INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FACULTY OF INTELLIGENT ELECTRICAL AND INFORMATICS TECHNOLOGY

Department of Information Systems

Bachelor of Computer Science in Information Systems Program

**Predictive Modelling and Analytics**

**2023**

**Mid-term Examination**

Submitted By

**Naura Jasmine Azzahra**

**5026211005**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Submission Date** | **Mark** | **Marker** |
| **20-10-2023** | **YOUR MARK/FULL MARK** | **INITIAL MARKER** |
| **Course Convenor** | **Note** | |
| **Raras Tyasnurita** |  | |

**Declaration of Original Work**

I, Naura Jasmine Azzahra, hereby declare that the attached individual work on mid-term examination is my original work. I have honored the principles of academic integrity and have upheld INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER’s Student Code of Academic in the completion of this work.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Date** | : | 15-10-2023 |
| **Signature** | : | Naura Jasmine Azzahra |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Point** | Your Answer | Mark |
| 1 | **Defining Data Pattern**   1. **Yearly Data (European Yearly Country Visits in Thousands**   +  European Yearly Country Visits in Thousands    Kesimpulan yang bisa ditarik :  Data Country Visit dengan rentang tahunan ini memiliki pola data “**Upward Tren**” atau tren naik. Hal ini menunjukkan bahwa tren meningkat dalam kunjungan sepanjang tahun (The data indicates a general increasing trend in the number of visitors over the years). Walaupun begitu, tetap saja ada penurunan yang terlihat di tahun-tahun tertentu, yang bisa saja diakibatkan oleh factor-faktor tertentu seperti economic downturns, global events, etc.  Karena sebelumnya telah mengidentifikasi adanya trend meningkat dan tidak terlihat pola musiman pada Yearly data ini. Dengan begitu rekomendasi forecast untuk ramalan ini yaitu :   1. **Moving Average**   Karena tidak mempunyai kecenderungan data musiman, maka metode forecast moving average yang dipakai adalah **Double Moving Average** (dimana dapat mengatasi pola tren, dan data ini juga memiliki pola tren)   1. **Exponential Smoothing**   Karena pola data menunjukkan pola tren secara signifikan serta tidak menggambarkan pola musiman, maka metode ES yang cocok dipakai yaitu **Double ES (Holt’s Exponential Smoothing)**   1. **Quarterly Data**     Dari visualisasi data kunjungan triwulan ke negara Eropa, kita dapat mengamati beberapa karakteristik berikut:   1. **Trend**   Data triwulan menunjukkan trend peningkatan. Jumlah kunjungan meningkat sepanjang waktu, meskipun ada beberapa fluktuasi.   1. **Musiman**   Ada pola musiman yang jelas dalam data. Setiap tahun, bisa dilihat pola naik-turun yang konsisten, dengan puncak-puncak tertentu dan lembah-lembah tertentu. Ini menunjukkan adanya siklus musiman dalam data kunjungan.   1. **Ketidakstabilan Varians**   Varians dari data tampaknya meningkat seiring berjalannya waktu. Fluktuasi dalam jumlah kunjungan tampaknya lebih besar pada periode terakhir dibandingkan dengan periode awal.  Karena sebelumnya telah mengidentifikasi adanya trend meningkat dan terlihat pola musiman yang jelas dengan fluktuasi berulang setiap tahun, pada quarterly data ini. Dengan begitu rekomendasi forecast untuk ramalan ini yaitu :   1. **Moving Average**   Disini saya menggunakan metode SMA untuk menghitung DMA nya, metode ini bisa dipakai karena dapat mengatasi pola tren (sesuai dengan pola data quarterly ini) namun disayangkan masih ada pola musimanitas di pola data ini, sehingga penggunaan DMA kemungkinan kurang efektif, oleh karena itu saya juga mencoba menggunakan metode **”Weighted MA**” dimana memberikan bobot lebih pada pengamatan terbaru. Menurut saya ini bisa dipertimbangkan jika kita ingin memberikan prioritas lebih pada data terbaru.   1. **ES**   Karena pola data menunjukkan pola tren secara signifikan dan menggambarkan pola musiman, maka metode ES yang cocok dipakai yaitu Triple ES (Holt’s Exponential Smoothing)   1. **Monthly Data**   Dari hasil pengamatan visualisasi plot dapat disimpulkan bahwa terdapat :   1. **Trend**   Terdapat trend peningkatan dalam jumlah kunjungan sepanjang waktu. Meskipun ada beberapa fluktuasi, tetapi secara umum, jumlah kunjungan menunjukkan kecenderungan meningkat.   1. **Musiman**   Jelas bahwa terdapat pola musiman dalam data. Setiap tahun, kita dapat melihat pola naik-turun yang konsisten. Ini menunjukkan adanya musiman dalam data kunjungan.   1. **Ketidakstabilan Varians**   Varians dari data tampaknya meningkat seiring berjalannya waktu. Dengan kata lain, fluktuasi dalam jumlah kunjungan tampaknya lebih besar pada tahun-tahun terakhir dibandingkan dengan tahun-tahun awal.      Berdasarkan pengamatan tersebut, monthly data ini bisa dikategorikan sebagai sebagai "**Multiplicative trend Multiplicative seasonality**" atau “**Additive trend Multiplicative seasonality**” atau “**Additive Trend Additive Seasonality**”. Ini karena monthly data ini memiliki trend yang meningkat (multiplicative) dan variasi musiman yang tampaknya meningkat seiring dengan trend (juga multiplicative).    Karena sebelumnya telah mengidentifikasi adanya trend meningkat dan pola musiman yang multiplicative pada Monthly data ini. Dengan begitu rekomendasi forecast untuk ramalan ini yaitu :   1. **Moving Average (MA):**   Double Moving Average (DMA): Mengingat kita memiliki trend yang jelas dalam data, Double Moving Average akan lebih sesuai dibandingkan Simple Moving Average. DMA mempertimbangkan trend dalam data dan akan memberikan perkiraan yang lebih akurat dibandingkan SMA dalam kehadiran trend.   1. **Penentuan Exponential Smoothing (ES):** 2. **Triple Exponential Smoothing (Holt-Winters)**   Mengingat monthly data ini memiliki trend dan musiman dalam data, Triple Exponential Smoothing (juga dikenal sebagai metode Holt-Winters) akan menjadi pilihan yang baik. Metode ini mempertimbangkan baik trend maupun komponen musiman dalam data, menjadikannya cocok untuk data kunjungan bulanan turis ke Eropa. Untuk lebih detailnya lagi varian Triple Exponential Smoothing yang dipakai, dengan mempertimbangkan visualisasi Monthy Tourist Visit:   * Trend lumayan aditif karena peningkatan tahunan sempat konsisten, walaupun begitu tetap ada fluktuasi penurunan, sehingga lebih cenderung multiplicative * Musimanitas tampaknya lebih cocok dengan model aditif, tetapi bisa juga dilihat sebagai multiplikatif karena ada beberapa tanda bahwa puncak musiman mungkin sedikit meningkat seiring dengan waktu.   Oleh karena itu, untuk data bulanan ini, metode varian forecast Triple ES yang cocok untuk data ini bisa dengan model **Pegels Additive (Additive Trend, Additive Seasonality)** dan juga mencoba model **Additive Trend-Multiplicative Seasonality /B3, dan Pegels Multiplicative/ C3**.  Gambar pendukung yang bisa mendukung bahwa ada indikasi musiman serta trend yang additive serta multiplicatiive dari data tahunan Tourist Visit Monthly ke Eropa :  2: Examples for multiplicative and additive relationship between time ... |  |
| 2 | **Applying Forecasting Method**  **Disini saya mengimplementasikan forecast Method di jenis data tahunan pengunjung turis datang ke Eropa beserta jenis data bulanan pengunjung turis datang ke Eropa**   1. **Yearly Data**   Dengan mempertimbangkan length atau panjang data tahunan atau yearly data (terdapat spans beberapa tahun), time window yang cocok digunakan adalah 3-5 tahun. Sehingga disini saya menggunakan time window 3 dan 5 tahun, sebagaimana ini akan memberikan balance atau keseimbangan dalam meng capture tren general dan mampu lebih beradaptasi **(responsive)** dengan perubahan yang ada. Keseimbangan ini diperlukan karena dari pola data tahunan, tampak ada kenaikan tren, namun juga ada noticeable dips di beberapa tahun, sehingga mau tidak mau window yang digunakan yaitu tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil.   |  |  | | --- | --- | | Moving Average Method | Time Window | | Simple Moving Average | 3, 5 Tahun | | Double Moving Average | 3, 5 Tahun | | Weighted Moving Average | 3, 5 Tahun |   Parameter yang saya gunakan ini telah dioptimalkan dengan menggunakan bantuan optimasi statsmodel yakni (saya menggunakan alpha yang mendekati 0 Over-smoothing/setiap data histori memiliki pegaruh bobot yang sama, dan tidak menggunakan yang tidak di rekomendasikan karena ibaratnya jika alpha mendekati sama dengan satu, maka sama saja alpha tidak belajar dari data, sehingga disini saya memakai alpha 0.395)   |  |  | | --- | --- | | Exponential Smoothing Method | Alpha and Beta | | Double Exponential Smoothing | α : 0.395  β : 0.045 |   Untuk implementasi di sheet adalah sebagai berikut :  Untuk DMA, dan WMA dengan Lt 5 Years :    Untuk Mean model :    Dan terakhir untuk Double Exponential Smoothing :     1. **Monthly Data**   Disini saya menggunakan time window sebesar 6 dan 9 bulan dimana untuk melihat keresponsifan dari model saya. Walaupun begitu disini juga saya menggunakan time window sebesar 12 bulan untuk membandingkan mana yang memiliki performa terbaik   |  |  | | --- | --- | | Moving Average Method | Time Window | | Double Moving Average | 6, 9, 12 Bulan | | Weighted Moving Average | 6, 9, 12 Bulan |     Untuk parameter α, β, dan γ yang saya gunakan pada Triple ES Method ini saya temukan dengan meminimalkan kesalahan prediksi pada data historis yang diberikan dengan karakteristik multiplicative trend dan multiplicative seasonality (menggunakan optimasi statsmodel).   |  |  | | --- | --- | | Exponential Smoothing Method | Alpha and Beta | | Pegels Additive/B2 (Additive Trend, Additive Seasonality) | Alpha : 0.3586  Beta : 0.0844  γ : 0.0558 | | Pegels C2 (Multiplicative Trend, Additive Seasonality) | | Pegels B3 | | Double’s Exponential Smoothing | Alpha : 0.75  Beta : 0.207 |   Namun untuk forecasting yang saya lakukan disini saya menggunakan satu metode forecasting saja yaitu Pegels B3 (Additive Trend, dan Multiplicative Seasonal dengan menggunakan rumus Pegels B3 yaitu :      Keterangan:  Lt : Nilai level periode ke-t  Yt : Nilai aktual periode ke-t  a : Nilai alpha  β : Nilai beta  g : Nilai gamma  St : Nilai seasonal periode ke t  bt : Nilai komponen b ke-t  Ft+m : Nilai peramalan periode ke-m  m : Jumlah periode yang akan  diramalkan, umumnya m = 1  Untuk rumus Holt’s Double Exponential Smoothing :    Ft+1 = α \* Xt + (1 – α) \* Ft  Dimana,  St = Nilai pemulusan eksponensial tunggal (pertama)  S’t = Nilai pemulusan eksponensial ganda (kedua)  Xt = Nilai aktual timeseries  at = parameter pemulusan eksponensial yang besarnya 0<αp<1  at , bt = konstanta pemulusan  Ft+m = hasil peramalan untuk m periode kedepan.  Untuk Implementasi DMA, dan WMA di sheet : |  |
| 3 | **Presenting Results and Recommendations**   1. **Yearly Data**     Setelah melakukan forecasting dengan menggunakan metode moving average seperti di bawah ini :   |  |  | | --- | --- | | Moving Average Method | Time Window | | Simple Moving Average | 3, 5 Tahun | | Double Moving Average | | Weighted Moving Average |   Parameter yang saya gunakan ini telah dioptimalkan dengan menggunakan bantuan optimasi statsmodel yakni :   |  |  | | --- | --- | | Exponential Smoothing Method | Alpha and Beta | | Double Exponential Smoothing | α : 0.395  β : 0.045 |   Lalu didapatkan hasil MAPE dari masing-masing forecast sebagai berikut :   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Jenis Forecast | Metode Forecast | Time Window/ Alpha and Beta | MAPE | | Moving Average | Simple Moving Average | 3 Tahun | 8.02 % | | Double Moving Average | 14.45% | | Weighted Moving Average | 6.75% | | Simple Moving Average | 5 Tahun | 11.03% | | Double Moving Average | 18.25% | | Weighted Moving Average | 10.66% | | Exponential Smoothing | Double Exponential Smoothing | α : 0.395  β : 0.045 | 4.27% | | Simple Forecast | Mean Model | 3 Tahun | 28.84% |   Didapatkan plot grafik sebagai berikut :  Penarikan kesimpulan sementara jika dilihat sekilas dari grafik diatas yaitu, plot line yang mendekati atau hampir sama dan bertabrakan dengan data aktual adalah dengan metode forecasting Double Exponential Smoothing (Holt’s Exponential Smoothing. Untuk perbandingan lebih jelasnya antara Holt’s Exponential Smoothing dengan data Aktual bisa dilihat dari grafik berikut :  Dengan menggambar garis error antara plot aktual dengan plot forecast Holt’s, bisa dilihat bahwa margin errornya cukup kecil dan hampir tidak kelihatan. Sesuai dengan sifat dan fungsi dari metode Holt’s yaitu mengatasi pola tren, terbukti mampu membuat pola forecast trend naik sedemikian rupa, walaupun terjadi error di daerah dimana data kunjungan turis sempat mengalami penurunan di tahun rentang 2008-2010. Tentunya penurunan tren secara sedikit ini karena faktor eksternal yang tidak terduga. Dengan MAPE sebesar 2.93% sudah mampu menggambarkan plot forecast yang hampir menyerupai data asli. Hal ini terbukti juga bahwa dengan length data yang dipakai untuk forecasting disini yaitu sepanjang 36 tahun, dan dengan perhitungan periode tahunan, sehingga terdapat 34 data aktual ditambah dengan 3 data lanjutannya hasil forecast seperti ditunjukkan pada tabel di bawah terlampir. Menunjukkan bahwa dengan length data yang terbilang medium atau tidak memiliki periode yang panjang menunjukkan bahwa metode exponential smoothing lebih cocok digunakan daripada moving average di data tahunan ini. Walaupun begitu untuk metode moving average yang memiliki MAPE terkecil, didapatkan melalui metode Weighted Moving Average dengan Window yaitu 3 tahun dengan MAPE sebesar 6.75%  Untuk data hasil forecast remaining years dari 2020 dengan prediksi Exponential Smoothing didapatkan :    Untuk plot menggunakan Moving Average dengan dibandingkan dengan data aktual bisa dilihat pada grafik berikut :  Dari plot MA yang dilakukan dengan dua metode yaitu Double Moving Average (yang cocok untuk data jenis tren), dan Weighted Moving Average (melakukan pembobotan lebih pada satu data), didapatkan ternyata Weighted Moving Average terlihat memiliki margin error yang lebih kecil daripada DMA yaitu MAPE nya sebesar 6.75%.  Untuk data hasil forecast remaining years dari 2020 dengan prediksi Moving Average didapatkan :  Lalu didapatkan hasil plottingan perbandingan antara data aktual dengan forecast Mean Model :  Metode mean model yang berarti melakukan peramalan masa depan didasarkan pada rata-rata seluruh data historis yang tersedia (berbeda dengan Simple Movin Average yang merata-ratakan berdasarkan jumlah window data history sebelumnya) dan didapatkan hasil seperti di gambar dengan MAPE 28.48%. Menghasilkan margin error yang sangat tinggi, hal ini sangat dimaklumi karena simple mean ini cocok untuk data yang **tidak memiliki pola** yang jelas, seperti tren atau musim. Jika ada tren atau musim yang signifikan dalam data, model rata-rata sederhana ini mungkin tidak efektif dalam membuat peramalan yang akurat. Jika data memiliki fluktuasi acak atau kebisingan tetapi tidak memiliki pola yang konsisten, mean model bisa menjadi pilihan yang baik.  Untuk data hasil forecast remaining years dari 2020 dengan prediksi mean model didapatkan :  Kesimpulan keseluruhan untuk yearly data :   1. **Moving Average:**    1. Pengertian: Moving Average adalah metode forecasting yang mengambil rata-rata dari sejumlah periode data terakhir untuk memprediksi nilai masa depan.    2. Kecocokan dengan Data:       1. Data menunjukkan pola tren meningkat, dan karena tidak ada pola musiman yang terdeteksi, maka Double Moving Average dianggap cocok untuk digunakan.       2. Dari data yang disajikan, Weighted Moving Average dengan window 3 tahun memiliki MAPE terkecil di antara metode moving average lainnya, yaitu 6.75%. Ini menunjukkan bahwa penimbangan data terakhir lebih akurat dalam memprediksi nilai masa depan dibandingkan dengan penggunaan SMA atau DMA. Sebaliknya, moving average dengan window 5 tahun menunjukkan MAPE yang lebih tinggi, yang mungkin disebabkan oleh keragaman data yang lebih besar dalam periode waktu yang lebih panjang, sehingga mempengaruhi akurasi prediksi.       3. Pertimbangan Tambahan: Metode moving average mungkin lebih cocok untuk data dengan rentang periode yang lebih pendek. Hal ini karena moving average terutama bergantung pada data historis dan mungkin tidak seefisien dalam merespons perubahan tren yang cepat atau adanya perubahan mendadak. Oleh karena itu, window yang lebih pendek seperti 3 tahun mungkin lebih dapat menangkap tren terbaru dalam data dan memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan window yang lebih panjang.   Jadi nilai MAPE pada Weighted Moving Average terbilang cukup kecil daripada Double Moving Average yang seharusnya DMA cocok digunakan untuk plot grafik tren, namun jika untuk meninjau plot yang menyerupai aktual maupun nilai yang mendekati data asli maka Weighted Moving Average bisa menjadi solusinya, dibandingkan dengan Double Moving Average. Tidak lupa untuk Window yang dipakai disini yaitu Window dengan n yang kecil agar hasil plot grafik tren tampak lebih responsif (dan window kecil disini aman dipakai karena terdapat sudden shifts di level series periode tahunan ini).   1. **Exponential Smoothing**:    1. Pengertian:   Exponential Smoothing adalah teknik peramalan yang menggunakan rata-rata tertimbang dari data masa lalu untuk memprediksi nilai masa depan. Konsepnya adalah memberikan bobot lebih kepada data yang lebih baru daripada data yang lebih lama.   * 1. Kecocokan dengan Data:      1. Karena data menunjukkan pola tren yang signifikan, metode Double Exponential Smoothing (Holt’s Exponential Smoothing) adalah pilihan yang tepat.      2. Dengan MAPE sebesar 2.93% yang dihasilkan Holt’s Exponential Smoothing, metode ini menunjukkan akurasi tertinggi dibandingkan dengan metode forecasting lainnya yang digunakan. Ini menunjukkan bahwa metode Holt’s mampu mengakomodasi pola tren naik dan memberikan ramalan yang paling mendekati data asli.   2. Pertimbangan Tambahan:   Metode exponential smoothing mungkin lebih cocok untuk data dengan rentang periode yang lebih panjang karena ia dapat menyesuaikan diri dengan perubahan tren secara lebih efisien. Hal ini terutama berlaku ketika konstanta pelunakan diatur dengan tepat.   * 1. Perbandingan Antar Metode:      1. Advancement: Exponential smoothing dianggap lebih canggih dibandingkan dengan moving average karena ia memperhitungkan seluruh data historis dengan bobot yang menurun eksponensial, sedangkan moving average hanya memperhitungkan sejumlah periode data terakhir.      2. Keunggulan: Dalam konteks data, Exponential Smoothing (khususnya Double Exponential Smoothing) menunjukkan performa yang lebih baik daripada metode moving average.   Kesimpulan Akhir:  Dalam analisis tersebut, meskipun Moving Average memberikan hasil yang cukup baik, terutama dengan Weighted Moving Average dengan window 3 tahun, namun Exponential Smoothing memberikan hasil yang lebih mendekati data aktual dengan margin error yang lebih kecil. Oleh karena itu, untuk dataset dengan karakteristik seperti yang dimiliki, Exponential Smoothing lebih disarankan. Kedua metode dapat disesuaikan dengan mengubah ukuran window atau konstanta smoothing, masing-masing, untuk mengoptimalkan kinerja mereka untuk set data tertentu. Pada akhirnya, pilihan antara MA dan ES akan bergantung pada karakteristik khusus dari seri waktu yang dianalisis dan tujuan dari analisis tersebut.   1. **Monthly Data**   Setelah melakukan forecasting dengan menggunakan metode moving average seperti di bawah ini :   |  |  | | --- | --- | | Moving Average Method | Time Window | | Double Moving Average | 6 Bulan | | Weighted Moving Average | 6 Bulan |     Untuk parameter α, β, dan γ yang saya gunakan pada Triple ES Method ini saya temukan dengan meminimalkan kesalahan prediksi pada data historis yang diberikan dengan karakteristik multiplicative trend dan multiplicative seasonality (menggunakan optimasi statsmodel).   |  |  | | --- | --- | | Exponential Smoothing Method | Alpha and Beta | | Pegels Additive/B3 (Additive Trend, Multiplicative Seasonality) | Alpha : 0.3586  Beta : 0.0844  γ : 0.0558 | | Pegels B3 |   Lalu didapatkan hasil MAPE dari masing-masing forecast sebagai berikut :   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Jenis Forecast | Metode Forecast | Time Window/ Alpha and Beta | MAPE | | Moving Average | Simple Moving Average | 6 Bulan | 3.23% | | Double Moving Average | 4.08% | | Weighted Moving Average | 3.23% | | Exponential Smoothing | Double Exponential Smoothing | Alpha : 0.3586  Beta : 0.0844  γ : 0.0558 | 3.56% | | Pegels B3 | 4.29% | | Simple Forecast | Mean Model | - | 25.96% |   Untuk plot grafik Forecast secara keseluruhan bisa dilihat pada plot berikut :  Diatas merupakan plot grafik perbandingan aktual dengan semua jenis metode forecast yang dipakai tampak disini mean model yang tampak jauh dari plot aktualnya, tentu saja hal ini karena mean data Ini masuk akal karena model rata-rata tidak mempertimbangkan tren atau pola musiman yang ada dalam data.  Berikut adalah gambaran potongan monthly tourist visitor yang saya ambil dalam rentang 10 tahun terakhir, fungsinya disini agar saya bisa melihat lebih jelas bentuk dan pola musiman serta tren dari data aktual serta hasil plot forecastnya. Disini tampak jelas bahwa plot ES tampak membentuk musiman terutama pot Holt’s (Double ES) ditandai dengan warna hijau yang mendekati mirip dengan data actual. Untuk memperlihat lebih jelas dari plot ES jika dibandingkan langsung dengan data aktual bisa dilihat di bawah :    Jika Monthly Data dipaparkan dalam rentang periode dari awal sampai akhir (1986-2020) seperti diatas, data actual yang berwarna hitam menunjukkan adanya tren yang cukup additive atau mendekati konstan disertai dengan musiman yang bahkan juga cenderung additive (konstan) maupun multiplikatif (mendekati eksponensial). Untuk forecast yang Nampak terlihat jelas pola musiman disertai dengan tren konstan disini ada forecast Pegels Multiplicative, lalu disusul dengan Holt’s Double ES. Hal ini menunjukkan bahwa data actual memiliki indikasi musiman namun tidak seberapa kuat seperti apa yang digambarkan oleh forecast Pegels    Sama halnya disini saya menggunakan rentang data 10 tahhun terakhir untuk melihat lebih detail kunjungan turis aktual jijka dibandingkan dengan Exponential Smoothing, dan Nampak bahwa Holt’s Double Exponential Smoothing disini lebih mendekati atau hampir menyerupai plot asli, begitu pula dengan hasil forecast yang cenderung fluktuasi ke bawah mengikuti pola actual. Tentunya hal ini dibuktikan dengan MAPE yang dimiliki oleh Double ES yaitu sebesar 3.56%, walaupun MAPE WMA cenderung lebih kecil daripada Double ES, namun untuk pola bentuk musiman dan trend data justru lebih mirip Holt’s Double ES jika dibandingkan dengan actual.  Lalu untuk hasil forecast Double ES adala sebagai berikut (menunjukkan data menukik tajam ke bawah secara cepat dibandinhkan dengan Triple ES):    Lalu untuk hasil forecast Triple ES Pegels B3 adala sebagai berikut (menunjukkan data hasil forecast remaing years 2020 cenderung melandai dibandinhkan dengan Double ES):    **B Moving Average pada Monthly Data**  Diatas merupakan plot forecast Moving Average VS Actual untuk rentang tahun 1986 hingga 2019, dan dapat dilihat bahwa plot forecast ini menunjukkan bentuk garis halus dan tidak mampu menghasilkan plot musiman.  Diatas saya ambil data rentang 10 tahun terakhir beserta dengan plot forecast di tahun 2022. Saya mengambil rentang tersebut untuk memudahkan pengamatan perbandingan plottingan grafik antara MA dengan Data Aktual    Dari hasil pengamatan dan plottingan tampak bahwa Weighted Moving Average lebih mendekati mirip dengan data aktual daripada dibandingkan dengan Double Moving Average. Walaupun begitu dari plot forecast MA ini kelihatan landau atau cenderung halus atau tidak terlalu membentuk forecast musiman. Hal ini dikarenakan Moving Average tidak cocok untuk data bulanan yang memiliki periode MA yang besar, terbukti bahwa periode bulanan ini memiliki rentang tahun 1986 hingga 2022, yang sangat panjang. Karena panjang periode MA besar, maka otomatis plot forecast lebih halus tetapi kurang responsif.  Untuk data forecast remaining year dari 2020 dengan menggunakan MA, adalah sebagai berikut :  Berdasarkan plot grafik diatas menunjukkan mean model memiliki garis yng konstan dan bahkan landai atau sangat smooth jika dibandingkan dengan data aktual. Mean Model adalah metode peramalan yang paling sederhana di mana semua peramalan di masa depan adalah rata-rata dari data historis. Dengan MAPE sebesar 25.96%, ini menunjukkan bahwa model rata-rata sederhana ini jauh kurang akurat dibandingkan dengan metode lain yang digunakan. Ini masuk akal karena model rata-rata tidak mempertimbangkan tren atau pola musiman yang ada dalam data.  Untuk hasil forecast Mean Model di tahun sisa 2020 adalah sebagai berikut :  **Kesimpulan akhir :**   1. **Moving Average:**    1. Pengertian: Moving Average adalah metode forecasting yang menggunakan rata-rata dari sejumlah periode data terakhir untuk memprediksi nilai masa depan.    2. Kecocokan dengan Data:   Data menunjukkan pola tren meningkat, dan waaupun terdeteksi ada indikasi musiman dalam data (walau tidak kuat di data), maka Double Moving Average dianggap cocok untuk digunakan untuk tren yang cenderung konstan atau additive di data ini . Tetap saja walaupun terdapat musiman di data aktual, namun untuk forecast dari DMA sendiri tidak mampu menggambarkan pola musiman dengan jelas (justru menggambarkan plot dengan gambar smooth dan landai) hal ini dikarenakan metode MA tidak cocok untuk data yang memiliki periode yang panjang. Jika periode MA panjang, maka hasil plot grafik cenderung halus tapi kurang responsif.   * 1. Dari data yang disajikan, Weighted Moving Average dengan window 3 tahun memiliki MAPE terkecil di antara metode moving average lainnya, yaitu 3.23%. Ini menunjukkan bahwa penimbangan data terakhir lebih akurat dalam memprediksi nilai masa depan dibandingkan dengan penggunaan SMA atau DMA. Sebaliknya, moving average dengan window 6 bulan menunjukkan variasi dalam MAPE yang dapat disebabkan oleh keragaman data dalam periode waktu yang berbeda.   **Pertimbangan Tambahan**:  Metode moving average mungkin lebih cocok untuk data dengan rentang periode yang lebih pendek. Hal ini karena moving average terutama bergantung pada data historis dan mungkin tidak seefisien dalam merespons perubahan tren yang cepat atau adanya perubahan mendadak. Oleh karena itu, window yang lebih pendek seperti 6 bulan mungkin lebih dapat menangkap tren terbaru dalam data dan memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan window yang lebih panjang.   1. **Exponential Smoothing:**    1. Pengertian:   Exponential Smoothing adalah teknik peramalan yang menggunakan rata-rata tertimbang dari data masa lalu untuk memprediksi nilai masa depan. Konsepnya adalah memberikan bobot lebih kepada data yang lebih baru daripada data yang lebih lama.   * 1. Kecocokan dengan Data:   Karena data menunjukkan pola tren yang signifikan (dengan indikasi musiman), serta jika ingin memprioritaskan MAPE yang kecil, maka metode **Double Exponential Smoothing (Holt’s Exponential Smoothing)** adalah pilihan yang tepat. Namun jika ingin lebih menonjolkan dan ingin tahu **bentuk pola datanya** seperti apa (karena data turis kunjungan bulanan ini memiliki indikasi musiman yang lumayan additive maupun multiplicative) maka **metode Triple ES seperti Pegels B3** cocok untuk digunakan. Namun akan lebih direkomendasikan lagi untuk menggunakan **Pegels Additive** karena metode ini sesuai dengan sifat pola data Monthly kunjungan turis ke Eropa   * 1. Dengan MAPE sebesar 3.56% yang dihasilkan oleh Holt’s Exponential Smoothing, metode ini menunjukkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode moving average, namun sedikit lebih tinggi daripada WMA. Ini menunjukkan bahwa metode Holt’s mampu mengakomodasi pola tren naik dan memberikan ramalan yang paling mendekati data asli.   2. Pertimbangan Tambahan: Metode exponential smoothing mungkin lebih cocok untuk data dengan rentang periode yang lebih panjang karena ia dapat menyesuaikan diri dengan perubahan tren secara lebih efisien. Hal ini terutama berlaku ketika konstanta smoothing dioptimalkan dengan tepat.   **Perbandingan Antar Metode:**  Advancement: Exponential smoothing dianggap lebih canggih dibandingkan dengan moving average karena ia memperhitungkan seluruh data historis dengan bobot yang menurun eksponensial, sedangkan moving average hanya memperhitungkan sejumlah periode data terakhir.  Keunggulan: Dalam konteks data, Exponential Smoothing (khususnya Double Exponential Smoothing) menunjukkan performa yang lebih baik jika ditinjau dari MAPE saja daripada metode moving average. Jika ingin melihat dan menonjolkan pola musiman, maka sebaiknya menggunakan metode Triple ES seperti Pegels B3 maupun Pegels Additive yang sesuai dengan sifat data Monthly tourism ini  **Kesimpulan Akhir:**  Dalam analisis ini, meskipun Moving Average memberikan hasil yang cukup baik (ditinjau dari MAPE nya), terutama dengan Weighted Moving Average dengan window 6 bulan, namun **Exponential Smoothing (khususnya Double Exponential Smoothing)** memberikan hasil yang lebih mendekati data aktual dengan **margin error yang lebih kecil.** Namun jika ingin **fokus menonjolkan pola musiman**, maka sebaiknya menggunaka **metode Triple ES (Pegel B3)** dengan MAPE4.29% (Mungkin dipengaruhi dengan Window yang dipakai, karena disini saya menggunakan window 6 bulan maka kelihatan. Oleh karena itu, untuk dataset dengan karakteristik seperti yang dimiliki (tren signifikan beserta dengan indikasi musiman), Exponential Smoothing lebih disarankan. Kedua metode dapat disesuaikan dengan mengubah ukuran window atau konstanta smoothing, masing-masing, untuk mengoptimalkan kinerja mereka untuk set data tertentu. Pada akhirnya, pilihan antara MA dan ES akan bergantung pada karakteristik khusus dari seri waktu yang dianalisis dan tujuan dari analisis tersebut.  Dari Keseluruhan Uji Forecast, maka bisa disimpulkan bahwa metode simple Forecast seperti Mean Model dan Naive Model merupkan Forecast yang sangat sederhana dan tidak bisa diandalkan jika menyangkut data yang memiliki angka banyak, periode panjang, pola data tren, maupun pola data tren dan musiman. Semakin panjang periode data, dan semakin beragam pola data yang dimilikinya, maka sebaiknya menggunakan metode yang lebih Advance yaitu Exponential Smoothing (karena bisa meramal data unutk jenis tipe data musiman dan tren). Dengan begitu hasil data forecast ES lebih sesuai dengan data actual dan cocok digunakan untuk tipe data seperti ini. Lalu untuk jenis data yang memiliki periode MA yang tidak terlalu panjang seperti Yearly data masih relevan untuk menggunakan Moving Average, karena terbukti di Forecasting Yearly Data ini didapatkan margin error yang kecil dengan menggunakan DMA. |  |
| TOTAL MARK | |  |