

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang menggunakan metode fuzzy time series sebagian besar digarap oleh peneliti lain dengan tujuan meramalkan tragedi di masa depan dari data tersebut, seperti prediksi curah hujan, indeks harga saham, dan jumlah calon mahasiswa. di kampus tertentu.

Tabel 2. 1 Penelitian sebelumnya

No, judul, kompering, kontransting, kritisize, sistesis, sum

No	Judul	Comparing	contrasting	Criticize	synthesize	summary
1	Forecasting Jumlah Perkara Perceraian Menggunakan Single Moving Average di Pengadilan Agama Sumber [10]	Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan single moving average untuk meramalkan perceraian di sumber	Membuat aplikasi peramalan menggunakan metode moving average	Moving average hanya kurang cocok terhadap data fluktuatif dan kurang dalam mendefinisikan data baru	Aplikasi ini dimasukkan sistem sehingga user akan mengetahui angka perceraian di masa depan	Penelitian ini membuat aplikasi dengan metode moving average untuk mengestimasi perceraian di sumber

No	Judul	Comparing	contrasting	Criticize	synthesize	summary
2	Prediksi Kasus Covid-19 di Indonesia Menggunakan Metode Backpropagation dan Fuzzy Tsukamoto [11]	Mengestimasi perkara covid-19 di indonesia pakai Metode Backpropagation dan Fuzzy Tsukamoto.	Data dan metode yang digunakan namun tujuan sama yakni estimasi sebuah tragedi	belum ada pengetahuan sistematik yang baku dan seragam tentang metodologi pemecahan problema kendali menggunakan pengendali fuzzy.	Perhitungan menggunakan metode Backpropagation dikombinasikan dengan Fuzzy Tsukamoto untuk estimasi tragedi covid-19 di Indonesia.	Fuzzy Tsukamoto dikombinasikan dengan Backpropagation bertujuan untuk estimasi perkara covid-19 di Indonesia.
3	Model Ruyechyn Tsaur Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Pendaftaran Mahasiswa Baru[12]	Algoritma yang digunakan pada penelitian ini ialah Ruyechyn Tsaur untuk memprediksi mahasiswa baru di Politeknik	Metode dan penggunaan data penelitian ini berbeda namun tujuan sama yakni estimasi sebuah kejadian.	Kurang bisa membedakan prediksi dan peramalan serta logika fuzzy kurang pengendalian masalah.	prediksi banyaknya mahasiswa yang di Politeknik Negeri Sriwijaya, penelitian ini kurang memahami arti dari prediksi dan peramalan,	Untuk mengukur banyaknya mahasiswa baru di Politeknik Negeri Sriwijaya maka dibuat perhitungan dengan fuzzy time series ruyechyn

No	Judul	Comparing	contrasting	Criticize	synthesize	summary
		Negeri Sriwijaya			kedua sama namun berbeda.	tsaur untuk mengestimasi masalah tersebut.
4	PERBANDINGAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT DAN FUZZY TIME SERIES CHEN UNTUK PERAMALAN HARGA PALLADIUM[13]	Penelitian ini membandingkan metode double exponential smoothing dan fuzzy time series chen untuk meramal harga palladium.	Data yang digunakan adalah harga palladium, untuk meramalkan harga palladium diperlukan metode tersebut.	Dalam jurnalnya tujuannya tidak terlalu nyambung dengan judul	Meramalkan harga palladium dengan perhitungan menggunakan metode tersebut. Dan mencari mana metode yang cocok untuk masalah harga palladium.	Fuzzy time series chen lah yang terbaik dalam peramalan untuk kasus harga palladium.

No	Judul	Comparing	contrasting	Criticize	synthesize	summary
5	Peramalan Menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Cheng Dan <i>Double Exponential Smoothing</i> (Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara Di Candi Borobudur)[14]	Kasus pada penelitian ini ialah jumlah wisatawan asing di borobudur. Dari kasus ini maka diperlukan peramalan menggunakan n fts cheng dan double exponential untuk meramalkannya.	Tujuan dari penelitian ini sama namun perbedaan dari metode yang dibandingkan dan kasus yang akan diestimasi.	Judul tidak mendeskripsikan abstrak, tujuan penelitian tidak jelas.	Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> dan fts cheng adalah metode untuk meramalkan kasus wisatawan asing. Maka diperlukan perhitungan pada masalah tersebut dan membandingkan mana yang lebih baik	Fts cheng menjadi metode yang cocok untuk permasalahan wisatawan asing.
6	Perbandingan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Markov Chain dan <i>Fuzzy Time Series</i> Chen Average Based untuk Peramalan	Metode yang digunakan untuk melakukan perbandingan menggunakan n fts markov chain dengan fts chen.	Fts chen menjadi pembandingan dan kasus pada penelitian ini adalah	Dalam jurnalnya tujuannya tidak terlalu nyambung dengan judul	Perhitungan pada penelitian ini menggunakan algoritma fts cheng dan markov chain, yang menghasilk	Fts markov chain menjadi metode yang cocok untuk meramalkan kasus impor migas.

No	Judul	Comparing	contrasting	Criticize	synthesize	summary
	Volume Impor Migas[15].				an metode mana yang terbaik pada kasus volume impor migas	

“FORECASTING JUMLAH PERKARA PERCERAIAN MENGGUNAKAN SINGLE MOVING AVERAGE DI PENGADILAN AGAMA SUMBER” jurnal yang ditulis oleh Otong Saeful Bachri pada bulan november 2019[10]. Pada jurnal ini bertujuan untuk meramalkan jumlah perceraian dengan metode moving average. Kekurangan dari metode moving average seperti metode hanya cocok digunakan pada data konstan dan kurang memperhatikan hubungan antar data daripada hubungan antar pola data.

Fra Siskus Dian Arianto dan Noviyanti menulis jurnal dengan judul “PREDIKSI KASUS COVID-19 DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION DAN FUZZY TSUKAMOTO” pada tahun 2020 dengan tujuan mulia yakni memprediksi kasus covid-19, karena pada saat itu kasusnya sedang tinggi-tinggi yang mengakibatkan stok makanan, obat-obatan berkurang[11]. Hal ini yang menjadi acuan pada jurnal ini supaya dengan prediksi ini stok bahan makanan maupun obat-obatan bisa dipenuhi oleh semua lapisan masyarakat untuk periode yang tidak ditentukan. Kekurangan dari pada metode fuzzy tsukamoto adalah

tidak bisa beradaptasi dengan data trend, metode terlalu sederhana yang membuat hasil dari peramalannya dipertanyakan.

“Model Ruey Chyn Tsaur Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Pendaftaran Mahasiswa Baru” jurnal yang ditulis oleh Ica Admirani pada oktober 2020. Tujuan dari jurnal ini adalah untuk memprediksi mahasiswa baru di Politeknik Negeri Sriwijaya menggunakan metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur[12]. kekurangan dari jurnal ini terkait jumlah data yang digunakan dan penggunaan istilah prediksi pada metode fuzzy time series. Hasil ketepatan peramalan di bawah 10 persen berarti metodenya bagus untuk dilakukannya peramalan pada kasus pendaftar mahasiswa baru.

“PERBANDINGAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT DAN FUZZY TIME SERIES CHEN UNTUK PERAMALAN HARGA PALLADIUM” jurnal yang ditulis oleh Anes Desduana Selasakmida dan rekan pada bulan Desember 2021 berisi tentang membandingkan metode DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT DAN FUZZY TIME SERIES CHEN [13]. Penelitian ini menyatakan bahwa metode yang cocok untuk kasus harga palladium adalah DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT padahal fuzzy time series bisa beradaptasi dengan data trend.

“Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng Dan Double Exponential Smoothing (Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara Di Candi Borobudur)” jurnal yang dipublikasi pada bulan maret tahun 2019 yang ditulis oleh Petrus Kanisius Ola [14]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan Metode Fuzzy Time Series Cheng Dan Double Exponential Smoothing, metode fuzzy time series cheng yang menjadi metode yang cocok pada kasus Jumlah Wisatawan Mancanegara Di Candi Borobudur dengan nilai MAPE terkecil dibanding pembandingnya. Kurang dari penelitian ini adalah penggunaan dataset sebanyak 15 seharusnya minimal 30 dataset.

“Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain dan Fuzzy Time Series Chen Average Based untuk Peramalan Volume Impor Migas”. Jurnal yang dipublikasi pada bulan Juli 2022 menjelaskan tentang mencari metode yang cocok untuk meramalkan volume migas antara metode Fuzzy Time Series Markov Chain dan Fuzzy Time Series Chen [15]. Metode fuzzy time series cheng menjadi metode yang cocok untuk meramalkan volume impor migas dengan nilai ketepatannya lebih kecil. Kekurangan dari penelitian ini adalah masalah data set yang kurang dari 30 dataset. Dimana syarat untuk melakukan penelitian yang baik adalah penggunaan dataset lebih dari 30.

Dari berbagai asal penelitian yang dijadikan tumpuan dalam mengerjakan penelitian dapat disimpulkan bahwa keperluan penyokong keputusan sangat dibutuhkan di berbagai bidang. Penelitian sebelumnya yang menjadi tumpuan utama adalah penelitian nomer 1 pada tabel karena memiliki studi kasus yang serupa. Perbedaan terletak pada metode yang digunakan, data yang digunakan dan tujuan dari penelitian yang tidak semata penerapan dari metode namun membandingkan metode yang cocok untuk meramalkan data perceraian di Purwokerto.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Perceraian

Setiap Saat memulai sebuah keluarga, setiap pasangan ingin rumahnya lengkap. Namun, fakta menunjukkan bahwa angka perceraian semakin meningkat. Perceraian sudah menjadi hal yang lumrah bagi pasangan suami istri akibat tekanan sosial (social pressure) untuk menjadikannya bukan perkara yang tabu atau aib. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, perceraian hanyalah putusny suatu perkawinan[1]. Mereka dapat meminta cerai dari pemerintah jika kedua pasangan ingin melanjutkan pernikahan mereka. Pasutri tersebut mesti menetapkan bagaimana memisah aset perkawinan mereka (seperti tempat tinggal, kendaraan,

perabot, atau kontrak) dan bagaimana mereka akan menanggung biaya dan tanggung jawab mengasuh anak-anak mereka selama perceraian. Perceraian diatur oleh undang-undang dan peraturan di negara maju dan berkembang, dan pasutri tersebut diminta hadir di pengadilan. Subekti[5] mendefinisikan perceraian sebagai keputusan yang dibuat oleh hakim untuk mengakhiri perkawinan atas permintaan salah satu pihak. Sudut pandang lain yang dikemukakan Razak adalah bahwa perceraian menandakan berakhirnya hubungan suami istri. meskipun undang-undang mengatakan tidak.

Faktor yang mempengaruhi perceraian dalam pernikahan antara lain[16]:

1. Ekonomi

Peran pelaku perceraian berada pada usia keperluan ekonomi yang menekan kedua pasangan mesti bertindak untuk memenuhi kebutuhan ekonomi keluarga, sehingga acapkali kontras terhadap pendapatan atau gaji menciptakan tiap pasangan berselisih, terlebih jika suami tidak bekerja. Agoes menerangkan bahwa “Banyak pasutri dari kelompok keluarga yang minim penghasilan seringkali perceraian terjadi sebab suami tidak dapat menunaikan kebutuhan materi dan non materi”. Pendapat tersebut memperkuat bahwa bersitegang yang terus-menerus terjadi di lingkungan keluarga akibat sang suami tidak dapat mencukupi kebutuhan sehari-hari, lama-lama sang istri mengalami kecewa dan merasa menderita atau pun tersiksa, sehingga dengan kondisi seperti ini akan memicu timbul perceraian.

2. Kurang pengetahuan terhadap agama

Ketika aktivitas di luar rumah melampaui apa yang dianggap wajar, seringkali menimbulkan pertengkaran antara suami dan istri. Andai saja kepala keluarga dan ibu rumah tangga tahu tentang agama, pasti mereka tahu apa perannya. Misalnya, seorang ayah akan selalu pulang ke rumah pada waktunya, dan ibu akan senantiasa mempedulikan bagaimana situasi tempat tinggalnya. "Biasanya orang yang paham dan tekun menjalankan keyakinan agama dalam kehidupannya, akhlaknya juga bisa dipertanggungjawabkan," kata Daradjat. "Sebaliknya, orang yang moralnya anjlok, biasanya kurang atau tak mempercayai sama sekali pada agama." Sementara itu, Aziz menyatakan bahwa "kurangnya pengetahuan agama menjadi penyebab banyak perceraian." Akibatnya, agama memainkan peran penting dalam mencapai keharmonisan keluarga dan dapat meredakan ketegangan keluarga. Demikian pula, semakin jauh sebuah keluarga dari ketentuan agama, maka semakin besar kemungkinan keluarga itu berantakan dan sulit dibangun kembali.

3. Ketidaksesuaian pendapat dalam rumah tangga

Naqiyah menyatakan, "Kurangnya kecerdasan emosional dalam memahami perasaan pasangan ditengarai menjadi polemik penyebab ketidakharmonisan rumah tangga." Maria, di sisi lain, berpendapat bahwa "integrasi" mengacu pada metode menyatukan dua individu yang dipertahankan selama pernikahan. saat tahapan integrasi itu sendiri, biasanya terdapat macam-macam masalah fisik, mental, atau emosional yang mendatangkan perselisihan pada suami dan istri, memiliki sikap yang berbeda, atau bertindak berbeda. Ketidaksepakatan ini dapat menimbulkan perasaan jengkel,

marah, benci, curiga, dan bahkan kesal, yang terkadang dapat mengakibatkan tragedi signifikan yang dikenal sebagai "perceraian". Sejalan dengan itu, Fahmi berpendapat bahwa “ada batasan mengenai broken home, yaitu rumah yang menjadi pokok utama tidak adanya keharmonisan”. Dapat disimpulkan bahwa musyawarah untuk mufakat sangat berperan penting dalam kehidupan keluarga karena berpotensi memberikan kontribusi nyata bagi perkembangan pilar-pilar fundamental yang dapat mendukung terciptanya keluarga yang damai dan langgeng. Kesimpulan ini dapat ditarik berlandaskan teori yang telah dikemukakan diatas. Sementara itu, miskomunikasi antar pasangan bisa berakhir pada perceraian.

4. Kekerasan dalam rumah tangga

Cinta dan kasih sayang memburuk sebagai akibat dari amukan, pertengkaran, perselisihan, dan permusuhan yang berkelanjutan. Kebencian dan prasangka terhadap pasangan Anda hanya tumbuh saat Anda bertengkar. Argumen yang tidak terkendali akan mengakibatkan hilangnya kepercayaan dan terus berujung pada perceraian. Meskipun mereka mampu memahami perasaan satu sama lain, mengungkapkan empati satu sama lain, dan bersedia memaafkan kesalahan pasangannya, pertengkaran berakhir dengan baik.

5. Belum memiliki keturunan

Setiap suami istri pasti mendambakan memiliki anak karena memiliki anak membuat rumah terasa lengkap. Anak-anak dapat membuat obat hati. Pasangan ini sering bertengkar karena belum dikaruniai anak. mereka sering mengatakan salah satunya tidak subur, sehingga tidak bisa

punya anak. Istri yang selalu dituding tidak bisa punya anak adalah pihak yang paling sering terkena dampak ketika sering terjadi pertengkaran tersebut.

Riwayat hidup suami istri yang sangat berbeda bisa berdampak buruk bagi rumah tangga. “Keduanya bermula dari daerah yang sama dengan lingkungan budaya dan agama yang sama,” kata Gunarsih. Namun, pendekatan pendidikan dan lingkungan keluarga mereka sangat berbeda. Ada perbedaan pendapat dan konflik setelah menikah. Seperti yang terlihat dari pendapat diatas, mereka berasal dari daerah yang sama meskipun memiliki pendidikan agama yang sama. Kehidupan dua orang tidak akan harmonis atau nyaman akibat hal ini. karena masih ada beberapa dari mereka yang hidupnya sangat berbeda satu sama lain[5].

Usia muda memainkan peran besar dalam pernikahan karena kaum muda tidak mampu menyelesaikan masalah di rumah, sehingga mengakhiri pernikahan dipandang sebagai cara tercepat dan paling efektif untuk melakukannya. Faktor ekonomi yang sering menimbulkan pertengkaran dalam keluarga. Saat ini persoalan ekonomi menjadi kompleks karena kebutuhan terus meningkat dan pendapatan rendah. Penghasilan rendah ini sering menyebabkan perceraian dan meninggalkan anak-anak.

2.2.2 Peramalan

Peramalan Proses memprediksi nilai suatu variabel di masa depan dengan memanfaatkan nilainya di masa lalu, sekarang, atau menurut variabel terkait dikenal dengan peramalan [17]. Peramalan terjadi, menurut Makridakis, Wheelwright, dan McGee, sebab adanya jeda durasi antara paham akan kebutuhan atau kejadian di masa depan dan kejadian sebenarnya. Alasan utama diperlukannya

perencanaan dan peramalan adalah adanya periode rentan yang berkepanjangan. Oleh karena itu, peramalan diperlukan untuk mengidentifikasi kejadian di masa depan dan mengambil tindakan yang tepat. Prasetya dan Lukiasuti mendefinisikan peramalan sebagai proses menganalisis masa lalu bakal prediksi tentang masa depan. Selain itu, Fahmi menegaskan bahwa perkiraan yang dibuat oleh Wilandari dan Sudarsono merupakan perkiraan kejadian di masa depan. Peramalan didasarkan pada data dari masa lalu yang dianalisis dengan cara spesifik[17]. Aturan prediksi prasetel berdampak pada kedua hasil studi. Tujuan lain dari peramalan adalah memberikan contoh tentang apa yang bakal berlangsung di masa depan sehingga data masa lalu dapat digunakan membuat keputusan yang tepat mengenai apa yang mesti dikerjakan selanjutnya demi mendapatkan hasil yang baik. Ada dua jenis peramalan: metode kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif yang biasanya memerlukan analisis statistik dan didasarkan pada pemrosesan data sebelumnya yang sudah dapat diakses melalui pemindaian. Jika tiga persyaratan terpenuhi, peramalan kuantitatif dapat diterapkan [18]. Yang pertama adalah akses ke kondisi masa lalu. Kedua data tersebut dapat dinyatakan secara numerik, dan juga dapat dibayangkan bahwa sejumlah bagian dari rentetan waktu di masa lalu akan berlanjut ke masa depan. Tahapan pengaplikasian algoritma yang dibuat di masa lalu disebut proyeksi, sedangkan proses penerapan algoritma yang akan dibuat di masa depan disebut peramalan. Sesuai dengan uraian sebelumnya, algoritma yang dikembangkan mesti terlebih dahulu diuji dengan tindakan proyeksi bakal mengerti kesesuaiannya untuk digunakan dalam peramalan. Perkiraan aktivitas sangat bergantung pada data. Data tersebut dipecah menjadi data cross sectional dan data time series berdasarkan dimensi waktu.

Time series adalah kumpulan data selama jumlah waktu yang telah ditentukan, seperti jumlah kelahiran dan kematian selama dua belas tahun dalam satu tahun. Data kelahiran dan kematian di suatu wilayah atau negara pada tahun 2000 merupakan contoh data cross sectional, yaitu data yang digabungkan pada tempo spesifik dan tidak memerlukan perubahan dimensi waktu. Data deret waktu adalah jenis data yang lebih cocok untuk peramalan dan proyeksi. Ketika menganalisis metode deret waktu, Makridakis [19] mengatakan bahwa jenis pola data historis yang akan dipilih harus dipertimbangkan. Model horizontal (ketika poin mengalami ketidakstabilan di sekitar nilai rata-rata yang konstan), model musiman (ketika perubahan terjadi secara teratur dalam deret waktu tertentu), pola siklus (ketika kurva trend bergerak naik dan turun seiring waktu), dan trend data pola (ketika data berubah dari waktu ke waktu) adalah kategori utama di mana pola data diklasifikasikan.

Metode yang digunakan selain dibutuhkan metode juga ditentukan oleh kualitas data yang digunakan atau keakuratan ramalan. Bagus tidaknya suatu forecast tergantung dari factor atau faktor data. Keakuratan peramalan yang telah disiapkan dalam melakukan peramalan akan sulit dipercaya selama data atau informasi yang digunakan tidak benar. Akibatnya, akurasi prediksi sangat penting. Namun, penting untuk diingat bahwa prediksi hanyalah prediksi, dan selalu ada ruang untuk kesalahan dan kebebasan. Oleh karena itu, mengurangi kesalahan seminimal mungkin sangatlah penting. Ada sejumlah peran peramalan penting dalam organisasi [20]:

1. Penjadwalan sumber daya yang tersedia

Penjadwalan produksi, transportasi, uang tunai, personalisasi, dan faktor lainnya diperlukan untuk pemanfaatan sumber daya yang efektif. Perkiraan tingkat permintaan bahan, tenaga kerja,

keuangan, atau layanan dari pelanggan atau pelanggannya merupakan komponen penting dari jadwal semacam itu.

2. Penyedia sumber daya tambahan

Beberapa hari hingga beberapa tahun dapat berlalu sebelum makanan dibeli, praktisi baru dipekerjakan, maupun instrumen dan peralatan dibeli. Akan memilih keperluan sumber daya di masa depan, peramalan diperlukan.

3. Penentuan sumber daya yang diinginkan

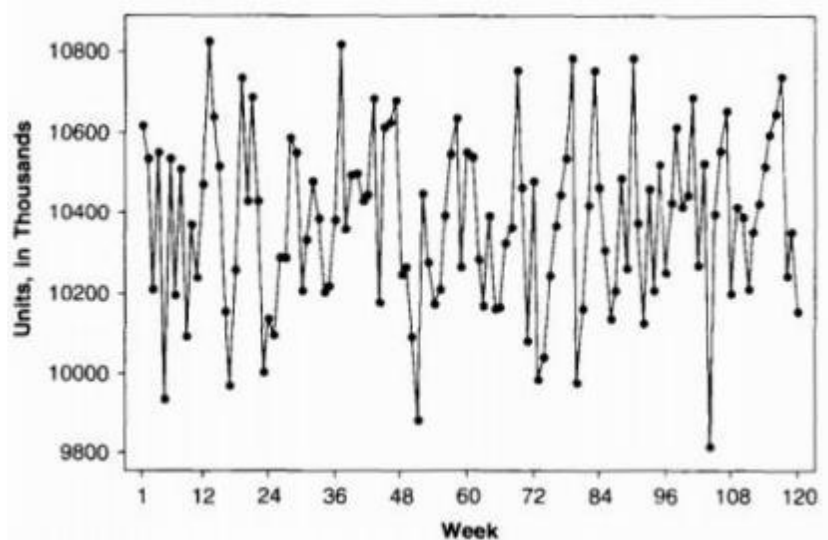
Sumber daya yang ingin dimiliki organisasi untuk tempo yang lama harus ditentukan. Cara berpikir ini didasarkan pada peluang di pasar, lingkungan, dan pertumbuhan sumber daya pelayanan, manusia, produk, dan teknologi di dalam perusahaan. Perkiraan yang baik dan manajer yang mampu memanipulasi perkiraan dan membuat keputusan yang tepat diperlukan untuk semua tindakan ini.

Pola data peramalan Menurut hanke dan wichern, pola data dibedakan menjadi 4 antara lain[20]:

a) Pola data horizontal

Saat data tidak stabil antara angka konstan atau rata-rata yang menciptakan garis horizontal, pola ini muncul. Data adalah fakta konstan.

Contoh pola horizontal

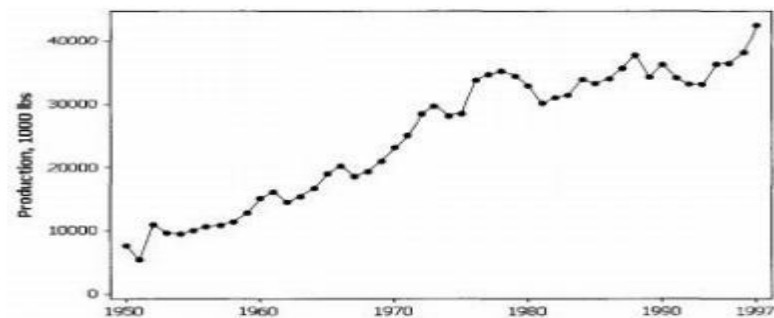


Gambar 2. 1 Pola data horizontal

b) Pola trend

Saat data bergerak dalam satu aspek, baik naik atau turun, dalam rentan waktu tertentu, ini disebut pola tren.

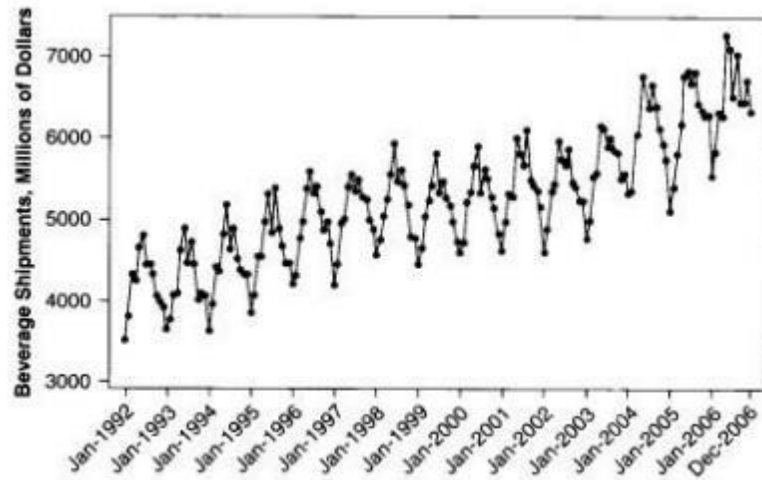
Contoh dari pola trend



Gambar 2. 2 Pola trend

c) Pola siklis

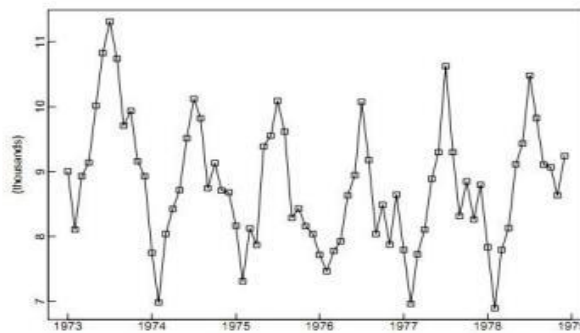
Ketika data mengalami ketidakstabilan secara siklis antara tren atau pun kondisi normal, pola ini muncul. Data perdagangan, industri, dan keuangan adalah contoh data yang selalu tunduk pada pergerakan semacam ini. Contoh dari pola siklis



Gambar 2. 3 Pola siklis

d) Pola musiman

Pola musiman adalah kurva pergerakan yang terjadi secara repetitif tetapi sering selama setahun. Contoh pola musiman adalah pola yang terjadi setiap minggu, bukan setiap kuartal. Data kematian dan kecelakaan biasanya menunjukkan pola ini. Contoh pola musiman



Gambar 2. 4 Pola musiman

2.2.3 Time series

Data yang dikumpulkan secara berkala untuk menunjukkan bagaimana suatu kegiatan berlangsung dikenal sebagai data periodik. Analisis data berkala memberitahu kita bagaimana satu atau lebih peristiwa berkembang dan bagaimana mereka terkait atau memengaruhi peristiwa lain [21]. Adanya data periodik memungkinkan pola pergerakan data atau nilai

variabel untuk diikuti atau diketahui, menjadikan data periodik berguna untuk [21]:

1. Penyusunan kebijakan hari ini.
2. Peramalan kondisi perdagangan dan ekonomi di masa depan.
3. Persiapan tindakan di masa depan.

2.2.4 Logika *fuzzy*

Fuzzy Kata sifat yang artinya tidak jelas, ambigu, atau kabur adalah fuzzy. Kehidupan sehari-hari manusia selalu diikuti dengan ketidakjelasan, ketidakjelasan, atau ketidakjelasan [22]. Logika fuzzy pasti akan dianggap sebagai sesuatu yang tidak menyenangkan dan rumit oleh beberapa non-spesialis yang bahkan belum pernah mendengar atau mempelajarinya. Namun, jika seseorang sudah mengetahui, memahami, dan menggunakan logika fuzzy untuk menyelesaikan banyak masalah, maka dia pasti akan terus mempelajari dan memperbaikinya. Meskipun konsep logika fuzzy sudah ada sejak lama, pengetahuan mengenai logika fuzzy modern dan metodis baru ditemukan sekitar tahun yang lalu. Akibatnya, logika fuzzy sering disebut sebagai "logika lama baru". Jika Anda ingin mengubah ruang masukan menjadi ruang keluaran, logika fuzzy adalah pilihan yang baik. Profesor Lotfi A. Zadeh dari University of California di Berkeley pertama kali mengusulkan dan menerbitkan ide ini pada tahun 1965[23]. Ungkapan dalam bahasa digunakan oleh logika untuk mendeskripsikan variabel nilai. Cara kerja logika fuzzy adalah menggunakan tingkat paparan nilai untuk mengetahui hasil yang akan diperhitungkan sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Logika fuzzy mencakup penyertaan antara ruang input dan output, seperti yang disebutkan sebelumnya. Kotak hitam ada di antara input dan output, dan input harus

diarahkan ke output yang cocok. Beberapa alasan orang menggunakan logika fuzzy [22]:

1. Logika fuzzy adalah ide sederhana yang mudah dipraktekkan. Fondasi matematika penalaran fuzzy sangat jelas dan lugas.
2. Logika fuzzy sangat mudah beradaptasi.
3. Toleransi logika fuzzy untuk kumpulan data yang tidak kredibel adalah 4. Fungsi non-linier yang kompleks dapat dimodelkan dengan logika fuzzy 5. Tanpa perlu menjalani pelatihan, logika fuzzy dapat langsung membentuk dan mengimplementasikan keahlian.
4. Metode kontrol konvensional dapat digunakan dengan logika fuzzy.
5. logika fuzzy berbasis bahasa alami.

Hal yang penting pada metode fuzzy yaitu[24]:

a) Variabel fuzzy

Variabel yang akan dianalisis dengan menggunakan metode fuzzy disebut variabel fuzzy. Variabel yang sifatnya lebih umum, seperti suhu,

b) Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy variabel fuzzy adalah kelompok yang menggantikan kondisi tertentu. Himpunan fuzzy memiliki dua karakteristik:

- 1) Linguistik adalah penggunaan bahasa alami untuk menamai suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu, seperti dingin, panas, sejuk dan lain-lain.
- 2) Numerik yaitu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari sebuah variabel

c) Himpunan semesta

Seluruh nilai variabel fuzzy adalah himpunan universal. Nilai positif atau negatif dapat diberikan ke himpunan universal.

d) Domain himpunan fuzzy

Semua nilai maksimum dalam himpunan universal dapat dioperasikan dalam domain himpunan fuzzy.

Mesin inferensi fuzzy atau sistem kontrol logika fuzzy, juga dikenal sebagai Sistem Inferensi Fuzzy (FIS), adalah sistem yang perlu berpikir dengan cara yang mirip dengan cara manusia berpikir dengan cara yang unggul. Algoritma fuzzy FIS memberikan perkiraan yang dapat digunakan dalam analisis matematis dan didasarkan pada aturan linguistik. Berikut adalah tahapan logika fuzzy [25]:

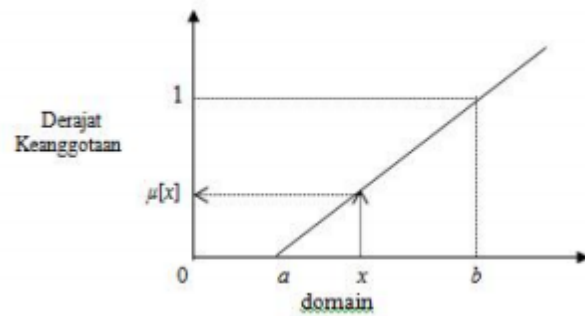
1. *Fuzzifikasi*

Fuzzifikasi adalah proses menemukan nilai masukan yang merupakan nilai stabil dan mengumpulkannya ke dalam fungsi keanggotaan himpunan fuzzy, selanjutnya proses dimasukkan ke dalam mesin penalaran. Menurut Zimmermann, fungsi pengungkapan adalah kurva yang menggambarkan munculnya titik-titik data input menjadi nilai yang menampilkan interval nilai 0 hingga 1. Hal ini karena dalam proses fuzzifikasi terdapat tahapan yang menentukan fungsi derivasi. [26] adalah salah satu fungsi yang diungkapkan:

a. Linear naik

- Linear naik

Nilai domain adalah titik awal untuk peningkatan linier, yang bergerak ke kanan menuju domain pada derajat yang lebih tinggi..



Gambar 2. 5 Linear naik

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

dimana:

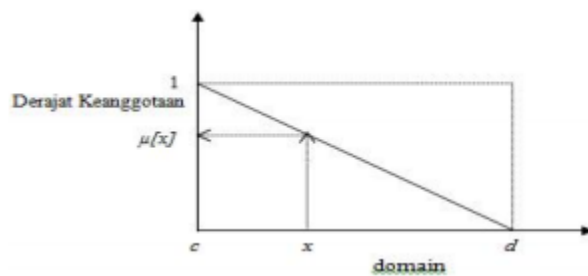
$a =$ nilai domain derajat 0

$b =$ nilai domain derajat 1

$x =$ nilai input yang ingin diubah

- Linear turun

Penurunan linier dimulai dengan nilai 1 untuk domain derajat tertinggi dan bergerak ke nilai 0 untuk derajat keanggotaan terendah.



Gambar 2. 6 Linear turun

Fungsi keanggotaan;

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{d - x}{d - c}; & c \leq x < d \\ 0; & x \geq d \end{cases}$$

Dimana :

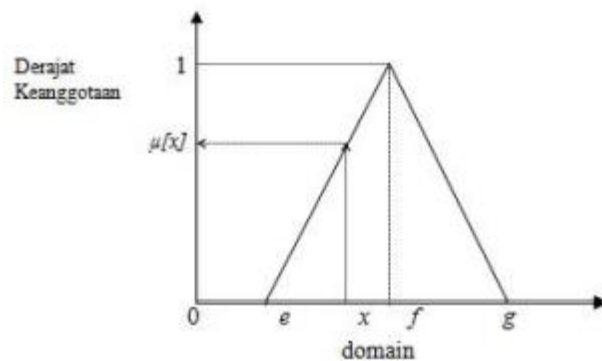
$c = \text{nilai domain derajat } 0$

$d = \text{nilai domain derajat } 1$

$x = \text{nilai input yang ingin diubah}$

b. Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan dari linear naik dan turun.



Gambar 2. 7 Kurva segitiga

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq e \text{ atau } x \geq g \\ \frac{x - e}{f - e}; & e \leq x \leq f \\ \frac{x - f}{g - f}; & f \leq x \leq g \end{cases}$$

dimana:

$e = \text{nilai domain derajat } 0$

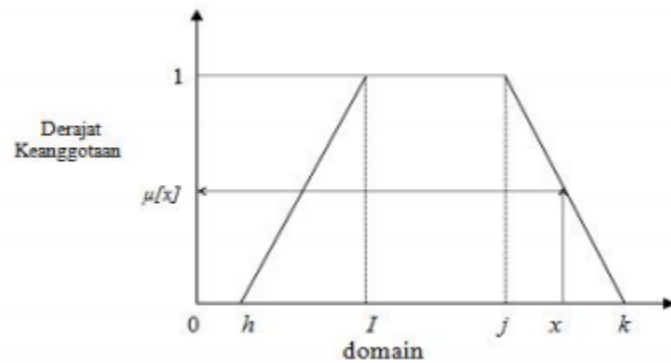
$f = \text{nilai domain derajat } 1$

$g = \text{nilai domain terbesar derajat } 0$

$x = \text{nilai input yang ingin diubah}$

c. Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya merupakan bentuk dari segitiga hanya saja ada beberapa titik yang mempunyai nilai keanggotaan 1.



Gambar 2. 8 Kurva trapesium

Fungsi keanggotaan:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \frac{x-h}{I-h}, & h \leq x \leq I \\ 1, & I \leq x \leq j \\ \frac{k-x}{k-j}, & j \leq x \leq k \end{cases}$$

Dimana:

h = nilai domain terkecil derajat 0

i = nilai domain terkecil derajat 1

j = nilai domain terbesar derajat 1

k = nilai domain terbesar derajat 0

x = nilai input yang ingin diubah

2. Penalaran

Saat penalaran nilai input dengan maksud untuk menentukan output sebagai bentuk pengambilan keputusan, penalaran secara bertahap berperan. Proses penalaran terdiri dari sejumlah aturan atau ketentuan, dan kemudian ditarik kesimpulan dari kumpulan dan hubungan antar aturan.

3. Defuzzifikasi

kebalikan dari fuzzifikasi, yaitu ketika suatu himpunan fuzzy diubah menjadi himpunan tegas. Himpunan fuzzy yang dibuat dengan menggabungkan aturan fuzzy berfungsi

sebagai input untuk prosedur defuzzifikasi. Alih-alih logika fuzzy, defuzzifikasi menghasilkan keluaran sistem kendaraan.

Berikut penjelasan tentang defuzzifikasi:

$$Z^* = \text{defuzzyfier}(Z)$$

Dengan :

Z = hasil penalaran fuzzy

Z^* = output logika fuzzy

Defuzzyfier = fungsi defuzzyfikasi

2.2.5 Fuzzy time series (FTS)

Teknik peramalan data yang disebut fuzzy time series (FTS) menggunakan data fuzzy sebagai landasannya. Peramalan FTS menggunakan metode dari data sebelumnya untuk mengestimasi data untuk masa depan. Sekelompok angka dengan batas yang lebih kabur (atau kabur) disebut himpunan fuzzy. Kumpulan fuzzy bilangan real dengan alam semesta yang telah ditentukan sebelumnya berfungsi sebagai nilai peramalan. Kumpulan fuzzy menggantikan data sebelumnya yang ingin Anda prediksi [26].

Deret waktu fuzzy klasik yang menggunakan relasi fuzzy adalah deret waktu fuzzy yang dibuat oleh Song dan Chissom. Dari partisi himpunan universal, relasi data pelatihan logis yang melibatkan himpunan fuzzy menghasilkan relasi fuzzy. Distribusi statistik dari setiap elemen adalah dasar untuk partisi himpunan universal. Dalam konteks bagaimana memilih model peramalan yang optimal untuk menaikkan kinerja peramalan, penggunaan data dari himpunan universal dan penggunaan statistik distribusi sebagai pertimbangan partisi ulang tetap menjadi isu yang belum terpecahkan [18].

Jika U adalah himpunan semesta, $U = [u_1, u_2, \dots, u_p]$ maka suatu himpunan fuzzy A dari U dengan fungsi keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut :

$$A_i = \mu_{A_i} \frac{u_1}{u_1} + \dots + \mu_{A_p}(u_p)/u_p$$

Dimana $\mu_{A_i} u_i$ adalah derajat keanggotaan dari u_i ke A_i , yang mana $\mu_{A_i} u_i \in [0,1]$ $1 \leq i \leq p$. nilai derajat keanggotaan dari μ_{A_i} ditentukan berdasarkan aturan sebagai berikut ini[27]:

1. Jika data masa lalu X_t termasuk dalam u_i , maka nilai derajat keanggotaan untuk u_i ialah 1, u_{i+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_i dan u_{i+1} artinya dinyatakan dengan 0
2. Jika data masa lalu X_t termasuk dalam $1 \leq i \leq p$ maka nilai derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, u_{i+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_1, u_{i-1} dan u_{i+1} bisa diartikan dengan nilai 0
3. Jika data masa lalu X_t termasuk dalam u_p , maka nilai derajat keanggotaan untuk u_p adalah 1 untuk u_{i-1} adalah 0,5 dan jika bukan u_p dan u_{i-1} bisa diartikan dengan nilai 0.

2.2.6 Fuzzy time series markov chain

Rantai Markov (*Markov Chain*) Pada tahun 1906, seorang matematikawan Rusia bernama Andrey Andreyevich Markov menerbitkan "Rantai Markov". Metode matematis yang dikenal sebagai rantai Markov digunakan untuk menganalisis perilaku saat ini dari beberapa variabel dengan maksud untuk memprediksi perilaku masa depan variabel perilaku yang sama [28].

Pada proses stokastik $\{X_t, t \in T\}$ baik parameter diskrit $\{X_t, t = 0,1,2,\dots\}$ atau pun parameter kontinu $\{X_t, t \geq 0\}$ bisa disebut juga proses markov apabila untuk beberapa himpunan dari titik waktu $n \{t_1, < t_2 \dots < t_n\}$ dalam himpunan indeks proses, distribusi bersyarat dari X_{t_n} dengan nilai $X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_{n-1}}$ hanya

bergantung pada X_{tn-1} nilai yang diketahui terbaru yaitu beberapa angka real x_1, x_2, \dots, x_n . Berikut ini merupakan tahapan peramalan dengan fuzzy time series markov chain[27]:

1. Mengumpulkan data histori

Tahapan ini, menetapkan nilai tertinggi dan terkecil dari data masa lalu. Kemudian mencari nilai dari D_1 dan D_2 , dimana nilai tersebut ditentukan secara bebas oleh peneliti dengan syarat bilangan real positif, tujuannya agar mempermudah membentuk interval. Rumus himpunan semesta :

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$$

2. Menentukan jumlah dan panjang interval

Pada tahapan ini, menentukan berapa partisi himpunan semesta dengan rumus

$$n = 1 + 3,322 \log N$$

Dimana N adalah banyaknya data masa lalu.

Setelah itu mencari panjang interval menggunakan rumus panjang interval:

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

Dimana :

$i = \text{panjang interval}$

$n = \text{banyak interval}$

masing-masing interval dapat dihitung dengan,

$$u_1 = [D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + l]$$

$$u_2 = [D_{min} - D_1 + l, D_{min} - D_1 + 2l]$$

$$u_3 = [D_{min} - D_1 + 2l, D_{min} - D_1 + 3l]$$

$$u_n = [D_{min} - D_1 + (n - 1)l, D_{min} - D_1 + nl]$$

3. Mendefinisikan himpunan fuzzy terhadap himpunan semesta U

Pada implementasinya himpunan fuzzy A_i menyatakan linguistik dari angka perceraian dengan $1 \leq i \leq n$ menurut tsaur himpunan fuzzy dapat ditentukan dengan teori yang telah diterapkan oleh song dan Chissom yaitu sebagai berikut:

A_1 =sangat tua

A_2 =tua

A_3 =muda

A_4 =remaja

A_5 =anak-anak

Supaya lebih mudah, masing-masing himpunan fuzzy A_i ($i=1,2,3, \dots, n$) didefinisikan pada 5 interval yang mana

$$u_1 = [d_1, d_2]$$

$$u_2 = [d_2, d_3]$$

$$u_3 = [d_3, d_4]$$

$$u_5 = [d_5, d_6]$$

Jadi himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_5 didefinisikan sebagai berikut:

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5}$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5}$$

4. Fuzzifikasi data histori

Dalam pendekatan ini, fuzzyifikasi sama dengan logika fuzzy, yaitu proses membantu data menjadi himpunan fuzzy.

Data akan di-fuzz ke A_i jika data masa lalu dikumpulkan ke dalam interval u_i .

5. Menentukan FLR dan FLRG

Relationship diidentifikasi pada nilai fuzzifikasi dari data masa lalu, contoh sebagai berikut:

LHS	RHS
F(t-1)	F(t)
A_j	A_q
A_q	A_r
A_h	A_s

Jika diperoleh FLR " $A_j \rightarrow A_q$ " bisa nyatakan bahwa "apabila data sudah di fuzzifikasi pada tahun (t-1) merupakan A_j , maka fuzzifikasi pada tahun ke t adalah A_q " dilanjutkan dengan menentukan FLRG dengan menggabungkan RHS dengan LHS. Berdasarkan contoh sebelumnya maka FLRG sebagai berikut:

$$A_j \rightarrow A_q, A_r$$

$$A_h \rightarrow A_s$$

6. Bentuk matriks probabilitas Markov

FLRG yang diperoleh kemudian digunakan untuk mencari peluang di seluruh negara bagian. Matriks transisi probabilitas Markov dimensi $n \times n$ dibangun dari peluang ini. Jika keadaan A_i melewati keadaan A_j dan keadaan lainnya, $A_k, i, j, k (1, 2, \dots, n)$ maka dapat diperoleh FLRG.

Rumus peluang transisi sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{m_{ij}}{M_i}, i, j = 1, 2, \dots, n$$

Dimana, P_{ij} sama dengan transisi dari A_i ke A_j dengan 1 langkah. m_{ij} adalah waktu transisi dan M_i merupakan jumlah

data. Matriks peluang transisi R dari state dapat ditulis sebagai:

$$R = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & W_1 & \vdots \\ P_{1n} & P_{2n} & \cdots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

7. Menghitung hasil peramalan

Keseluruhan operasi transis tercerminkan dari matriks R. Jika $F_{(t-1)} = A_i$, langkah ini didefinisikan menjadi state A_i pada waktu $t-1$, maka peramalan untuk $F(t)$ akan dinilai menggunakan vektor baris $[P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}]$. nilai peramalan $F(t)$ sama dengan rata-rata pembobotan dari m_1, m_2, \dots, m_n . Untuk menemukan nilai midpoint dari interval u_i suatu himpunan, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m_1 &= \frac{[D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + l]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{l}{2} \\ m_1 &= \frac{[D_{min} - D_1 + l, D_{min} - D_1 + 2l]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{3l}{2} \\ m_1 &= \frac{[D_{min} - D_1 + 2l, D_{min} - D_1 + 3l]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{5l}{2} \\ m_1 &= \frac{[D_{min} - D_1 + (n-1)l, D_{min} - D_1 + nl]}{2} \\ &= D_{min} - D_1 + \frac{(2n-1)l}{2} \end{aligned}$$

Adapula aturan-aturan dalam menentukan nilai peramalan antara lain:

- Aturan 1 : jika FLR A_i adalah relasi one to one (misal $A_i \rightarrow A_k$) maka nilai peramalan $F(t)$ adalah nilai tengah dari u_k
- Aturan 2: jika FLR A_i adalah relasi one to many (misal $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$) dimana data yang diambil

$Y(t-1)$ pada $(t-1)$ pada state A_j maka peramalan $F(t)$ adalah

$$F(t) = m_{j-1} P_{j(j-1)} + Y(t-1)P_{jj} + m_{j+1} P_{j(j+1)}$$

8. Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan

Kesalahan peramalan yang disebabkan oleh matriks rantai markov yang bias akan diperbaiki pada langkah ini. Saat memodelkan rantai markov FTS, ukuran sampel yang kecil berkontribusi pada bias matriks ini. Oleh karena itu, prinsip perhitungan nilai penyesuaian (D_t) dalam peramalan adalah sebagai berikut:

Pertama apabila state A_i berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari state A_i pada waktu $t-1$ sebagai $F_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi menaik ke state j A pada waktu t dimana ($i < j$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t1} = \left(\frac{1}{2}\right)$$

Kedua apabila state A_i berkomunikasi dengan A_i , berawal dari state A_i pada waktu $t-1$ sebagai $F_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi menanjak ke state j A pada waktu t dimana ($i > j$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t1} = -\left(\frac{1}{2}\right)$$

Ketiga apabila state A_i berkomunikasi dengan A_i , berawal dari state A_i pada waktu $t-1$ sebagai $F_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi menanjak ke state j A pada waktu t dimana ($1 \leq s \leq n-1$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t2} = \left(\frac{1}{2}\right) s$$

Keempat apabila state A_i berkomunikasi dengan A_i , berawal dari state A_i pada waktu $t - 1$ sebagai $F_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi menanjak ke state jA pada waktu t dimana ($1 \leq v \leq i$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t2} = -\left(\frac{1}{2}\right) v$$

9. Menentukan hasil ramalan yang cocok

Koreksi kesalahan peramalan yang disebabkan oleh matriks rantai Markov yang bias adalah tujuan dari tahap ini. Saat memodelkan rantai markov FTS, ukuran sampel yang kecil berkontribusi pada bias matriks ini. Oleh karena itu, prinsip perhitungan nilai penyesuaian (D_t) dalam peramalan adalah sebagai berikut..

$$F'(t) = F(t) + D_{t1} + D_{t2} = F(t) + l$$

Dimana

$$F'(t) = \text{nilai peramalan akhir}$$

$$F(t) = \text{nilai peramalan awal}$$

$$D_t = \text{nilai penyesuaian}$$

- a) Jika FLRG A_i adalah one to many dan State A_{i+1} dapat diakses melalui A_i yang mana state A_i tidak berkomunikasi dengan A_i maka hasil peramalannya sebagai berikut:

$$F'(t) = F(t) + D_{t2} = F(t) + \left(\frac{l}{2}\right)$$

- b) Jika FLRG A_i adalah one to many dan State A_{i+2} dapat diakses melalui A_i yang mana state A_i berkomunikasi dengan A_i maka hasil peramalannya adalah

$$F'(t) = F(t) - D_{t2} = F(t) - \left(\frac{l}{2}\right) * l = F(t) - l$$

- c) Ketika v adalah *jump step*, maka rumus peramalannya sebagai berikut

$$F'(t) = F(t) \pm D_{t1} \pm D_{t2} = F(t) \pm \left(\frac{l}{2}\right) \pm \left(\frac{l}{2}\right) v$$

2.2.7 Fuzzy time series cheng

Menurut Tauryawati & Irawan [22], teknik peramalan berdasarkan prinsip fuzzy disebut fuzzy time series. Pola dari data sebelumnya atau data yang nantinya akan digunakan untuk memprediksi data yang akan datang digunakan dalam metode peramalan ini. Ketika peramalan adaptif digunakan untuk memodifikasi peramalan, Fuzzy Time Series Cheng et al. metode yang akan digunakan dalam karya ilmiah ini. Menurut Tauryawati dan Irawan, tahapan peramalan dengan menggunakan metode ini adalah sebagai berikut[29]:

1. Menjelaskan himpunan semesta. Menurut Cheng et al. Himpunan semesta yang dipakai adalah $U = [X_{min}, X_{max}]$, dengan Xmin adalah data dengan nilai terkecil sedangkan Xmax data dengan nilai terbesar. Kemudian membagi himpunan semesta menjadi k kelas interval yang sama yakni $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$. Klaim Miller mengenai Cheng et al. Untuk memudahkan mengenali dan membedakan, interval kelas dibagi menjadi tujuh segmen. Interval kelas dibagi menjadi dua kelas jika jumlah anggotanya lebih besar dari jumlah rata-rata anggota interval kelas.
2. Penamaan himpunan fuzzy berdasarkan himpunan universal "Ai", dimana i adalah interval kelas yang terbentuk, $i=1,2,3,\dots,n$. Data historis yang akan digunakan kemudian harus kabur. Sumartini dkk. memberikan definisi umum dari himpunan fuzzy. dengan persamaan ini, adalah "Ai."

$$A_i = \mu_{Ai} \left(\frac{U_j}{U_j} \right) + \dots + \mu_{Ak} \left(\frac{U_k}{U_k} \right)$$

Dimana $\mu_{Ai}(U_j)$ menunjukkan derajat keanggotaan U_j pada himpunan A_i . Dimana j adalah kelas interval yang dibentuk

yakni $j = 1, 2, 3, \dots, n$ dan nilai $\mu_{A_i}(U_j) \in [0, 1]$. Nilai derajat keanggotaan didefinisikan sebagai berikut:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0,5, & i = j - 1 \text{ atau } i = j + 1 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

Jika data aktual X_t termasuk dalam kelas U_j , maka nilai derajat keterpaparan U_j adalah 1, nilai derajat keterungkapan $U_{(j+1)}$ dan $U_{(j-1)}$ adalah 0,5, dan lainnya dari apa yang disebutkan sebelumnya, derajatnya adalah 0. Aturan ini mengatur bagaimana tingkat paparan dihitung.

3. Menentukan fuzzy logic relationship (FLR) berdasarkan data masa lalu. Jika terdapat dua himpunan fuzzy yakni $A_i(t - 1)$ dan $A_j(t)$ maka FLR yang diperoleh yakni $A_i \rightarrow A_j$.
4. Klasifikasi FLR. Jika terdapat FLR $A_i \rightarrow A_j$ maka berdasarkan FLR tersebut A_i merupakan Left Hand Sides(LHS), sedangkan A_j merupakan Right Hand Sides(RHS). Klasifikasi FLR dilakukan dengan mengelompokkan FLR yang memiliki Left Hand Sides (LHS) yang sama menjadi grup FLR. Misal terdapat FLR $A_i \rightarrow A_j, A_i \rightarrow A_k, A_i \rightarrow A_m$, maka seluruh FLR tersebut dapat dikelompokkan atau dituliskan kembali menjadi $A_i \rightarrow A_j, A_k, A_m$.
5. Menetapkan bobot pada FLR berdasarkan pada urutan dan pengulangan yang sama. Misal terdapat suatu urutan FLR yaitu $A_1 \rightarrow A_1, A_2 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_1$. Maka bobot yang dimiliki FLR $A_1 \rightarrow A_1$ yakni tiga, karena mengalami pengulangan FLR sebanyak tiga kali, sedangkan FLR $A_2 \rightarrow A_1$ bobotnya 1 karena tidak mengalami pengulangan.
6. Selanjutnya bentuk matriks dari pembobotan sebelumnya sebagai berikut:

$$W(t) = \begin{pmatrix} W_{11} & \cdots & W_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n1} & \cdots & W_{nn} \end{pmatrix}$$

dimana W_{ij} adalah nilai bobot pada baris ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), dan kolom ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$), dengan i merupakan kelas interval dari LHS dan j merupakan kelas interval dari RHS. Matriks pembobot yang telah diperoleh kemudian dinormalisasi menggunakan persamaan matriks bobot terstandarisasi yaitu :

$$W(t) = \begin{pmatrix} W_{11}^* & \cdots & W_{1n}^* \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n1}^* & \cdots & W_{nn}^* \end{pmatrix}$$

Dimana $W_n(t)$ merupakan matriks pembobotan standarisasi dan $W_{ij}^* = \frac{W_{ij}}{\sum_{j=1}^k W_{ij}}$

- Menghitung hasil peramalan. Matriks $W_n(t)$ dikalikan dengan matriks defuzzifikasi yaitu matriks L_{df} , dimana $L_{df} = [m_1, m_2, m_3, \dots, m_n]^T$ dengan m_i merupakan nilai tengah dari tiap-tiap interval. Persamaan untuk menghitung peramalan adalah

$$\begin{aligned} F(t) &= W_n(t-1)L_{df}(t-1) \\ &= W_{i1}^*(m_1) + W_{i2}^*(m_2) + \dots + W_{in}^*(m_n) \end{aligned}$$

- Mengubah hasil peramalan yang telah didapatkan dengan melakukan peramalan adaptif dengan rumus:

$$\text{peramalan ad}(t) = X_{t-1} + h * (F_t - X_{t-1})$$

Dimana ,

W_{t1} = nilai data pada $t - 1$

F_t = hasil peramalan

peramalan t = hasil modifikasi peramalan pada t

h = parameter pembobotan [0.001,1]

2.2.8 Ketepatan peramalan

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) digunakan untuk mengukur keakuratan dari peramalan. MAPE merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi suatu model peramalan. Suatu model peramalan dapat dikatakan sangat baik jika nilai error dengan menggunakan MAPE adalah dibawah nilai 10%. Apabila nilai error berada antara 10% - 20% maka model peramalan dapat dikatakan baik. Apabila nilai error berada antara 20% - 50% maka model peramalan dapat dikatakan layak [27]. Rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F(t)|}{Y(t)} * 100\%$$

Dimana

Y(t) = nilai aktual pada periode ke-t

F'(t) = nilai peramalan akhir pada periode ke-t

n= jumlah sampel