hasyr ayat 18 ini membicarakan mengenai cara menghadapi esok hari

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

maka memerlukan evaluasi dalam kejadian yang telah terjadi pada kesempatan sebelumnya dimana cara yang dapat dilakukan dengan mengidahkan kehidupan pada akhirat. Oleh sebab itu peramalan yang dilakukan memakai penyusunan data menurut data yang didapatkan di masa sebelumnya dan langkah tersebut tidak menentang aturan pada islam sebab termasuk perencanaan pada kondisi yang akan datang. Akan tetapi, walaupun bersifat ilmiah dan memiliki dasar pengetahuan ramalan ini pun juga bisa saja salah. Hal ini dikarenakan adannya kelemahan manusia, ketidak telitian, kurangnya variabel yang diperkirakan, dan lain sebagainya. Untuk itu, penempatan ramalan ini hanya bersifat perkiraan dan bukan sebagai kepercayaan mutlak sebagai satu-satunya yang benar.

2.8.2. Peramalan yang di larang dalam islam

Peramalan yang di larang dalam islam merupakan peramalan yang tidak memiliki dasar hukum dalam melakukan peramalan. Peramalan ini termasuk dalam peramalan yang haram dimana peramalan tersebut bersifat ghaib dan tidak memiliki manfaat bagi kehidupan dimasa mendatang. Seperti yang telah dijelaskan dalam kitab shalish Muslim 7/37 yang diriwayatkan oleh Imam Muslim:

مَنْ أَتَى عَرَّافًا فَسَأَلَهُ عَنْ شَيْءٍ لَمْ تُقْبَلْ لَهُ صَلاَةٌ أَرْبَعِينَ لَيْلَةً

Artinya: *"Barang siapa yang datang ke tukang ramal, kemudian mempercai apa yang dikatakan maka shalatnya tidak diterima selama 40 hari"* (HR.Muslim).

Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam mengabarkan dalam hadits ini bawasanya barang siapa yang pergi ke dukun dari kalangan tukang ramal untuk dia menanyakan sesuatu dari perkara ghaib lalu dia membenarkannya (mempercayainya) dengan apa yang tukang ramal itu katakan, maka Allah SWT

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

akan mengharamkan pahala shalatnya selama 40 hari. Itulah hukuman baginya yang mendahuluinya (langsung diberikan di dunia) akibat kesalahan dan dosa besar.

Hadits ini menunjukkan bawasannya praktik perdukunan dan percaya dengan ucapan tukang ramal itu haram. Nabi Muhammad Saw mengingkari sikap membenarkan tukang ramal karena hal ini sama dengan menjadikan tandingan bagi Allah SWT dalam perkara ghaib. Hal itu tentu dilarang, karena semuanya bergantung kepada doa dan ikhtiar manusia bukan pada apa yang diramalkan. Nasib manusia bisa berubah ketika manusia bisa berusaha dengan ikhtiar yang kuat dan ketawaqalan kepada Allah SWT. Jangan sampai kita mengikuti ramalan jin, paranormal atau dukun sehingga bertentangan dengan ajaran agama islam.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian mengenai peramalan harga minyak mentah dunia ini menggunakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah salah satu pendekatan dalam penelitian yang memiliki sifat numerik, untuk hasil yang didapatkan akan diinterprestasikan pada bentuk deskripsi sehingga hasil yang didapatkan dari penelitian ini dapat memberi informasi secara mendetail terhadap *bibliophile* (pembaca).

3.2. Jenis dan Sumber Data

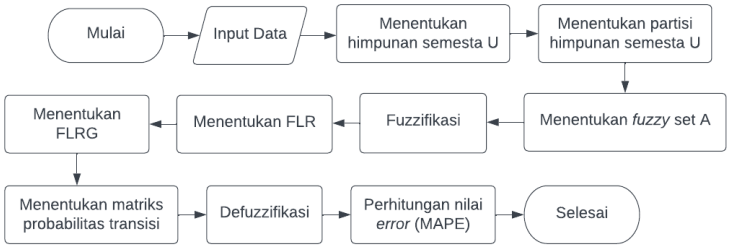
Penelitian ini memakai data kuantitatif berbentuk harga minyak mentah dunia jenis Brent blend, WTI (*West Texas Intermediate*) dan DBLC1 (Dubai Crude). Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang diambil berupa data hari kerja dimulai dari tanggal 3 Januari 2021 sampai tanggal 6 April 2023 yang diperoleh dari *website* (Id.investing).

3.3. Teknik Analisis Data

Metode observasi ini memakai cara menganalisis data kuantitatif, dimana data pada kuantitatif dilakukan analisis dengan memakai ilmu statistika. Langkah pada penelitian dilakukan dengan cara berurutan dalam metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* yang dilakukan dengan sistematis. *Fuzzy Time Series Markov Chain* merupakan metode gabungan dari metode *fuzzy time series* dan teori *markov chain*

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

dalam mendapatkan nilai peramalan yang akurat dibandingan dengan metode *fuzzy time series* yang lain. Pada observasi harga minyak mentah dengan menggunakan memakai metode *Fuzzy Time Series Markov chain* dapat dilakukan langkah-langkah seperti *flowchart* 3.1 dalam mempermudah memahami penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini terdapat proses atau tahapan yang dilakukan, di antaranya berikut ini:

1. Mengumpulkan data harga minyak mentah dunia yang diperoleh dari *website* (Id.investing). Data yang diambil adalah data hari kerja dari tanggal 3 Januari 2021 sampai 6 April 2023. Ketika data yang akan digunakan terkumpul maka dilakukan penginputan data pada langkah pengolahan data.

2. Memastikan himpunan semesta U melalui persamaan 2.1

3. Memastikan banyaknya pembatas himpunan semesta U, panjang interval, dan nilai tengah melalui persamaan 2.2 hingga persamaan 2.5.

4. Memastikan *fuzzy* set A dengan memakai persamaan 2.6 dan 2.7.

5. Fuzzifikasi untuk mengubah variabel numerik menjadi variabel lingustik.

6. Memastikan FLR (*Fuzzy Logic Relationship*).

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

7. Memastikan FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) berlandaskan kelompok yang didapatkan dari *Fuzzy Logic Relationship* (FLR).

8. Membuat matriks probabilitas transisi berdasarkan *fuzzy logic relationship group*. Pada matriks probabilitas yang dibentuk pada persamaan 2.9 dengan menggunakan rumus persamaan 2.10 dalam mendapatkan elemen matriks probabilitas transisi.

9. Defuzzifikasi adalah langkah awal peramalan, pada proses ini menggunakan persamaan 2.11 hingga 2.16 dalam penyesuaian hasil peramalan dan peramalan hasil penyesuaian.

10. Melakukan langkah penilaian model peramalan *fuzzy time series markov chain* memakai MAPE dengan persamaan 2.17.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder dimana data tersebut diambil dari situs online (Id.investing). Data pada peneilitian ini merupakan data harga minyak mentah Brent Blend, *West Texas Intermediate* (WTI), dan Dubai Crude Oil (DBLC1) dalam jangkau waktu dua tahun terakhir. Data yang digunakan merupakan data harian dimana dimulai pada tanggal 03 Januari 2021 sampai 06 April 2023. Sampel data yang digunakan di setiap masing-masing harga minyak mentah berdasarkan jenis ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Data Harga Minyak Mentah

No	Tanggal	Brent	WTI	DBLC1
1.	03-01-2021	50.49	48.30	50.48
2.	04-01-2021	50.62	47.28	50.61
3.	05-01-2021	53.54	49.66	52.84
4.	06-01-2021	54.15	50.38	53.63
5.	07-01-2021	54.50	50.84	53.78

UIN SUNAN AMPEL S U R A B A Y A
digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

6.	08-01-2021	56.22	52.60	55.06
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28.	03-02-2021	58.84	55.86	57.69
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
696.	02-04-2023	85.31	80.39	86.98
697.	03-04-2023	85.19	80.36	84.69
698.	04-04-2023	85.58	80.86	84.47
699.	05-04-2023	85.16	80.44	84.59
700.	06-04-2023	85.15	80.36	84.99

Menurut sampel data yang disajikan pada Tabel 4.1 maka dapat ditampilkan bentuk plot pada data *time series* sehingga sebaran data harga minyak mentah dunia berjenis Brent, WTI, DBLC1 dalam jangkau waktu dua tahun trakhir dapat diketahui. Plot data *time series* disajikan dalam Gambar 4.1 sampai Gambar 4.3.

UIN SUNAN AMPEL

Gambar 4.1 Harga Minyak Mentah Brent

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Pada Gambar 4.1 harga minyak mentah dunia berjenis Brent dalam waktu dua tahun terakhir memperlihatkan pergerakan harga minyak mentah secara fluktuatif. Plot di atas menggambarkan harga minyak mentah jenis Brent mengalami naik turun dalam waktu dua tahun terakhir. Harga minyak mentah jenis Brent yang paling rendah sebesar 50.49 terjadi pada tanggal 03 Januari 2021. Sedangkan, harga minyak mentah jenis Brent dua tahun terakhir paling tinggi sebesar 132.50 dan terjadi pada tanggal 06 Maret 2022. Pada pertengahan bulan Desember 2021 hinggga awal bulan Maret 2022 harga minyak mentah jenis Brent mengalami tren mengalami kenaikan walaupun ada penurunan sesaat di antara harga minyak mentah jenis Brent yang cenderung naik. Adapun pada bulan-bulan selanjutnya harga minyak mentah jenis Brent menunjukkan keadaan yang stabil. Peristiwa ini menunjukkan bahwa pergerakan harga minyak mentah dunia jenis Brent dari bulan Desember 2022 sampai bulan Maret 2023 bergerak terbatas dan mengalami perulangan di titik harga yang sama maka pola data membentuk tren naik atau turun pada ruang yang terbatas. Selanjutnya ditunjukkan plot *time series*data harga minyak mentah berjenis WTI dalam waktu dua tahun terakhir pada Gambar 4.2

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Gambar 4.2 Harga Minyak Mentah WTI

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Gambar 4.2 harga minyak mentah jenis WTI pada waktu dua tahun terakhir menunjukkan pergerakan data secara fluktuatif. Pada Gambar 4.2 plot tersebut menjelaskan pergerakan harga minyak mentah WTI mengalami naik turun untuk dua tahun terakhir. Harga minyak mentah WTI terendah 47.28 yang terjadi pada tanggal 04 Januari 2021. Sedangkan, harga tertinggi pada minyak mentah WTI terjadi pada tanggal 06 Maret 2022 yaitu sebesar 128.26. Pada akhir bulan Desember 2022 hingga bulan awal Maret 2023 harga minyak mentah WTI tidak membentuk pola tren naik atau turun. Kejadian ini dapat dikatakan bahwa pola pergerakan data mengalami *sideways* atau normal. Adapun pergerakan yang ditunjukkan data harga minyak mentah WTI pada akhir desember 2022 hingga awal Maret 2023 mengalami pergerakan terbatas dan mengalami perulangan ke titik harga minyak mentah WTI yang sama, maka pola yang terbentuk tren naik atau turun yang sempit. Berikutnya gambar plot data *time series* harga minyak mentah DBLC1.

Gambar 4.3 Harga Minyak Mentah DBLC1

Pada Gambar 4.3 plot harga minyak mentah DBLC1 dalam dua tahun terakhir menggambarkan perkembangan harga minyak mentah secara fluktuatif.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Pola yang ditunjuk pada plot di atas adalah keadaan yang naik dan turun dari harga minyak mentah jenis DBLC1 selama dua tahun terakhir. Harga terendah pada harga minyak mentah jenis ini terjadi pada tanggal 03 Januari 2021 dengan nilai 50.48. Sedangkan, harga minyak tertinggi sebesar 122.53 pada harga minyak jenis DBLC1 dan terjadi tanggal 08 Maret 2022. Harga minyak mentah jenis ini selama dua tahun terakhir mengalami pergerakan naik walaupun terdapat penurunan sesaat di antara pergerakan harga yang cenderung mengalami kenaikan dimana kejadian ini terjadi pada bulan Desember 2022 sampai bulan April 2023.

Dari ke tiga data harga minyak mentah yang telah diperoleh maka dilakukan pembagian data pada proses penelitian dalam penerapan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Data pada penelitian ini dibagi menjadi data *training* dan data *testing* berdasarkan aturan umum pembagian data. Penelitian menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* data yang digunakan dibagi menjadi dua, dimana data yang pertama 75% dari jumlah keseluruhan data dan sedangkan untuk data kedua dibagi sebesar 25% dari keseluruhan data (Binar et al., 2018).

Berdasarkan 4.1 data harga minyak mentah dunia memiliki jumlah 700 data. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembagian data pertama adalah 75% dari 700 yaitu 525 data dan untuk pembagian data kedua 25% dari 700 yaitu 175 data. Pada pembagian data ini dimanfaatkan untuk membangun tingkat akurasi dari peramalan harga minyak mentah dunia.

4.2. Pembentukan Model *Fuzzy Time Series Markov Chain*

Pembentukan model *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat dilakukan dengan menggunakan data pembagian pertama yang telah diperoleh dari 75% dari

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

total seluruh data. Selanjutnya langkah pertama ialah menentukan himpunan semesta U dalam membentuk model *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada data harga minyak mentah dunia. Pada penentuan himpunan semesta U maka hal yang perlu diketahui terlebih dahulu ialah data minimum (D_{min}) dan data maksimum (D_{max}) dari masing-masing data harga minyak mentah. Berikut merupakan data minimum (D_{min}) dan data maksimum (D_{max}) dari harga minyak mentah yang disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 D_{min} dan D_{max} masing-masing data

Data Minyak	D_{min}	D_{max}
Brent	50.49	132.50
WTI	47.28	128.26
DBLC1	50.48	122.53

Dari hasil yang dipaparkan pada Tabel 4.2 maka dapat dilihat untuk hasil dari data minimum (D_{min}) dan data maksimum (D_{max}) dari masing-masing data. Pada Tabel 4.2 menunjukkan untuk harga minyak Brent memperoleh data minimum (D_{min}) sebesar 50.49 dan data maksimum (D_{max}) sebesar 132.50. Harga minyak mentah jenis WTI memperoleh data minimum (D_{min}) sebesar 47.28 dan data maksimum (D_{max}) sebesar 128.26. Sedangkan untuk harga minyak mentah jenis DBLC1 mendapatkan data minimum (D_{min}) sebesar 50.48 dan data maksimum (D_{max}) sebesar 122.53. Langkah selanjutnya ketika sudah mendapatkan data minimum (D_{min}) dan data maksimum (D_{max}) maka menentukan nilai dari D_1 dam D_2 dimana bilangan positif yang sesuai sehingga batas bawah memiliki nilai lebih kecil dari D_{min} dan batas atasnya lebih besar dari D_{max}, seperti pada umumnya digunakan dalam data kelompok (Rahmah and Irawan, 2019). Nilai D_1 dan D_2 dari masing-masing harga minyak mentah

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 D_1 dan D_2 masing-masing data

Data Minyak	D_1	D_2
Brent	0.49	0.5
WTI	0.28	0.26
DBLC1	0.48	053

Pada Tabel 4.3 menunjukkan nilai dari D_1 dan D_2 yang sudah ditentukan dari setiap data. Nilai dari D_1 dan D_2 untuk harga minyak mentah jenis Brent adalah 0.49 dan 0.5. Nilai dari D_1 dan D_2 untuk harga minyak berjenis WTI yaitu 0.28 dan 0.26. Sedangkan, untuk harga minyak jenis DBLC1 memiliki nilai D_1 dan D_2 ialah 0.48 dan 0.53. Sesudah didapatkan nilai dari (D_{min}), (D_{max}), D_1 dan D_2 untuk langkah selanjutnya ialah membentuk himpunan semesta U dengan disubtitusikan pada persamaan 2.1. Berikut ini merupakan implementasi dari persamaan 2.1 sehingga memperoleh himpunan semesta U untuk data harga minyak mentah jenis Brent.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

$$
\begin{aligned}
U_{Brent} &= [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \\
&= [50.49 - 0.49; 132.50 + 0.5] \\
&= [50; 133]
\end{aligned}
$$

Berdasarkan contoh mengimplementasikan di atas, maka didapatkan himpunan semesta U dari masing-masing data harga minyak mentah jenis Brent ialah [50;133]. Makna dari [50;133] dari nilai himpunan semesta U pada data harga minyak mentah Brent memiliki rentang nilai sebesar 50 hingga 133. Himpunan semesta U pada setiap data dalam masing-masing data harga minyak

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

mentah yang lainnya dapat diperhatikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Himpunan Semesta U masing-masing data

Data Minyak	Himpunan Semesta U
Brent	(U_{Brent})= [50;133]
WTI	(U_{WTI}) = [47;128.52]
DBLC1	(U_{DBLC1}) =[50;123.06]

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat untuk setiap himpunan semesta U dalam masing-masing data. Harga minyak mentah jenis Brent mendapatkan himpunan semesta U_{Brent} = [50;133]. Himpunan semesta U dapat diartikan untuk data harga minyak mentah Brent memiliki rentang nilai sebesar 50 hingga 133. Harga minyak mentah WTI memperoleh nilai himpunan semesta U_{WTI} = [47;128.52]. Pada harga minyak mentah WTI tersebut memiliki rentang nilai 47 sampai 128.52. Sedangkan, untuk minyak mentah DBLC1 mendapatkan nilai himpunan semesta U_{DBLC1} = [50;123.06]. Himpunan semesta U tersebut dikatakan harga minyak mentah DBLC1 memiliki nilai sebesar 50 sampai 123.06. Setelah mendapatkan nilai dari himpunan semesta U dari setiap data harga minyak mentah maka dapat dilakukan langkah selanjutnya. Pada langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah partisi dari himpunan semesta U, panjang interval dan nilai tengah. Dalam menentukan jumlah partisi himpunan semesta U dapat menggunakan rumus pada persamaan 2.2. Implementasi dari persamaan 2.2 dalam menentukan jumlah partisi

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

himpunan semesta U untuk harga minyak mentah jenis Brent.

$$\begin{aligned} n &= 1 + 3.322log(N) \\ &= 1 + 3.322log(525) \\ &= 1 + 3.322(2.7202) \\ &= 1 + 8.9760 \\ &= 9.976 \\ &= 10 \end{aligned}$$

Pada nilai yang dihasilkan dari implementasi di atas maka didapatkan jumlah partisi himpunan semesta U dalam data harga minyak mentah Brent, WTI, DBLC1 memiliki sebanyak 10 partisi. Sebagaimana partisi-partisi himpunan tersebut dibagi menjadi $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9, u_{10}$. Dalam setiap partisi mempunyai panjang interval yang sama. Dalam menentukan panjang interval dari setiap data maka dapat mengimplementasikan rumus di persamaan 2.3. Berikut ini implementasi untuk menentukan panjang interval pada data harga minyak mentah Brent.

$$\begin{aligned} l &= \frac{(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)}{n} \\ &= \frac{(132.50 + 0.5) - (50.49 - 0.49)}{10} \\ &= \frac{(133) - (50)}{10} \\ &= \frac{83}{10} \\ &= 8.3 \end{aligned}$$

Dalam contoh mengimplementasikan rumus panjang interval di atas maka didapatkan nilai dari data harga minyak mentah Brent sebesar 8.3. Maka hal

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

terebut memiliki arti bahwa data harga minyak mentah Brent untuk setiap partisi ialah 8.3. Sebagaimana, pada Tabel 4.5 dibawah ini merupakan panjang interval masing-masing data setiap data harga minyak mentah.

Tabel 4.5 Panjang interval masing-masing data

Data Minyak	Panjang Interval
Brent	8.3
WTI	8.152
DBLC1	7.3

Pada Tabel 4.5 menunjukkan nilai perhitungan dari panjang interval dalam setiap data harga minyak mentah. Harga minyak mentah jenis Brent memiliki panjang interval 8.3. Selanjutnya untuk harga minyak mentah WTI panjang interval ialah 8.152. Sedangkan panjang interval harga minyak mentah DBLC1 ialah 7.3. Setelah mendapatkan nilai dari panjang interval di setiap data harga minyak mentah. Partisi himpunan semesta U di setiap interval maka dapat didefinisikan sebagaimana persamaan 2.4. Implementasi dari persamaan 2.4 dapat

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

dicontohkan pada data harga minyak mentah jenis Brent berikut ini.

$$
\begin{aligned}
u_1 &= [D_{min} - D_1 + (1-1)l; D_{min} - D_1 + l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 0; 50.49 - 0.49 + 8.3] \\
&= [50; 58.3] \\
u_2 &= [D_{min} - D_1 + (2-1)l; D_{min} - D_1 + 2l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 8.3; 50.49 - 0.49 + 2(8.3)] \\
&= [58.3; 66.6] \\
u_3 &= [D_{min} - D_1 + (3-1)l; D_{min} - D_1 + 3l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 2(8.3); 50.49 - 0.49 + 3(8.3)] \\
&= [66.6; 74.9] \\
u_4 &= [D_{min} - D_1 + (4-1)l; D_{min} - D_1 + 4l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 3(8.3); 50.49 - 0.49 + 4(8.3)] \\
&= [74.9; 83.2] \\
u_5 &= [D_{min} - D_1 + (5-1)l; D_{min} - D_1 + 5l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 4(8.3); 50.49 - 0.49 + 5(8.3)] \\
&= [83.2; 91.5] \\
u_6 &= [D_{min} - D_1 + (6-1)l; D_{min} - D_1 + 6l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 5(8.3); 50.49 - 0.49 + 6(8.3)] \\
&= [91.5; 99.8]
\end{aligned}
$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$
\begin{aligned}
u_7 &= [D_{min} - D_1 + (7-1)l; D_{min} - D_1 + 7l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 6(8.3); 50.49 - 0.49 + 7(8.3)] \\
&= [99.8; 108.1] \\
u_8 &= [D_{min} - D_1 + (8-1)l; D_{min} - D_1 + 8l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 7(8.3); 50.49 - 0.49 + 8(8.3)] \\
&= [108.1; 116.4] \\
u_9 &= [D_{min} - D_1 + (9-1)l; D_{min} - D_1 + 9l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 8(8.3); 50.49 - 0.49 + 9(8.3)] \\
&= [116.4; 124.7] \\
u_{10} &= [D_{min} - D_1 + (10-1)l; D_{min} - D_1 + 10l] \\
&= [50.49 - 0.49 + 9(8.3); 50.49 - 0.49 + 10(8.3)] \\
&= [124.7; 133]
\end{aligned}
$$

Pada implementasi data harga minyak mentah Brent, maka didapatkan hasil partisi himpunan semesta U dari masing-masing interval. Hasil partisi yang didapatkan ialah $u_1 = [50; 58.3], u_2 = [58.3; 66.6], u_3 = [66.6; 74.9], u_4 = [74.9; 83.2], u_5 = [83.2; 91.5], u_6 = [91.5; 99.8], u_7 = [99.8; 108.1], u_8 = [108.1; 116.4], u_9 = [116.4; 124.7]$ dan $u_{10} = [124.7; 133]$. Sebagaimana contoh dari $u_1 = [50; 58.3]$ yang memiliki makna bahwasanya himpunan semesta U pada interval satu memiliki rentang nilai 50 hingga 58.3 dengan panjang interval 8.3. Nilai dari partisi himpunan semesta U dalam data harga minyak mentah lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.6 Nilai Partisi Himpunan Semesta U masing-masing data

No	u_i	Brent	WTI	DBLC1
1.	u_1	[50;58.3]	[47;55.152]	[50;57.30]
2.	u_2	[58.3;66.6]	[55.152;63.304]	[57.30;64.61]
3.	u_3	[66.6;74.9]	[63.304;71.456]	[64.61;71.92]
4.	u_4	[74.9;83.2]	[71.456;79.608]	[71.92;79.22]
5.	u_5	[83.2;91.5]	[79.608;87.76]	[79.22;86.53]
6.	u_6	[91.5;99.8]	[87.76;95.912]	[86.53;93.84]
7.	u_7	[99.8;108.1]	[95.912;104.064]	[93.84;101.14]
8.	u_8	[108.1;116.4]	[104.064;112.216]	[101.14;108.45]
9.	u_9	[116.4;124.7]	[112.216;120.368]	[108.45;115.75]
10.	u_{10}	[124.7;133]	[120.368;128.52]	[115.75;123.06]

Setelah mendapatkan hasil partisi dari himpunan semesta U dan panjang interval dari masing-masing data. Langkah selanjutnya ialah melakukan perhitungan nilai yang diperoleh sebelumnya untuk memperoleh nilai tengah. Nilai tengah dapat dicari menggunakan persamaan 2.5 dan berikut ini implementasi dari data harga minyak mentah Brent.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$m_1 = \frac{50 + 58.3}{2}$$
$$= 54.15$$
$$m_2 = \frac{58.3 + 66.6}{2}$$
$$= 62.45$$
$$m_3 = \frac{66.6 + 74.9}{2}$$
$$= 70.75$$
$$m_4 = \frac{74.9 + 83.2}{2}$$
$$= 79.05$$
$$m_5 = \frac{83.2 + 91.5}{2}$$
$$= 87.35$$
$$m_6 = \frac{91.5 + 99.8}{2}$$
$$= 95.65$$
$$m_7 = \frac{99.8 + 108.1}{2}$$
$$= 103.95$$
$$m_8 = \frac{108.15 + 116.4}{2}$$
$$= 112.25$$
$$m_9 = \frac{116.4 + 124.7}{2}$$
$$= 120.55$$
$$m_{10} = \frac{124.7 + 133}{2}$$
$$= 128.85$$

Pada implementasi data harga minyak mentah Brent di atas, maka diperoleh nilai tengah. Nilai tengah yang telah didapatkan dari nilai partisi himpunan semesta

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

U sebelumnya. Dalam nilai tengah m_1 dimana nilai partisi sebesar 50 dan 58.3 yang selanjutnya dijumlahkan dan hasil dari penjumlahan tersebut dibagi dua sehingga didapatkan nilai dari m_1 sebesar 54.15. Sedangkan untuk nilai dari m_2 hingga m_{10} dapat dicari menggunakan cara yang sama dengan cara mencari nilai m_1. Nilai tengah dari masing-masing data harga minyak mentah disajikan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai tengah masing-masing data

No	m_n	Brent	WTI	DBLC1
1.	m_1	54.15	51.08	53.65
2.	m_2	62.45	59.25	60.96
3.	m_3	70.75	67.43	68.27
4.	m_4	79.05	75.60	75.57
5.	m_5	87.35	83.78	82.88
6.	m_6	95.65	91.96	90.18
7.	m_7	103.95	100.13	97.49
8.	m_8	112.25	108.31	104.80
9.	m_9	120.55	116.48	112.10
10.	m_{10}	128.85	124.66	119.41

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Dari hasil yang didapatkan dapat di lihat pada Tabel 4.7 untuk nilai tengah dari interval masing-masing data harga minyak mentah. Dimana hasil nilai tengah dari data harga minyak mentah Brent ialah $m_1 = 54.15, m_2 = 62.45, m_3 = 70.75, m_4 = 79.05, m_5 = 87.35, m_6 = 95.65, m_7 = 103.95, m_8 = 112.25, m_9 = 120.55$ dan $m_{10} = 128.85$. Selanjutnya untuk nilai tengah harga minyak mentah jenis WTI ialah $m_1 = 51.08, m_2 = 59.25, m_3 = 67.43, m_4 = 75.60, m_5 = 83.78, m_6 =$

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$91.96, m_7 = 100.13, m_8 = 108.31, m_9 = 116.48$ dan $m_{10} = 124.66$. Sedangkan harga minyak mentah DBLC1 memiliki nilai tengah yaitu $m_1 = 53.65, m_2 = 60.96, m_3 = 68.27, m_4 = 75.57, m_5 = 82.88, m_6 = 90.18, m_7 = 97.49, m_8 = 104.80, m_9 = 112.10$ dan $m_{10} = 119.41$. Setelah mendapatkan jumlah partisi himpunan semesta U, panjang interval dan juga nilai tengah dari masing-masing data harga minyak mentah. Maka, langkah selanjutnya menentukan *fuzzy set* A. Pada langkah ini dapat ditentukan dengan jumlah partisi dalam himpunan semesta U dengan memakai persamaan 2.6 maka memperoleh nilai *fuzzy set* A sebagai berikut.

$$
\begin{aligned}
A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} \\
A_2 &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} \\
A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} \\
A_4 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} \\
A_5 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} \\
A_6 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{1}{u_6} + \frac{0.5}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} \\
A_7 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{1}{u_7} + \frac{0.5}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} \\
A_8 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0.5}{u_7} + \frac{1}{u_8} + \frac{0.5}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} \\
A_9 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0.5}{u_8} + \frac{1}{u_9} + \frac{0.5}{u_{10}} \\
A_{10} &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0.5}{u_9} + \frac{1}{u_{10}}
\end{aligned}
$$

Menurut implementasi *fuzzy set* A di atas, terdapat tiga ketentuan untuk menentukan derajat keanggotaan pada himpunan *fuzzy set* A dalam masing-masing interval *u*. Ketentuan yang nomer satu ialah jika derajat keanggotaan himpunan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

fuzzy A_j pada masing-masing interval u_i dengan $j = i$ sehingga nilai derajat keanggotan ialah 1. Selanjutnya ketentuan kedua, jika derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* A_i dalam masing-masing interval u_i dengan $j = i + 1$ maka nilai derajat keanggotaan ialah 0.5. Sedangkan untuk ketentuan yang ketiga, ketika derajat kenggotaan himpunan *fuzzy* A_j dalam masing-masing interval u_i tidak memenuhi ketentuan yang pertama dan kedua maka nilai derajat keanggotan bernilai 0. Maka derajat keanggotaan dari data harga minyak mentah didapatkan nilai sama dengan implementasi dari persamaan 2.6. Hasil dari *fuzzy set* A tersebut digunakan untuk pembentukan dari model matriks probabilitas. Langkah selanjutnya ialah melakukan langkah *fuzzifikasi* dari masing-masing data harga minyak mentah. Pada langkah ini memiliki tujuan untuk mengubah variabel numerik menjadi variabel lingustik (variabel *fuzzy*) dengan cara mengumpulkan data ke dalam himpunan *fuzzy set* A yang sudah dilakukan pada langkah sebelumnya.

Misalkan dalam Tabel 4.1 pada data harga minyak Brent di $t = 1$ memiliki nilai 50.49, sehingga harga minyak mentah Brent tersebut terletak pada interval u_1 = [50;58.3] selanjutnya dilihat dalam himpunan *fuzzy* A yang terdapat derajat keanggotaan satu dalam himpunan u_1 adalah A_1. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam data $t = 1$ fuzzifikasi menjadi A_1 sebab dalam himpunan A_1 memiliki derajat keanggotaan satu dalam u_1. Dalam data harga minyak mentah yang lain dapat ditentukan dengan menggunakan penyelesaian yang sama. Tabel 4.8 berikut ini merupakan hasil fuzzifikasi dari data aktual yang didasari oleh himpunan *fuzzy* yang telah dibuat.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.8 Data *Fuzzfikasi*

t	Brent		WTI		DBLC1	
	Numerik	Fuzzy	Numerik	Fuzzy	Numerik	Fuzzy
1.	50.49	A_1	48.30	A_1	50.48	A_1
2.	50.62	A_1	47.28	A_1	50.61	A_1
3.	53.54	A_1	49.66	A_1	52.84	A_1
4.	54.15	A_1	50.38	A_1	53.63	A_1
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
150.	76.33	A_4	74.44	A_4	71.84	A_3
151.	74.81	A_3	73.17	A_4	71.54	A_3
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
522.	88.84	A_5	82.41	A_5	89.36	A_6
523.	89.55	A_5	83.31	A_5	90.17	A_6
524.	93.26	A_6	109.85	A_8	92.78	A_6
525.	93.39	A_6	86.58	A_5	93.18	A_6

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Setelah dilakukan langkah fuzzifikasi yang dipaparkan dalam Tabel 4.8 di atas maka langkah selanjutnya ialah FLR (*Fuzzy Logic Relationship*) yang berdasarkan dari hasil fuzzifikasi pada Tabel 4.8. Selanjutnya langkah ini dapat diketahui menggunakan keterkaitan antara setiap data dengan data selanjutnya secara berurutan. Contoh *fuzzifikasi* pada data harga minyak mentah jenis Brent menunjukkan $t = 1$ ialah A_1 dan $t = 2$ ialah A_1 sehingga FLR pada data $t = 1$ dan $t = 2$ ialah $A_1 \rightarrow A_1$. Untuk $t = 2$ hingga $t = 525$ dilakukan dengan langkah yang sama. Sedangkan untuk fuzzifikasi data harga minyak mentah yang lain ditunjukkan pada Tabel 4.9 berikut.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.9 Data FLR

Urutan Data	Brent	WTI	DBLC1
$1 \rightarrow 2$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$2 \rightarrow 3$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$3 \rightarrow 4$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$4 \rightarrow 5$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$5 \rightarrow 6$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$6 \rightarrow 7$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$7 \rightarrow 8$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$8 \rightarrow 9$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$9 \rightarrow 10$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$10 \rightarrow 11$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$521 \rightarrow 522$	$A_6 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$	$A_6 \rightarrow A_6$
$522 \rightarrow 523$	$A_5 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$	$A_6 \rightarrow A_6$
$523 \rightarrow 524$	$A_5 \rightarrow A_6$	$A_5 \rightarrow A_8$	$A_6 \rightarrow A_6$
$524 \rightarrow 525$	$A_6 \rightarrow A_6$	$A_8 \rightarrow A_5$	$A_6 \rightarrow A_6$

Pada Tabel 4.9 di atas menampilkan data FLR dari setiap data harga minyak mentah. Setelah menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) maka langkah berikutnya ialah menentukan FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) berdasarkan pengumpulan dari *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang terkumpul dan didasari oleh hubungan antara perpindahan *state* saat ini ke *state* berikutnya. Contohnya dalam Tabel 4.9 pada sampel data harga minyak mentah Brent dimana

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

nilai dari *Fuzzy Logical Relationship* memiliki kelompok *fuzzy* yang state saat ini bernilai A_1 dan mempunyai korelasi perpindahan ke *state* selanjutnya (A_1) maka dapat dilambangkan dengan $A_1 \rightarrow A_1$ sehingga terdapat 26 kali kemunculan dari nilai *Fuzzy Logical Relationship* maka dapat dituliskan sebagai mana pada Tabel 4.10. Berikut ini merupakan *Fuzzy Logic Relationship Group* dari setiap harga minyak mentah dari Tabel 4.10 sampai Tabel 4.12.

Tabel 4.10 FLR Brent

Current State	***Next State***	**FLRG**
A_1	26 A_1, 1 A_2	$A_1 \rightarrow$ 26 A_1, 1 A_2
A_2	50 A_2, 8 A_3	$A_2 \rightarrow$ 50 A_2, 8 A_3
A_3	7 A_2, 107 A_3, 13 A_4	$A_3 \rightarrow$ 7 A_2, 107 A_3, 13 A_4
A_4	12 A_3, 60 A_4, 4 A_5	$A_4 \rightarrow$ 12 A_3, 60 A_4, 4 A_5
A_5	3 A_4, 46 A_5, 2 A_6	$A_5 \rightarrow$ 3 A_4, 46 A_5, 2 A_6
A_6	1 A_5, 33 A_6, 4 A_7, 1 A_8	$A_6 \rightarrow$ 1 A_5, 33 A_6, 4 A_7, 1 A_8
A_7	5 A_6, 37 A_7, 10 A_8	$A_7 \rightarrow$ 5 A_6, 37 A_7, 10 A_8
A_8	10 A_7, 46 A_8, 7 A_9	$A_8 \rightarrow$ 10 A_7, 46 A_8, 7 A_9
A_9	1 A_7, 5 A_8, 18 A_9, 2 A_{10}	$A_9 \rightarrow$ 1 A_7, 5 A_8, 18 A_9, 2 A_{10}
A_{10}	1 A_8, 1 A_9, 3 A_{10}	$A_{10} \rightarrow$ 1 A_8, 1 A_9, 3 A_{10}

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.11 FLR WTI

Current State	***Next State***	**FLRG**
A_1	26 A_1, 1 A_2	$A_1 \rightarrow$ 26 A_1, 1 A_2
A_2	55 A_2, 6 A_3	$A_2 \rightarrow$ 55 A_2, 6 A_3
A_3	5 A_2, 96 A_3, 11 A_4	$A_3 \rightarrow$ 5 A_2, 96 A_3, 11 A_4
A_4	10 A_3, 69 A_4, 3 A_5	$A_4 \rightarrow$ 10 A_3, 69 A_4, 3 A_5
A_5	2 A_4, 47 A_5, 3 A_6, 1 A_8	$A_5 \rightarrow$ 2 A_4, 47 A_5, 3 A_6, 1 A_8
A_6	3 A_5, 46 A_6, 5 A_7	$A_6 \rightarrow$ 3 A_5, 46 A_6, 5 A_7
A_7	5 A_6, 33 A_7, 8 A_8	$A_7 \rightarrow$ 5 A_6, 33 A_7, 8 A_8
A_8	1 A_5, 8 A_7, 36 A_8, 8 A_9	$A_8 \rightarrow$ 1 A_5, 8 A_7, 36 A_8, 8 A_9
A_9	7 A_8, 15 A_9, 4 A_{10}	$A_9 \rightarrow$ 7 A_8, 15 A_9, 4 A_{10}
A_{10}	1 A_8, 3 A_9, 6 A_{10}	$A_{10} \rightarrow$ 1 A_8, 3 A_9, 6 A_{10}

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.12 FLR DBLC1

Current State	*Next State*	**FLRG**
A_1	26 A_1, 1 A_2	$A_1 \rightarrow$ 26 A_1, 1 A_2
A_2	60 A_2, 3 A_3	$A_2 \rightarrow$ 60 A_2, 3 A_3
A_3	2 A_2, 105 A_3, 6 A_4	$A_3 \rightarrow$ 3 A_2, 105 A_3, 6 A_4
A_4	4 A_3, 55 A_4, 5 A_5	$A_4 \rightarrow$ 4 A_3, 55 A_4, 5 A_5
A_5	1 A_3, 3 A_4, 63 A_5, 1 A_6	$A_5 \rightarrow$ 1 A_3, 3 A_4, 63 A_5, 1 A_6
A_6	31 A_6, 1 A_7, 1 A_8	$A_6 \rightarrow$ 31 A_6, 1 A_7, 1 A_8
A_7	2 A_6, 31 A_7, 4 A_8	$A_7 \rightarrow$ 2 A_6, 31 A_7, 4 A_8
A_8	5 A_7, 58 A_8, 5 A_9	$A_8 \rightarrow$ 5 A_7, 58 A_8, 5 A_9
A_9	5 A_8, 32 A_9, 3 A_{10}	$A_9 \rightarrow$ 5 A_8, 32 A_9, 3 A_{10}
A_{10}	3 A_9, 8 A_{10}	$A_{10} \rightarrow$ 3 A_9, 8 A_{10}

Pada Tabel 4.10 hingga Tabel 4.12 yang dipaparkan untuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) data harga minyak mentah Brent, WTI dan DBLC1. Berdasarkan hasil *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) maka dapat melakukan tahap berikutnya. Tahap selanjutnya ialah membuat matriks probabilitas transisi yang berdasarkan *Fuzzy Logical Relationship Group* dalam Tabel 4.10 hingga 4.12. Dalam pembentukan matriks probabilitas yang dibentuk ialah membentuk orde 10 $\times$ 10 berdasarkan hasil interval yang diperoleh pada langkah sebelumnya. Sedangkan, untuk memperoleh elemen-elemen dari matriks probabilitas transisi dapat menggunakan rumus pada persamaan 2.9 dan persamaan 2.10. Contoh pada harga minyak mentah Brent yang ada di 4.10 menunjukkan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) untuk A_1 ialah 26 A_1 dan 1 A_2 sehingga implementasi untuk probabilitas transisional sebagai berikut.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$P_{11} = \frac{26}{27}$$
$$= 0.96$$
$$P_{12} = \frac{1}{27}$$
$$= 0.037$$

Sedangkan untuk nilai dari P_{13} hingga P_{110} memiliki nilai 0 sebab tidak mempunyai hubungan perpindahan di antara *state* saat ini ke *state* berikutnya. Langkah implementasi ini dapat dilakukan untuk mencari nilai dari probabilitas transisi yang lain. Matriks probabilitas transisi dari setiap harga minyak mentah berikut ini:

1. Matriks probabilitas data harga minyak jenis Brent.

$$P_{10\times10} = \begin{pmatrix} 0.96 & 0.037 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.86 & 0.14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.06 & 0.8 & 0.10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.16 & 0.79 & 0.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.06 & 0.90 & 0.09 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.03 & 0.85 & 0.10 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.10 & 0.71 & 0.19 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.16 & 0.73 & 0.11 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.02 & 0.19 & 0.69 & 0.08 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0.2 & 0.6 \end{pmatrix}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

2. Matriks probabilitas data harga minyak mentah WTI.

$$P_{10\times10} = \begin{pmatrix} 0.96 & 0.037 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.90 & 0.10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.04 & 0.8 & 0.09 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.12 & 0.84 & 0.63 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.03 & 0.89 & 0.05 & 0 & 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.05 & 0.85 & 0.09 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.11 & 0.71 & 0.17 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.02 & 0 & 0.15 & 0.67 & 0.15 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.27 & 0.58 & 0.15 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1 & 0.3 & 0.6 \end{pmatrix}$$

3. Matriks probabilitas data harga minyak mentah DBLC1.

$$P_{10\times10} = \begin{pmatrix} 0.96 & 0.037 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.95 & 0.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.02 & 0.93 & 0.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.06 & 0.86 & 0.08 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 & 0.04 & 0.93 & 0.01 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.94 & 0.03 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.05 & 0.84 & 0.11 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.07 & 0.85 & 0.07 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.13 & 0.8 & 0.08 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.27 & 0.73 \end{pmatrix}$$

Berdasarka hasil yang ditunjukkan di atas maka didapatkan matriks

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

probabilitas sehingga didapatkan nilai probabilitas dari setiap data harga minyak mentah. Selanjutnya setelah memperoleh hasil probabilitas maka dapat dilanjutkan ke langkah selanjutnya. Langkah selanjutnya ialah defuzzifikasi atau lebih dikenal dengan langkah peramalan. Dalam langkah ini dapat dilakukan perhituangan peramalan awal dengan memakai data aktual selajutnya dilakukan penyesuaian dari nilai peramalan dan dilakukan perhitungan nilai peramalan penyesuaian. Pada perhitungan peramalan awal dengan memakai data aktual dan nilai dari matriks probabilitas yang sudah diperoleh sebelumnya. Perhituangan peramalan awal dapat memakai persamaan 2.13. Langkah perhitungan awal dilakukan dari $t = 150$, contoh pada data harga minyak Brent yang memiliki harga sebesar 76.16 sedangkan untuk $t = 149$ mempunyai harga sebesar 75.62 dimana dalam data $t = 149$ tersebut terdapat *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) $A_4 \rightarrow A_4$ dimana memiliki makna bertransisi dari A_4 ke A_4 dimana perhitungan di mulai dari matriks probabilitas baris ke empat kolom ke tiga, sebagaimana pada peramalan sebagai berikut.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

$$\begin{aligned} F_{150} &= m_{4-1}(P_{43}) + Y_{(150-1)}(P_{44}) + m_{4+1}(P_{45}) \\ &= 79.05(0.158) + 75.62(0.789) + 87.35(0.053) \\ &= 75.45 \end{aligned}$$

Pada perhitungan di atas maka diperoleh nilai peramalan awal $t = 150$ pada data harga minyak mentah Brent sebesar 75.45. Sedangkan untuk perhitungan data lainnya dapat dicari menggunakan langkah yang sama dan sebagaimana hasil yang telah didapatkan pada Tabel 4.13 hingga 4.15.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.13 Data hasil peramalan awal Brent

t	Tanggal	Brent	Peramalan Awal (F_t)
1.	03-01-2021	50.49	-
2.	04-01-2021	50.62	50.93
3.	05-01-2021	53.54	51.06
4.	06-01-2021	54.15	53.87
5.	07-01-2021	54.50	54.46
6.	08-01-2021	56.22	54.79
⋮	⋮	⋮	⋮
28.	03-02-2021	58.84	58.21
⋮	⋮	⋮	⋮
519.	04-09-2022	95.84	94.83
520.	05-09-2022	96.70	95.81
521.	06-09-2022	94.05	96.54
522.	07-09-2022	88.84	94.30
523.	08-09-2022	89.55	88.86
524.	09-09-2022	93.26	89.50
525.	10-09-2022	93.39	93.63

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.14 Data hasil peramalan awal WTI

t	Tanggal	WTI	Peramalan Awal (F_t)
1.	03-01-2021	48.30	-
2.	04-01-2021	47.28	48.70
3.	05-01-2021	49.66	47.72
4.	06-01-2021	50.38	50.01
5.	07-01-2021	50.84	50.70
6.	08-01-2021	52.60	51.15
⋮	⋮	⋮	⋮
519.	04-09-2022	88.72	88.59
520.	05-09-2022	89.41	89.48
521.	06-09-2022	87.22	90.07
522.	07-09-2022	82.41	88.21
523.	08-09-2022	83.31	84.11
524.	09-09-2022	109.85	84.88
525.	10-09-2022	86.58	109.48

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.15 Data hasil peramalan awal DBLC1

t	Tanggal	DBLC1	Peramalan Awal (F_t)
1.	03-01-2021	50.48	-
2.	04-01-2021	50.61	50.87
3.	05-01-2021	52.84	50.49
4.	06-01-2021	53.63	53.14
5.	07-01-2021	53.78	53.90
6.	08-01-2021	55.06	54.05
⋮	⋮	⋮	⋮
519.	04-09-2022	92.47	92.45
520.	05-09-2022	92.78	92.33
521.	06-09-2022	93.13	92.62
522.	07-09-2022	89.36	92.95
523.	08-09-2022	90.17	89.41
524.	09-09-2022	92.78	90.17
525.	10-09-2022	93.18	92.62

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Sesudah didapatkan nilai dari peramalan awal yang dipaparkan oleh Tabel 4.13 hingga Tabel 4.15. Sehingga langkah selanjutnya ialah meminimalisir *error* yang akan terjadi dengan menyesuaikan hasil peramalan. Pada kegiatan meminimalisir terjadinya *error* yang akan terjadi dapat dicari dengan memakai persyaratan yang terdapat pada persamaan 2.14, persamaan 2.15, dan persamaan 2.16 dengan menggunakan nilai dari *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang terdapat pada Tabel 4.10. Contoh pada data harga minyak mentah Brent $t = 2$ yang bertransisi dari A_1 ke A_1, sehingga penyesuaian dari nilai peramalan ialah 0.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Selanjutnya pada $t = 28$ yang bertransisi dari A_1 ke A_2, maka untuk penyesuaian nilai peramalannya.

$$D_{t=28} = \frac{8.3 \times 1}{2}$$
$$= 4.15$$

Berdasarkan dari perhitungan tersebut maka dihasilkan penyesuaian dari nilai peramalan $t = 28$ pada data harga minyak mentah Brent ialah 4.15. Hasil yang didapatkan dari panjang interval dikalikan dengan jumlah perpindahan transisi maju adalah satu setelahnya dibagi dengan dua. Selanjutnya untuk sampel penyesuaian dari nilai peramalan untuk data harga minyak mentah yang lain ditampilkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Data Penyesuaian Hasil Peramalan

t	Brent		WTI		DBLC1	
	FLR	D	FLR	D	FLR	D
1.	$A_1 \to A_1$	0	$A_1 \to A_1$	0	$A_1 \to A_1$	0
2.	$A_1 \to A_1$	0	$A_1 \to A_1$	0	$A_1 \to A_1$	0
3.	$A_1 \to A_1$	0	$A_1 \to A_1$	0	$A_1 \to A_1$	0
4.	$A_1 \to A_1$	0	$A_1 \to A_1$	0	$A_1 \to A_1$	0
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
28.	$A_1 \to A_2$	4.15	$A_1 \to A_2$	4.076	$A_1 \to A_2$	3.65
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
168.	$A_3 \to A_3$	0	$A_4 \to A_3$	-4.076	$A_4 \to A_4$	0

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

169.	$A_3 \rightarrow A_3$	0	$A_3 \rightarrow A_3$	0	$A_4 \rightarrow A_3$	-3.65
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
522.	$A_6 \rightarrow A_5$	-4.15	$A_5 \rightarrow A_5$	0	$A_6 \rightarrow A_6$	0
523.	$A_5 \rightarrow A_5$	0	$A_5 \rightarrow A_5$	0	$A_6 \rightarrow A_6$	0
524.	$A_5 \rightarrow A_6$	4.15	$A_5 \rightarrow A_8$	12.228	$A_6 \rightarrow A_6$	0
525.	$A_6 \rightarrow A_6$	0	$A_8 \rightarrow A_7$	-4.076	$A_6 \rightarrow A_6$	0

Sesudah didapatkan nilai penyesuaian dari hasil peramalan yang disajikan dalam Tabel 4.16. sehingga langkah berikutnya ialah tahap terakhir dalam langkah defuzzifikasi. Dimana pada tahap terakhir defuzzifikasi ialah peramalan yang didapatkan dari proses penyesuaian yang sudah didapatkan sebelumnya. Pada langkah ini dapat digunakan dengan menggunakan rumus persamaan 2.16 dimana tahap ini menggunakan hasil dari peramalan awal yang ditampilkan dalam Tabel 4.13 hingga Tabel 4.15 dan juga nilai dari penyesuaian yang ada pada Tabel 4.16. Sebagaimana implementasi dari persamaan 2.16 terhadap data harga minyak Brent pada $t = 28$, maka penyelesaiannya dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} F'_{28} &= F_{28} + D \\ &= 58.21 + 4.15 \\ &= 62.36 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada data harga minyak mentah Brent saat $t = 28$ sebagaimana untuk nilai peramalan awal memiliki nilai 58.21 sedangkan untuk nilai penyesuaiannya ialah 4.15 maka didapatkan nilai peramalan akhir ialah 62.36. Sedangkan untuk hasil peramalan akhir pada data harga minyak mentah yang

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

lain di sajikan dalam Tabel 4.17 hingga Tabel 4.19.

Tabel 4.17 Data hasil peramalan akhir Brent

t	Tanggal	Data Aktual	Peramalan Awal (F_t)	Penyesuaian	F'_t
1.	03-01-2021	50.49	-	-	-
2.	04-01-2021	50.62	50.93	0	50.93
3.	05-01-2021	53.54	51.06	0	51.06
4.	06-01-2021	54.15	53.87	0	53.87
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28.	03-02-2021	58.84	58.21	4.15	62.36
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
118.	20-05-2021	65.16	67.83	-4.15	63.68
119.	21-05-2021	66.81	65.93	4.15	70.08
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
522.	07-09-2022	88.80	94.30	-4.15	90.15
523.	08-09-2022	89.55	88.86	0	88.86
524.	09-09-2022	93.26	89.50	4.15	93.65
525.	10-09-2022	93.39	93.63	0	93.63

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.18 Data hasil peramalan akhir WTI

t	Tanggal	Data Aktual	Peramalan Awal (F_t)	Penyesuaian	F'_t
1.	03-01-2021	48.30	-	-	-
2.	04-01-2021	47.28	48.70	0	48.70
3.	05-01-2021	49.66	47.72	0	47.72
4.	06-01-2021	50.38	50.01	0	50.01
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
451.	16-06-2022	115.38	115.84	0	115.84
452.	17-06-2022	111.42	115.98	-4.076	111.90
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
522.	07-09-2022	82.41	88.21	0	88.21
523.	08-09-2022	83.31	84.11	0	84.11
524.	09-09-2022	109.85	84.88	12.228	97.10
525.	10-09-2022	86.58	109.48	-4.076	105.40

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

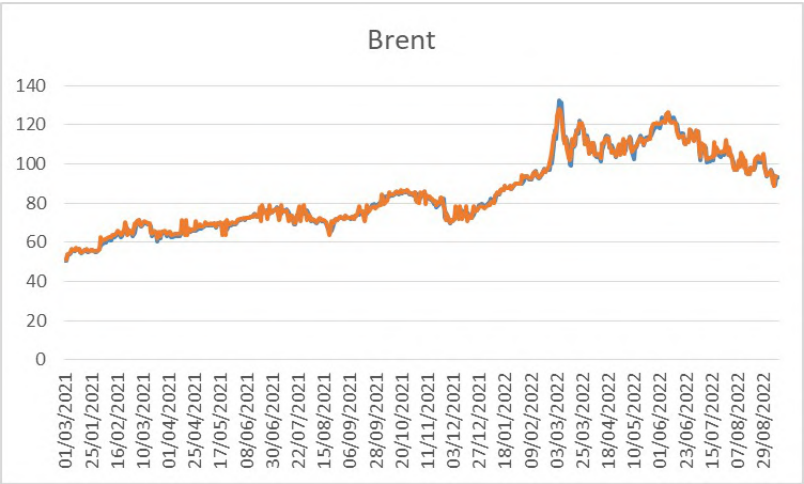
Tabel 4.19 Data hasil peramalan akhir DBLC1

t	Tanggal	Data Aktual	Peramalan Awal (F_t)	Penyesuaian	F'_t
1.	03-01-2021	50.48	-	-	-
2.	04-01-2021	50.61	50.87	0	50.87
3.	05-01-2021	52.84	50.99	0	50.99
4.	06-01-2021	53.63	53.14	0	53.14
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
235.	05-10-2021	79.71	78.21	3.65	81.87
236.	06-10-2021	78.69	80.15	-3.65	76.50
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
522.	07-09-2022	89.36	92.95	0	92.95
523.	08-09-2022	89.55	89.41	0	89.41
524.	09-09-2022	93.26	90.17	0	90.17
525.	10-09-2022	93.39	92.62	0	92.62

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Berdasarkan hasil yang dipaparkan pada Tabel 4.17 hingga Tabel 4.19 mengenai hasil peramalan akhir dari harga minyak mentah dunia. Maka untuk selanjutnya ialah mengetahui plot dari data aktual dengan hasil peramalan akhir pada masing-masing data harga minyak mentah yang ditunjukkan dalam Gambar 4.4 hingga Gambar 4.6.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

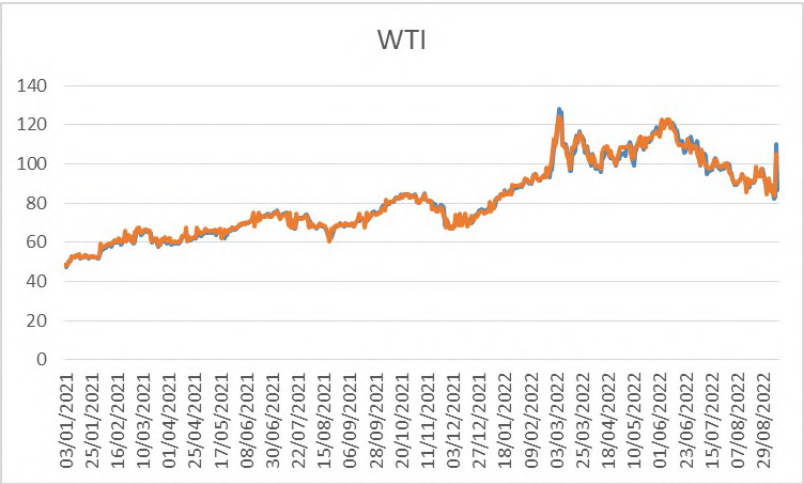


Gambar 4.4 Data aktual dan hasil peramalan Brent data (75%)

Pada Gambar 4.4 di atas ialah bentuk plot dari data aktual dan nilai peramalan akhir data harga minyak mentah Brent. Dimana plot tersebut menunjukkan nilai peramalan akhir dengan data aktual mempunyai perbedaan sangat kecil dari tanggal 3 Januari 2021 hingga tanggal 5 Maret 2022. Sedangkan pada tanggal 6 Maret 2022 hingga tanggal 8 Maret 2022 memiliki perbedaan antara data aktual dengan nilai peramalan akhir cenderung menurun dibandingkan dengan data aktual harga minyak mentah Brent. Pada tanggal 6 Maret 2022 nilai peramalan akhir memiliki tingkatan lebih tinggi dibandingkan dengan data aktual. Tetapi untuk keadaan yang lain menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu jauh dengan data aktual harga minyak mentah Brent. Selanjutnya ialah Gambar 4.5 plot data aktual dan nilai akhir peramalan pada harga minyak mentah WTI.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 4.5 Data aktual dan hasil peramalan WTI data (75%)

Pada plot data aktual dan nilai akhir peramalan harga minyak mentah WTI yang ditampilkan dalam Gambar 4.5 memperlihatkan peramalan akhir dengan menggunakan data aktual rata-rata terdapat perbedaan yang sangat kecil. Dimana ada beberapa kejadian untuk hasil dari peramalan mengalami penurunan dibandingkan dengan data aktual. Keadaan yang dimaksud ialah terjadi pada tanggal 21 November 2021, 7 Maret 2022, 30 Mei 2022, 9 September 2022. Berikut adalah gambar plot untuk data aktual dan hasil peramalan pada harga minyak mentah jenis DBLC1.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Gambar 4.6 Data aktual dan hasil peramalan DBLC1 data (75%)

Dalam plot data aktual dan hasil peramalan harga minyak mentah jenis DBLC1 yang ditampilkan pada Gambar 4.6 dapat diperhatikan bahwasanya perbedaan dari data aktual dan hasil peramalan yang didapatkan perbedaan yang sangat kecil terutama yang terjadi dalam bulan Januari hingga bulan Maret 2022 dan terdapat perbedaan antara data aktual dan hasil peramalan yang terjadi pada beberapa kejadian. Tetapi untuk kejadian yang lain menunjukkan perbedaan yang tidak terlampau jauh antara data aktual dan hasil peramalan. Setelah syarat untuk membentuk model *Fuzzy Time Series Markov Chain* telah terpenuhi pada setiap data 75% yang telah dilakukan. Selanjutnya, dilakukan langkah untuk data kedua 25% untuk mengetahui tingkat akurasi metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan memakai data 25%.

4.3. Pengujian Model Fuzzy Time Series Markov Chain

Pada *Fuzzy Time Series Markov Chain* untuk mengetahui akurasi yang terbentuk maka dilakukan pengujian terlebih dahulu dengan menggunakan data 25%. Data ini merupakan data kedua yang didapatkan dari setiap harga minyak

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

mentah ialah 25%. Sedangkan untuk jumlah dari data kedua sendiri ialah 175 data harga minyak mentah. Dimana cara perhitungan nilai peramalan dalam data kedua di lakukan dengan cara yang sama dengan data pertama 75% atau 525 data. Berikut ini ialah sampel dari nilai peramalan dengan data 25% yang ditampilkan pada Tabel 4.20 hingga Tabel 4.22.

Tabel 4.20 Hasil peramalan data 25% Brent

t	**Tanggal**	**Data Aktual**	**Peramalan Awal (F_t)**	**Penyesuaian**	F'_t
1.	12-09-2022	95.16	-	-	-
2.	13-09-2022	94.27	95.26	0	95.26
3.	14-09-2022	95.38	94.72	0	94.72
4.	15-09-2022	91.50	95.40	-1.70	93.70
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
40.	27-10-2022	96.95	96.06	1.70	97.76
41.	28-10-2022	96.42	97.40	-1.70	95.71
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
172.	03-04-2023	85.19	85.32	0	85.32
173.	04-04-2023	85.58	85.24	0	85.24
174.	05-04-2023	85.16	85.51	0	85.51
175.	06-04-2023	85.15	85.22	0	85.22

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.21 Hasil peramalan data 25% WTI

t	Tanggal	Data Aktual	Peramalan Awal (F_t)	Penyesuaian	F'_t
1.	12-09-2022	88.28	-	-	-
2.	13-09-2022	87.78	87.74	0	87.74
3.	14-09-2022	89.24	87.40	0	87.40
4.	15-09-2022	84.84	88.39	-1.74	86.66
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
39.	26-10-2022	89.03	85.61	1.74	87.35
40.	27-10-2022	89.42	88.25	0	88.25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
172.	03-04-2023	80.36	79.84	0	79.84
173.	04-04-2023	80.86	79.82	0	79.82
174.	05-04-2023	80.44	79.87	0	79.87
175.	06-04-2023	80.36	79.87	0	79.87

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

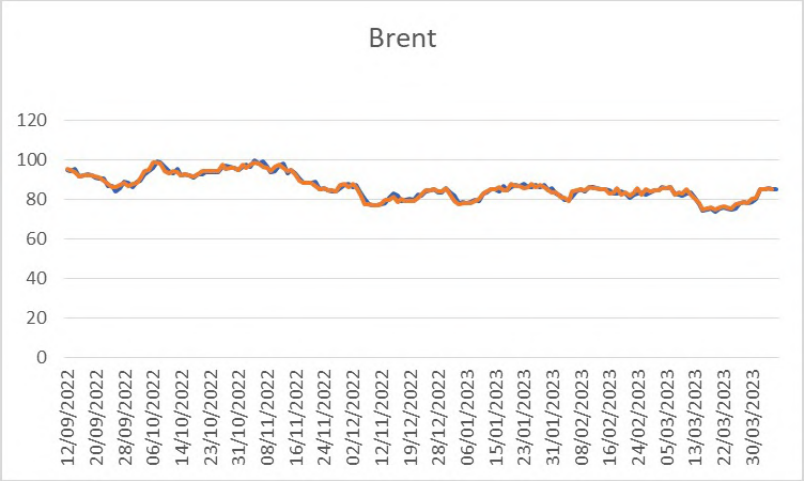
Tabel 4.22 Hasil peramalan 25% DBLC1

t	Tanggal	Data Aktual	Peramalan Awal (F_t)	Penyesuaian	F'_t
1.	12-09-2022	93.36	-	-	-
2.	13-09-2022	92.51	92.94	-1.48	91.47
3.	14-09-2022	93.35	92.24	1.48	93.71
4.	15-09-2022	91.98	92.93	-1.48	91.96
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
33.	19-10-2022	90.53	89.57	1.48	90.89
34.	20-10-2022	90.54	89.88	0	89.88
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
172.	03-04-2023	84.69	86.87	0	86.87
173.	04-04-2023	84.47	84.93	-1.48	83.46
174.	05-04-2023	84.59	84.75	0	84.75
175.	06-04-2023	84.99	84.85	1.48	86.32

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Berdasarkan Tabel 4.20 hingga Tabel 4.22 di atas telah didapatkan sampel hasil peramalan data kedua yang terdiri dari data aktual, peramalan awal, penyesuaian nilai peramalan, dan peramalan akhir dalam setiap data harga minyak mentah. Melalui hasil peramalan akhir pada Tabel di atas maka dapat diketahui plot dari masing-masing hasil peramalan harga minyak mentah yang dapat diketahui dari Gambar 4.7 hingga Gambar 4.9.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

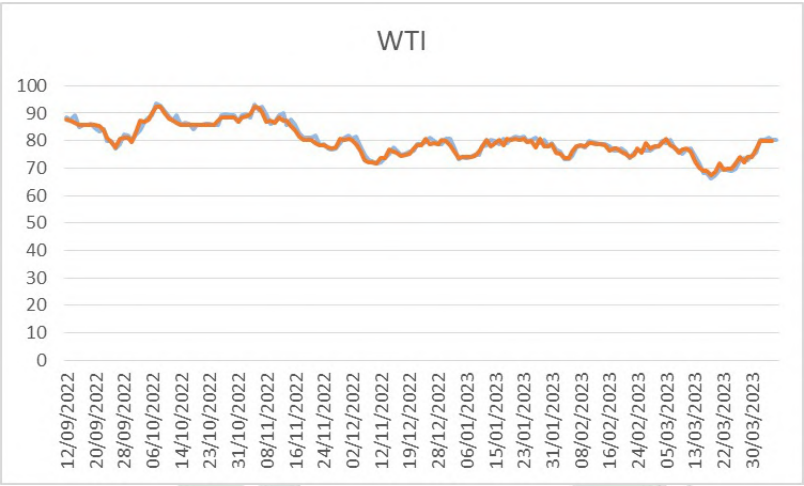


Gambar 4.7 Data aktual dan hasil peramalan Brent data (25%)

Pada Gambar 4.7 di atas memperlihatkan gambaran perbandingan nilai antara data aktual dengan data hasil peramalan dengan memakai metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dimana jumlah data kedua sebanyak 175 data harga minyak mentah Brent periode 12 September 2022 hingga 6 April 2023. Gambar 4.7 memiliki dua grafik dimana pada grafik yang pertama ialah berwana biru merupakan grafik data aktual dan untuk grafik ke dua berwarna jingga ialah grafik hasil peramalan akhir dari data harga minyak mentah Brent. Dalam plot tersebut dapat dilihat data aktual dengan hasil peramalan akhir mempunyai pola yang hampir sama. Tetapi, pada tanggal 12 Januari 2023 terlihat untuk pola hasil peramalan akhir tidak membentuk pola yag sama dengan data aktual harga minyak mentah Brent. Pada tanggal 12 Januari 2023 untuk hasil peramalannya mengalami penurunan dibandingkan dengan data aktualnya 83.66 dan untuk hasil peramalan akhir data harga minyak mentah Brent ialah 82.83. Sedangkan untuk keadaan yang lain memperlihatkan pola grafik yang sama dengan data aktual maka untuk perbedaannya tidak terlalu jauh.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

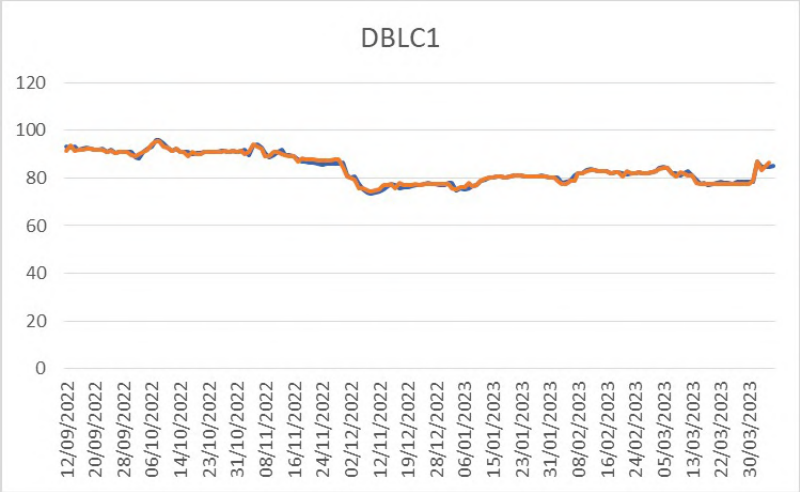


Gambar 4.8 Plot data aktual dan hasil peramalan WTI data (25%))

Visualisasi antara garik perbandingan data aktual dengan data hasil peramalan akhir yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 untuk harga minyak mentah WTI menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan menggunakan data sebanyak 175 dimana dimulai pada tanggal 12 September 2022 hingga 6 April 2023. Dalam gambar plot di atas menunjukkan hasil pramalan akhir dengan data aktual terdapat pola yang hampir sama dengan data aktual harga minyak mentah WTI. Sehingga memiliki perbedaan yang tidak terlalu jauh dibandingkan dengan harga minyak mentah Brent.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 4.9 Plot data aktual dan hasil peramalan DBLC1 data (25%)

Gambar 4.9 di atas memperlihatkan gambaran perbandingan nilai grafik data aktual dengan data hasil peramalan akhir harga minyak mentah jenis BDLC1 dari tanggal 12 September 2022 hingga tanggal 6 April 2023. Pada plot tersebut menunjukkan hasil dari peramalan akhir dengan data aktual memiliki pola yang hampir sama dengan artian perbedaan antara data aktual dan hasil peramalan tidak terlalu jauh pada data harga minyak mentah jenis DBLC1.

Berdasarkan hasil yang disajikan dalam Gambar 4.7 hingga Gambar 4.9 maka dapat disimpulkan untuk implementasi metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada data harga minyak mentah rata-rata memiliki nilai pola data peramalan yang sama dengan data aktual. Minyak mentah jenis Brent, WTI dan DBLC1 memiliki perbedaan yang tidak terlampau jauh antara data aktual dan hasil peramalan akhir. Sehingga, perlu dilakukan perhitungan nilai *error* dari masing-masing data harga minyak mentah untuk menguji keakuratan dari hasil peramalan akhir yang didapatkan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

4.4. Perhitungan Akurasi

Berdasarkan hasil peramalan akhir yang sudah didapatkan maka perlu ditindaklanjuti pengujian dalam data kedua dengan menggunakan nilai *error*. Pada perhitungan nilai *error* yang dilakukan dalam data kedua yang telah dilakukan peramalan. Hal tersebut dilakukan untuk menguji tingkat keakurasian pada model *Fuzzy Time Series Markov Chain* pengujian tingkat keakuratan dalam penelitian ini memakai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan memakai persamaan 2.17. Implementasi dari rumus tersebut ialah pada contoh data harga minyak mentah Brent:

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{\sum_{t=1}^{n} |\frac{Y_t - F'_t}{Y_t}|}{n} \times 100\% \\ &= \frac{|\frac{94.27-95.26}{94.27}| + |\frac{95.38-94.72}{95.38}| + \cdots + |\frac{85.15-85.22}{85.15}|}{175} \times 100\% \\ &= \frac{0.010 + 0.006 + \cdots + 0.001}{175} \times 100\% \\ &= 1.23\% \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Implementasi perhitungan akurasi pada data harga minyak mentah Brent dengan menggunakan nilai akurasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) ialah 1.23%. Sedangkan untuk nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada data harga minyak mentah yang lain dapat dilakukan dengan memakai persamaan yang sama atau bisa ditunjukkan pada Tabel 4.23.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.23 Perhitungan nilai akurasi menggunakan MAPE

Data Minyak	**MAPE**
Brent	1.23%
WTI	1.18%
DBLC1	1%

Pada Tabel 4.23 di atas dapat dilihat untuk rata-rata *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada data harga minyak mentah Brent ialah 1.23%. Harga minyak mentah WTI memiliki harga *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 1.18%, sedangkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk harga minyak mentah DBLC1 sebesar 1%. Dari ketiga jenis harga minyak mentah yang memiliki nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil ialah minyak mentah jenis WTI sedangkan untuk hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terbesar ialah minyak mentah Brent. Tetapi dari ketiga jenis harga minyak mentah memiliki nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) rata-rata kurang dari 10%. Maka dapat diartikan model peramalan yang dilakukan termasuk ke dalam kriteria peramalan sangat baik dan layak untuk digunakan. Maka dapat ditarik kesimpulan model *Fuzzy Time Series Markov Chain* mendapatkan tingkat akurasi sangat baik pada peramalan harga minyak mentah Brent, WTI dan DBLC1.

4.5. Peramalan

Pada data harga minyak mentah metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* mendapatkan nilai akurasi dari setiap data ialah kurang dari 10% atau termasuk dalam kriteria sangat baik, maka untuk itu model yang terbentuk *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada data harga minyak mentah bisa dimanfaatkan untuk peramalan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

beberapa periode ke depan. Sebagaimana hasil peramalan harga minyak mentah Brent, WTI dan DBLC1 dalam periode berikutnya pada Tabel 4.24 hingga Tabel 4.26 berikut.

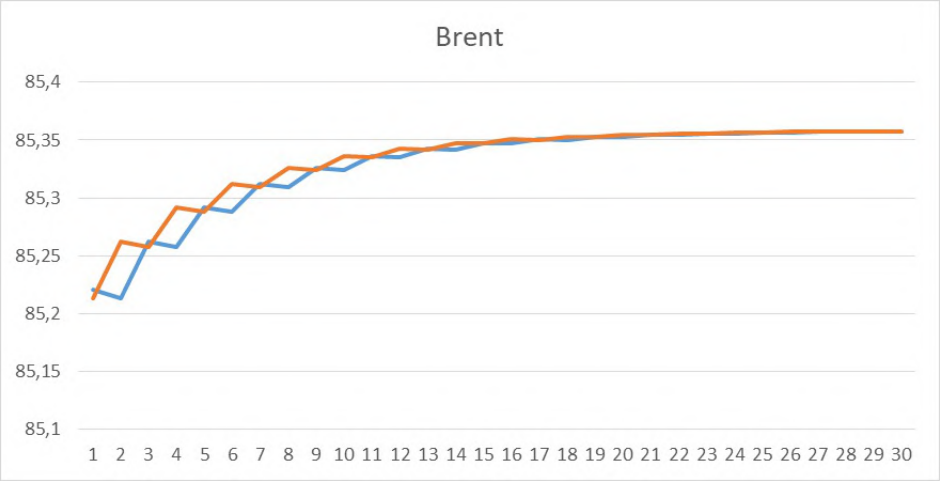
Tabel 4.24 Hasil Peramalan Brent 30 hari ke depan

Tanggal	Data Aktual	Peramalan
06-04-2023	85.15	-
09-04-2023	85.22	85.21
10-04-2023	85.21	85.26
11-04-2023	85.26	85.26
12-04-2023	85.26	85.29
13-04-2023	85.29	85.28
⋮	⋮	⋮
08-05-2023	85.36	85.36
09-05-2023	85.36	85.36
10-05-2023	85.36	85.36
11-05-2023	85.36	85.36
12-05-2023	85.36	85.36

Berikut ini merupakan bentuk plot dari hasil ramalan untuk 30 hari ke depan untuk harga minyak mentah Brent.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 4.10 Hasil peramalan harga minyak mentah Brent

Tabel 4.25 Hasil Peramalan WTI 30 hari ke depan

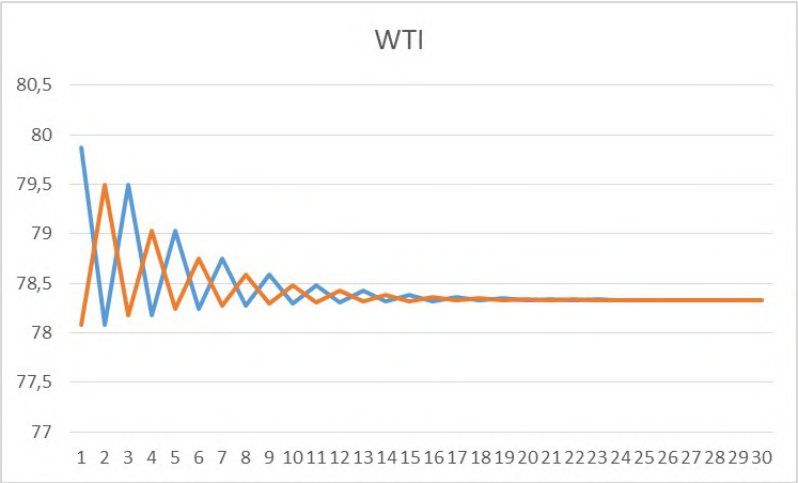
Tanggal	Data Aktual	Peramalan
06-04-2023	80.36	-
09-04-2023	79.87	78.08
10-04-2023	78.08	79.49
11-04-2023	79.49	78.18
12-04-2023	78.18	79.03
13-04-2023	79.03	78.24
⋮	⋮	⋮
08-05-2023	78.33	78.33
09-05-2023	78.33	78.33
10-05-2023	78.33	78.33
11-05-2023	78,33	78,33
12-05-2023	78.33	78.33

Sedangkan bentuk plot dari harga minyak mentah jenis WTI untu periode

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

30 hari ke depan disajikan berikut ini.



Gambar 4.11 Hasil peramalan harga minyak mentah WTI

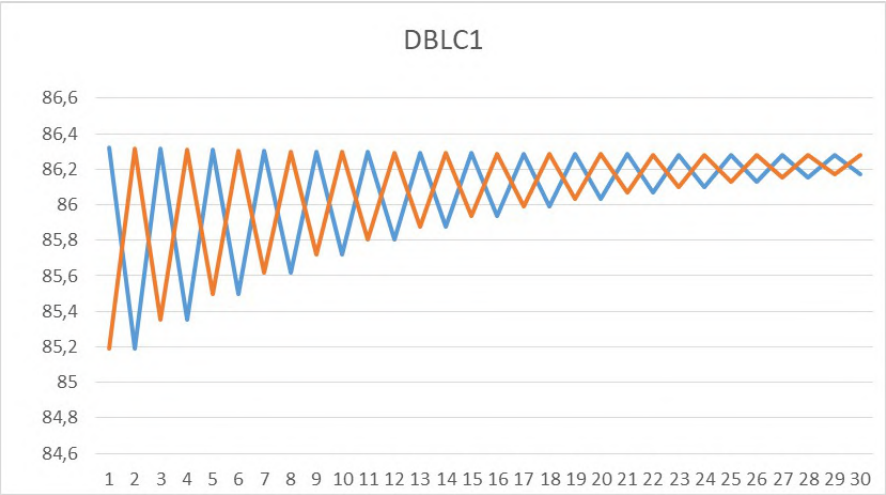
Tabel 4.26 Hasil Peramalan DBLC1 30 hari ke depan

Tanggal	Data Aktual	Peramalan
06-04-2023	84.99	-
09-04-2023	86.32	85.19
10-04-2023	85.19	86.32
11-04-2023	86.32	85.35
12-04-2023	85.35	86.31
13-04-2023	86.31	85.50
⋮	⋮	⋮
08-05-2023	86.13	86.28
09-05-2023	86.28	86.15
10-05-2023	86.15	86.28
11-05-2023	86.28	86.17
12-05-2023	86.17	86.28

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Hasil peramalan harga minyak mentah DBLC1 untuk 30 hari berikutnya disajikan dalam bentuk plot berikut.



Gambar 4.12 Hasil peramalan harga minyak mentah DBLC1

Berdasarkan hasil peramalan harga minyak mentah untuk 30 hari ke depan yang disajikan dalam Tabel 4.24 sampai Tabel 4.26. Sedangkan untuk pola plot hasil peramalan dari masing-masing harga minyak mentah memiliki bentuk yang berbeda-beda. Pada plot harga minyak blent untuk 30 hari ke depan menggambarkan pola harga terus mengalami kenaikan dan untuk selisih dari data aktual dengan hasil peramalan memiliki selisih tidak terlalu jauh. Sedangkan hasil peramalan harga minyak WTI untuk 30 hari ke depan menggambarkan data aktual dan hasil peramalan pada data awal memiliki selisih yang tidak jauh dan pada keadaan pertengahan hasil peramalan menunjukkan keadaan yang stabil. Sedangkan untuk harga minyak mentah jenis DBLC1 didapatkan hasil peramalan yang naik turun dan memiliki selisih antara data aktual dan hasil peramalan.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

4.6. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian menggunakan model *Fuzzy Time Series Markov Chain* ini mendapatkan bentuk peramalan yang sama dengan data aktual dan mendapatkan tingkat akurasi lebih dari 98%. Sehingga nilai akhir dari peramalan dikategorikan sangat baik untuk meramalkan harga minyak mentah Brent, WTI dan DBLC1. Peramalan tersebut memiliki performa yang sangat baik dimana dibuktikan dengan hasil perhitungan *error* kurang dari 10% dan gambaran perbandingan dari data aktual dengan hasil peramalan akhir memiliki perbedaan yang tidak telalu jauh.

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu, penelitian peramalan pemotongan ayam dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* yang menghasilkan tingkat akurasi yang sangat baik dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 1.16% (Desy Ika Puspitasari and Mochammad Arif Afianto, 2017). Selanjutnya penelitian mengenai peramalan volume impor migas menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan metode *Fuzzy Time Series Chen Average*. Pada penelitian ini mendapatkan tingkat akurasi dari metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sangat baik dibandingkan tingkat akurasi dari metode *Fuzzy Time Series Chen Average* dengan hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 7.76% (Yanti et al., 2022). Maka dapat diambil kesimpulan bahwa penerapan dari model *Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam penelitian ini dan penelitian yang lain mendapatkan nilai akurasi yang sangat baik.

4.7. Integrasi Keislaman

Kegiatan jual beli dalam kehidupan masyarakat sudah terjadi sejak jaman nenek moyang. Pda jaman dahulu kegiatan jual beli hanya berupa barang-barang yang bersifat primer seperti makanan dan tempat tinggal. Sistem yang digunakan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

juga mengalami perubahan. Bila pada jaman dahulu dalam melakukan pembayaran umumnya dapat dilakukan dengan barter antar barang, namun seiring berkembangnya jaman sistem pembayaran mulai bergesar kearah uang.

Pada kegiatan jual beli juga membutuhkan waktu yang tepat, seperti jual beli minyak mentah. Sebagaimana yang telah dijelaskan dari pembahasan diatas dapat diketahui bahwa dalam membeli ataupun menjual minyak mentah haruslah pada waktu yang tepat agar tidak mengalami kerugian. Selain melakukan analisis teknikal dan fundamental dalam membeli minyak menyah, prediksi juga diperlukan dalam menganalisis waktu yang tepat. Sebagai umat manusia haruslah dapat memanfaatkan waktu dengan sebaik-baiknya, sebagaimana surat Al-Asr ayat 1-3:

وَٱلْعَصْرِ (١) إِنَّ ٱلْإِنسَٰنَ لَفِى خُسْرٍ (٢) إِلَّا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوا۟ وَعَمِلُوا۟ ٱلصَّٰلِحَٰتِ وَتَوَاصَوْا۟ بِٱلْحَقِّ وَتَوَاصَوْا۟ بِٱلصَّبْرِ (٣)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Artinya: *"Demi masa. Sesungguhnya manusia benar-benar berada dalam kerugian. Kecuali orang-orang yang beriman dan beramal saleh serta saling menasihati untuk kebenaran dan kesabaran."*

Pada ayat tersebut menjelaskan pentingnya memanfaatkan waktu, serta mengisinya dengan kesibukan yang berfaedah. Namun bila waktu tidak digunakan dengan baik maka Allah SWT nyatakan seseorang akan mengalami kerugian dan celaka nantinya. Dan manusia juga hendaknya saling menasihati satu sama lain untuk menaati kebenaran Allah SWT yang dibawa nabi SAW, serta besabar, menjauhkan diri dari perbuatan maksiat dan dosa karena dorongan hawa nafsunya. Sedangkan pentingnya memanfaatkan waktu dengan sebaik-baiknya telah

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

disampaikan hadist HR.Bukhari melalui sabda Rasulullah SAW.

عَنْ عَبْدِ اللهِ بْنِ عُمَر رَضِيَ الله عَنْهُمَا قَالَ : أَخَذَ رَسُوْلُ اللهِ صَلَّى الله عَلَيْهِ
وَسَلَّمَ بِمَنْكِبِي فَقَالَ: كُنْ فِي الدُّنْيَا كَأَنَّكَ غَرِيْبٌ أَوْ عَابِرُسَبِيْلٍ وَكَانَ ابْنُ عُمَرُ
يَقُوْلُ إِذَا أَمْسَيْتَ فَلاَ تَنْتَظِرِ الصَّبَاحَ وَإِذَا أَصْبَحْتَ فَلاَ تَنْتَظِرِ الْمَسَاءَ وَخُذْ مِنْ
صِحَّتِكَ لِمَرَضِكَ وَ مِنْ حَيَاتِكَ لِمَوْتِكَ رواه البخاري.

Dari Abdullah bin Umar ia berkata: *"Rasulullah SAW memegang kedua pundakku seraya bersabda, "jadilah kamu di dunia ini seakan-akan kamu orang asing atau orang yang melewati suatu jalan", Ibnu Umar berkata "Apabila kamu berada di sore hari janganlah kamu menunggu (melakukan sesuatu) hingga pagihari (datang), apabila kamu berada di padi hari jangankah menunggu (melakukan sesuatu) hingga sore (datang), gunakan waktu sehatmu untuk menghadapi sakitmu, dan waktu hidupmu untuk menghadapi matimu."* (HR.Buhhari)

Dari ayat dan hadist diatas mengingatkan betapa pentingnya waktu. sebagai umat manusia harus diusahakan agar dapat memanfaatkan waktu dengan baik, serta dapat melakukan hal-hal produktif setiap waktu. Jangan menunda-nunda suatupekerjaan seakan manusia mempunyai banyak waktu. Begitulah dengan jual beli minyak mentah, saat harga minyak mentah turun ataupun naik harus dapat memutuskan untuk menjual, membeli ataupun tetap menahan minyak mentah tersebut tetap dalam genggaman. Hal tersebut haruslah tetap disertai dengan informasi-informasi yang akurat agar keputusan yang diambil benar.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penjelasan yang terdapat pada bab sebelumya sehingga didapatkan kesimpulan sebagaimana berikut ini:

1. Peramalan dari harga minyak metah dunia jenis Brent blend, WTI, dan DBLC1 mendapatkan 30 hari ke depan dari masing-masing data. Peramalan pada t = 1 atau pada tanggal 09 April 2023 dalam data harga Brent, WTI dan DBLC1 masing-masing adalah sebesar 85.21; 78.08 dan 85.19. Hasil peramalan harga minyak mentah dunia untuk masing-masing data dari hari ke hari mengalami peningkatan, hal ini menunjukkan bahwa harga minyak mentah dunia jenis brent diprediksi mengalami kenaikan secara berkala. Sedangkan untuk harga minyak mentah WTI diprediksi untuk hari ke hari mengalami kestabilan. Dan untuk harga minyak metah DBLC1 untuk hari ke hari berikutnya diprediksi naik turun. Hasil peramalan untuk 30 hari kedepan ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan $F_t' = F_t + D$

2. Nilai akurasi yang didapatkan pada peramalan harga minyak metah jenis Brent, WTI dan Dubai Crude menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* mendapatkan nilai akurasi leih dari 98%. Pada penelitian ini ditunjukkan dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) harga minyak mentah jenis Brent, WTI dan Dubai Crude masing-masing ialah 1.23%, 1.18% dan 1%. Rata-rata untuk nilai *Mean Absolute Percentage*

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Error (MAPE) dari ketiga jenis minyak mentah memiliki rata-rata kurang dari 10% dimana termasuk dalam kategori sangat baik pada kegiatan peramalan.

5.2. Saran

Sesudah didapatkan hasil dan juga pembahasan dari implementasi dari metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam meramalkan data harga minyak mentah dunia jenis Brent, WTI dan Dubai Crude dari tanggal 3 Januari 2021 hingga tanggal 6 April 2023 sehingga diperoleh beberapa saran dalam mengembangkan penelitian selanjutnya. Pertama, untuk peneliti selanjutnya dapat melakukan peramalan harga minyak mentah jenis yang lain. kedua, Peneliti selanjutnya dapat membandingkan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan metode *Fuzzy Time Series* yang lainnya. Ketiga, penelitian ini diharapkan dapat menjadikan acuan untuk calon importer minyak mentah sebagai pertimbangan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Admirani, I. (2018). Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Laba Pada Perusahaan. *JUPITER (Jurnal Penelit. Ilmu dan Teknol. Komputer)*, 10(1):19–31.

Andriyani, V. and Budiman, S. A. (2021). Pengaruh Harga Emas Dunia Dan Jumlah Uang Beredar Terhadap Indeks Harga Saham Jakarta Islamic Indeks. *Sakuntala*, 1(1):488–503.

Arnita, N, A., and F, M. (2020). A Comparison of The Fuzzy Time Series Methods of Chen , Cheng and Markov Chain in Predicting Rainfall in Medan. *Conf. Ser.*, 1(1462):0–11.

Binar, R. D. P. A., Moh, H., Nurissaidah, U., and Fajar, S. (2018). Penerapan Model FTS -Markov Chain untuk Peramalan Cuaca di Jalur Penyeberangan Gresik-Bawean. *SIMANIS (Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai Islam)*, 2(1):1–9.

Bintang, A. S., Huang, W.-c., and Asmara, R. (2019). Forecasting Of Indonesia Seaweed Export: A Comparison Of Fuzzy Time Series With And Without Markov Chain. *Agric. Socio-Economics J.*, XIX(3):155–164.

Dahiri (2020). *Harga Minyak dan Komoditas Unggulan Indonesia: Perkembangan dan Determinannya*. Jakarta Pusat.

Desy Ika Puspitasari and Mochammad Arif Afianto (2017). Implementasi Fuzzy

UIN SUNAN AMPEL S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Time Series Markov Chain Model (Ftsmcm) Dalam Prediksi Jumlah Produksi Ayam Potong. *J. Teknol. Inf. Univ. Lambung Mangkurat*, 2(2):45–50.

Dimasti, D. (2022). Analisis Dampak Konflik Rusia-Ukraina Terhadap Haega Bahan Bakar Minyak Indonesia. *Cendekia (Jurnal Ilmu Pengetahuan)*, 2(3):261–269.

Dina, Y. H. and Sugiman (2021). Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Amerika dengan Metode Fuzzy Time Series (FTS) Markov Chain. *UNNES J. Math.*, 10(2):85–95.

Dwi, A. F., Mutammimul, U., and Asrianda (2017). Implementasi Fuzzy Time Series pada Peramalan Penjualan Tabung Gas LPG di UD.Samudera LPG Lhokseumawe. *J. Sist. Inf.*, 2598(599x):1–25.

Ekananta, Y., Muflikhah, L., and Dewi, C. (2018). Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia. *J. Univ. Brawijaya*, 2(3):1283–1288.

Elfajar, A. B., Setiawan, B. D., and Dewi, C. (2017). Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, 1(2):85–94.

Gupta, N. and Nigam, S. (2020). Crude Oil Price Prediction using Artificial Neural Network. *Procedia Comput. Sci.*, 170:642–647.

Gusti, A. D. A. M. and Luh, P. W. (2018). Pengaruh Suku Bungah The Fed, Harga Minyak dan Inflansi Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Di Bursa Efek Indonesia. *Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, 5(2337-3067):1261–1288.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Hadinagara, D. and Noeryanti, N. (2019). Peramalan Harga Saham pada Indeks LQ45 Menggunakan Fuzzy Time Series Markov Chain Dan Modifikasi Double Exponential Smoothing. *J. Stat. Ind. dan Komputasi*, 4(2):11–21.

He, D., Peng, H., Zhang, D., and Zhang, J. (2019). Forecasting with Feed Forward Neural Network model and adaptive simulated annealing algorithm (Case : world crude oil prices that was published by OPEC) Forecasting with Feed Forward Neural Network model and adaptive simulated annealing algorithm (Case. *Journal of Physics: Conference Series*, 1217(IOP):1–11.

Id.investing. Pasar Keuangan Dunia. https://id.investing.com/markets/.

Jatmiko, Y. A., Rahayu, R. L., and Darmawan, G. (2017). Perbandingan Keakuratan Hasil Peramalan Produksi Bawang Merah Metode Holt-Winters dengan Singular Spectrum Analysis (SSA). 03(01):13–22.

Kurniawan, F. A. (2018). Aplikasi Markov Chain Untuk Memprediksi Tekanan Darah. *Telekomun. dan Komput.*, 8(2):103—-119.

Lu, Q., Sun, S., Duan, H., and Wang, S. (2021). Analysis and forecasting of crude oil price based on the variable selection-LSTM integrated model. *Energy Informatics*, 4(Suppl 2).

Maria, T. J., Kris, S., and Libertania, M. M. E. U. (2019). Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dolar dengan FTS-Markov Chain dan Hidden Markov Model. *J. Deriv. J. Mat. Pendidik. Mat.*, 6(1):32–41.

Miao, H., Ramchander, S., Wang, T., and Yang, D. (2017). Influential factors in crude oil price forecasting. *Energy Econ.*, 68:1–41.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Muhammad, M. (2018). Sebaran dan Peramalan Mahasiswa Baru Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Purwokerto dengan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *MAJU J. Ilm. Pendidik. Mat.*, 3(2):48–58.

Muhammad, M., Wahyuningsih, S., and Siringoringo, M. (2021). Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan Menggunakan Fuzzy Time Series Lee. *Jambura J. Math.*, 3(1):1–15.

Naderi, M., Khamehchi, E., and Karimi, B. (2019). Novel statistical forecasting models for crude oil price, gas price, and interest rate based on meta-heuristic bat algorithm. *J. Pet. Sci. Eng.*, 172:1–25.

Nonejad, N. (2019). Crude oil price volatility and short-term predictability of the real U . S . GDP growth rate. *Econ. Lett.*, (xxxx):108527.

Nur Budiman, S. N. (2021). Peramalan Stock Barang Dagangan Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, 7(2):113–121.

Pambudi, R. A., Setiawan, B. D., and Wijoyo, S. H. (2018). Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api. *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, 2(11):4767–4776.

Rahmah, E. H. O. and Irawan, M. I. (2019). Penerapan Fuzzy Time Series Dalam Peramalan Nilai KWH Listrik Golongan Tarif Rumah Tangga di Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(1).

Rifki, I. P., Danang, Y., and Endah, W. (2020). Fuzzy Time Series Model Cheng untuk Meramalkan Volume Hasil Panen pada Tanaman Garut. *Telematika*, 17(1):11–17.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Rizanti, I. N. and Soehardjoepri, S. (2017). Prediksi Produksi Kayu Bundar Kabupaten Malang Dengan Menggunakan Metode Markov Chains. *J. Sains dan Seni ITS*, 6(2).

Safitri, Y., Wahyuningsih, S., and Goejantoro, R. (2018). Peramalan dengan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain (Studi Kasus : Harga Penutupan Saham PT . Radiant Utama Interinsco Tbk Periode Januari 2011 – Maret 2017). *J. Eksponensial*, 9(1):51–58.

Saira, Y. A. and Moh, H. (2020). Analisis Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar dan Yuan Menggunakan FTS-Markov Chain. *J. Pendidik. Mat. dan Mat. Progr. Stud. Pendidik. Mat. Fak. Kegur. dan Ilmu Pendidik. Univ. Islam Lamongan*, 2(2):102–113.

Sarah, A. and Widya, N. T. (2017). Peramalan Jumlah Tandan Buah Segar (TBS) Kepala Sawit dengan Metode Fuzzy Time Series Chen dan Algoritma Ruey Chyn Tsur (Studi Kasus Pada PT.XYZ). *PASTI*, 8:36–48.

Setiawan, D. A., Wahyuningsih, S., and Goejantoro, R. (2020). Peramalan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Winter ' s dan Pegel ' s Exponential Smoothing dengan Pemantauan Tracking Signal. *JAMBURA J. Math.*, 2(1):1–14.

Setiyowati, E., Rusgiyono, A., and Tarno, T. (2018). Model Kombinasi Arima Dalam Peramalan Harga Minyak Mentah Dunia. *J. Gaussian*, 7(1):54–63.

Sugumonrong, D. P., Handinata, A., and Anton, T. (2019). Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Model Algoritma Chen. *J. Informatics*, 1(1):48–54.

Wiharja, A. F. and Ningrum, H. F. (2020). Analisis Prediksi Penjualan Produk PT

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

. Joenoes Ikamulya Menggunakan 4 Metode Peramalan Time Series. *Ris. Bisnis dan Manaj.*, 2(1):43–51.

Xi, X., Zhou, J., Gao, X., Liu, D., Zheng, H., and Sun, Q. (2019). Impact of changes in crude oil trade network patterns on national economy. *Energy Econ.*, (xxxx):104490.

Yanti, T. S., Statistika, P., Matematika, F., and Alam, P. (2022). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain dan Fuzzy Time Series Chen Average Based untuk Peramalan Volume Impor Migas. *Bandung Conf. Ser. Stat.*, 2:207–216.

Zaccheaus, O. D. and Ajuwon, O. S. (2019). Oil Price Dynamics and The Nigerian Banks Proitability. *The Journal of Deveping Areas,*, 53(2).

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id