

PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PADA TRANS METRO BANDUNG DI 4 KORIDOR AKIBAT DAMPAK PEMBATAHAN KEGIATAN DI KOTA BANDUNG

Hasan Ma'ruf¹, Alfa Narendra²

hasanmaruf@students.unnes.ac.id, alfa.narendra@mail.unnes.ac.id

Universitas Negeri Semarang

ABSTRACT

The Large-Scale Social Restrictions (PSBB) regulated in Bandung Mayor Regulation Number 14 of 2020 are carried out as an effort to spread Corona Virus Disease 2019 (COVID-19). Trans Metro Bandung (TMB) is one of the transportation companies affected by the PSBB. This study aims to predict the number of TMB passengers in 4 corridors due to the impact of the PSBB implementation using passenger data from 2018 - 2020. This study uses the Arfima, Auto.arima, ETS, Holt-winters, Snaive, and TBATS time series forecasting methods. From this model, a comparison is made between empirical data and forecasting results in each corridor to calculate the decline in the number of passengers in the next 10 months, namely March-December 2020. The accuracy tests of the models used are Mean Absolute Error (MAE) and Mean Absolute Percentage Errors (MAPE). The results showed that the holt-winters method was appropriate for predicting the number of passengers of Trans Metro Bandung in corridors 1-3, while for corridor 4 using the ETS method (A, N, N). Data on the number of passengers on Trans Metro Bandung has seasonal and trend patterns. The difference between the forecast and the actual results obtained for the period March-December 2020 in corridor 1 shows a decrease in the number of passengers by -104,719 people, corridor 2 -82,109 people, corridor 3 -81,677 people, and corridor 4 -47,289 people. The difference in the total decrease in the number of passengers due to the impact of restrictions on activities in corridors 1-4 of Trans Metro Bandung is -315,794 people.

Keywords: COVID-19, Trans Metro Bandung Passengers, Time Series, Forecasting, MAE and MAPE.

ABSTRAK

Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) yang diatur dalam Peraturan Wali Kota Bandung Nomor 14 tahun 2020 dilakukan sebagai salah satu upaya penyebaran Corona Virus Disease 2019 (COVID-19). Trans Metro Bandung (TMB) termasuk salah satu perusahaan transportasi yang terkena dampak dari PSBB. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah penumpang TMB di 4 koridor akibat dampak dari pelaksanaan PSBB dengan menggunakan data penumpang dari tahun 2018 – 2020. Penelitian ini menggunakan metode peramalan *time series* Arfima, Auto.arima, ETS, Holt-winters, Snaive, dan TBATS. Dari model tersebut kemudian dilakukan perbandingan antara data empiris dan hasil peramalan pada masing-masing koridor untuk menghitung penurunan jumlah penumpang pada 10 bulan kedepan, yaitu bulan Maret-Desember 2020. Uji akurasi model yang digunakan adalah Mean Absolute Error (MAE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan metode holt-winters tepat untuk memprediksi jumlah penumpang Trans Metro Bandung pada koridor 1-3, sementara untuk koridor 4 menggunakan metode ETS (A,N,N). Data jumlah penumpang Trans Metro Bandung memiliki pola *seasonal dan trend*. Selisih hasil peramalan dengan aktual, yang diperoleh untuk periode pada bulan Maret-Desember 2020 di koridor 1 menunjukkan penurunan jumlah penumpang sebesar -104.719 orang, koridor 2 -82.109 orang, koridor 3 -81.677 orang, dan koridor 4 -47.289 orang. Selisih total penurunan jumlah penumpang akibat dampak pembatasan kegiatan di koridor 1-4 Trans Metro Bandung sebesar -315.794 orang.

Kata Kunci: COVID-19, Penumpang Trans Metro Bandung, Time Series, Peramalan, MAE dan MAPE.

I. PENDAHULUAN

Covid-19 merupakan penyakit akibat virus corona jenis baru yang muncul pada akhir 2019 pertama kali di Wuhan, Cina yang saat ini menyebabkan pandemi hampir di seluruh dunia. Tanda dan gejala umum infeksi COVID-19 antara lain gejala gangguan pernapasan akut seperti demam, batuk dan sesak napas (Kementerian Kesehatan RI, 2020). Infeksi Covid-19 memiliki kaus aktif dan kematian yang cukup tinggi. Di Indonesia kasus aktif mencapai 103.239, angka kematian mencapai 19.880 orang per 20 Desember 2020 (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Terjadinya wabah penyakit covid-19 yang menyebar di seluruh dunia memberikan tantangan yang besar bagi keberlanjutan kota, khususnya kota-kota yang memiliki mobilitas tinggi dan mengharuskan masyarakatnya bergantian untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Covid-19 merupakan penyakit akibat virus.

Indonesia menjadi salah satu dari banyak negara yang terdampak oleh wabah Covid-19. Presiden Joko Widodo mengumumkan secara resmi kasus pertama Covid-19 tanggal 2 Maret 2020 (Dikutip dari <https://nasional.kompas.com/read/2020/03/02/12002701/ini-pengumuman-lengkap-jokowi-soal-2-wni-positif-corona?page=all>. Diakses pada 10 Oktober 2021). Covid dapat menular dari manusia ke manusia melalui percikan (*droplet*) dari penderita yang bersin atau batuk dan kontak erat dengan penderita atau kontak dengan permukaan dan benda yang terkontaminasi. Dengan demikian, salah satu pencegahan untuk mengurangi penularan covid-19 adalah dengan menjaga jarak antara jarak dengan satu dan yang lain serta tidak berkerumun dalam suatu tempat, baik ruangan tertutup maupun terbuka. Moda transportasi umum menjadi salah satu penyebab penyebaran Covid-19. Hal tersebut karena moda transportasi umum merupakan ruang tertutup yang memberikan peluang untuk penularan penyakit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penurunan Jumlah Penumpang

Adanya pandemi Covid-19 menyebabkan dunia harus banyak beradaptasi dalam menjalankan kegiatannya. Dampak Covid-19 telah mempengaruhi banyak sektor dalam kegiatan sehari-hari, salah satunya sektor transportasi. Dampak yang sangat besar dalam sektor transportasi menyebabkan terjadinya penurunan jumlah penumpang di transportasi darat, laut, dan udara. Trans Metro Bandung (TMB) termasuk salah satu yang terkena dampak tersebut. Penurunan jumlah penumpang TMB, Damri ataupun angkot lebih dari 50-60%. (Dikutip dari artikel <https://www.medcom.id/nasional/daerah/4KZ2jypK-tambal-rute-bus-damri-dishub-kota-bandung-tambah-6-unit-tmb>. Diakses pada 12 Oktober 2021).

2.2 Peramalan (*Forecasting*)

Menurut Heizer et. al. (2017) peramalan adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian dimasa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis.

Peramalan dalam praktiknya merupakan suatu perkiraan dengan menggunakan teknik-teknik tertentu. Peramalan pada umumnya dilakukan untuk meminimalisir ketidakpastian pada suatu keadaan dimasa yang akan datang. Misalnya seperti peramalan persediaan jumlah barang, pendapatan perusahaan, harga saham, nilai tukar uang, cuaca dan sebagainya (Rusdiana, 2014).

2.3 *Time Series*

Time Series adalah hasil dari pengamatan yang dikumpulkan secara berkala pada sebuah variabel selang beberapa waktu tertentu. Relasi antara waktu dan kebutuhan dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan di masa yang akan

dating yaitu dengan mempelajari dan melihat bagaimana variabel dapat berubah dari waktu ke waktu (Jumingan, 2009). Ada beberapa metode yang bisa digunakan dalam melakukan prediksi.

A. *Arfima*

Fungsi ini menggabungkan metode *fracdiff* dan *auto.arima* untuk memilih dan memperkirakan model ARFIMA secara otomatis. Parameter diferensiasi fraksional dipilih terlebih dahulu dengan asumsi model ARFIMA(2,d,0). Kemudian data didiferensiasikan secara fraksional menggunakan estimasi *d* dan model ARMA dipilih untuk deret waktu yang dihasilkan menggunakan *auto.arima*. Akhirnya, model ARFIMA(p,d,q) penuh diestimasi ulang menggunakan *fracdiff*. Jika *estim="mle"*, koefisien ARMA disempurnakan menggunakan *arima*.

B. *Auto.arima*

Metode ini memiliki ketepatan yang sangat baik untuk peramalan jangka pendek, sedangkan untuk peramalan jangka panjang cenderung *flat* (konstan/mendatar). Model yang dihasilkan secara penuh mengabaikan variabel independen dimana nilai yang digunakan adalah nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat (Wang, Smith & Hyndman, 2006).

C. *Exponential Smoothing State Space (ETS)*

Berdasarkan klasifikasi metode seperti yang dijelaskan dalam Hyndman et al (2008). Metodologi ini sepenuhnya otomatis. Satu-satunya argumen yang diperlukan untuk *Exponential Smoothing State Space* adalah deret waktu. Model dipilih secara otomatis jika tidak ditentukan. Metodologi ini berkinerja sangat baik pada data kompetisi M3. (Hyndman, dkk, 2002).

D. *Holt-Winters (HW)*

Metode *holt-winters* merupakan metode peramalan seri waktu yang mampu memasukan tren dan musiman dimana komponen dalam metode ini jauh lebih sederhana. (Suwandi, et.al, 2014).

E. *Snaive*

Jalan acak dengan model drift adalah

$$Y[t]=c + Y[t-1] + Z[t]$$

di mana $Z[t]$ adalah kesalahan iid normal.

Prakiraan diberikan oleh

$$Y[n+t]=ch+Y[n]$$

Jika tidak ada penyimpangan (seperti pada naif), parameter penyimpangan $c=0$. Kesalahan standar prakiraan memungkinkan ketidakpastian dalam memperkirakan parameter penyimpangan (tidak seperti prakiraan terkait yang diperoleh dengan memasang model ARIMA secara langsung). Model naif musiman adalah

$$Y[t]=Y[t-m] + Z[t]$$

Dimana $Z[t]$ adalah kesalahan iid normal (Hyndman, & Athanasopoulos, 2018).

F. *TBAT*

Sesuai dengan model TBATS yang diterapkan pada y , seperti yang dijelaskan dalam De Livera, Hyndman & Snyder (2011). Pemrosesan paralel digunakan secara default untuk mempercepat komputasi.

2.4 Perhitungan Nilai Kesalahan

Dalam melakukan proses peramalan pasti dilakukan proses pengujian untuk melihat kesesuaian antara data uji dengan data hasil peramalan. Dengan melakukan pengujian ini bisa untuk membuat kesimpulan apakah metode yang digunakan untuk peramalan menghasilkan peramalan yang baik atau tidak. Untuk mengukur *error* (kesalahan) *forecast* ada beberapa jenis cara menghitung nilai *error*.

A. *Mean Absolute Error (MAE)*

Mean absolute error (MAE) yaitu rata-rata nilai *absolute error* dari kesalahan meramal (tidak tanda positif atau negatifnya). (Bowerman & O'Connell, 2004).

B. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Mean absolute percentage error merupakan satuan nilai yang dipergunakan untuk mengukur tingkat efektifitas sebuah metode peramalan yaitu dengan menghitung rata – rata tingkat *error* dari sebuah metode. Dikutip dari Putro (2018), rumus MAPE adalah sebagai berikut :

$$MAPE = (1 / n) \times \sum [(| At - Ft |) / | At |] \times 100$$

Dimana:

At = nilai aktual pada data t

Ft = nilai peramalan pada data t

n = jumlah periode data

III. METODE PENELITIAN

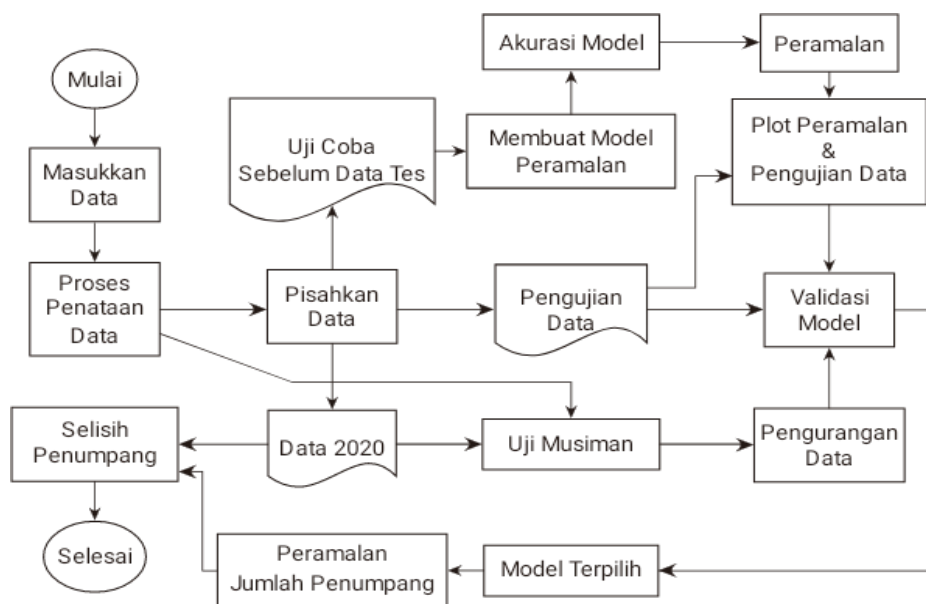
3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif dan jenis datanya berupa data sekunder. Data yang digunakan dalam penerapan ini adalah data jumlah penumpang Trans Metro Bandung pada 4 koridor dari Januari 2018 sampai dengan Desember 2020. Sumber data pada penelitian ini diperoleh dari Open Data Kota Bandung (<http://data.bandung.go.id/dataset/44ce35af-b251-4841-9b8c-c62a6ccfc477>).

3.2 Prosedur Kerja

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak R. Tahapan analisis yang dilakukan mulai menjalankan *software* R kemudian menginstal paket ‘data.table’, ‘forecast’, ‘MLmetrics’, ‘TSstudio’, ‘seastest’ untuk membaca data yang

disediakan perangkat lunak R. Paket ‘forecast’ merupakan paket yang berguna untuk melakukan peramalan *time series* dan model linier. Paket TSstudio menyediakan seperangkat alat untuk analisis deskriptif, prediktif, visualisasi interaktif, dan untuk peramalan *time series*. Paket seastest tes berfungsi untuk meramalkan pada waktu/musim tertentu. Kemudian menginput data Trans Metro Bandung pada perangkat lunak R setelah data masuk dilanjutkan membuat model *time series*. Model *time series* yang digunakan *Arfima*, *Auto.arima*, *ETS*, *Holt-winters*, *Snaive*, dan *TBATS* guna mencari nilai *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil. Dari model terpilih kemudian dilakukan peramalan untuk mendapatkan perkiraan jumlah penumpang pada kondisi normal. Dengan mendapatkan perkiraan jumlah penumpang pada kondisi normal, kita bisa menghitung penurunan jumlah penumpang terhadap kondisi empiris untuk memprediksi jumlah penumpang pada 10 bulan kedepan, yaitu bulan Maret-Desember 2020.



Gambar 1. Bagan Tahapan Penelitian

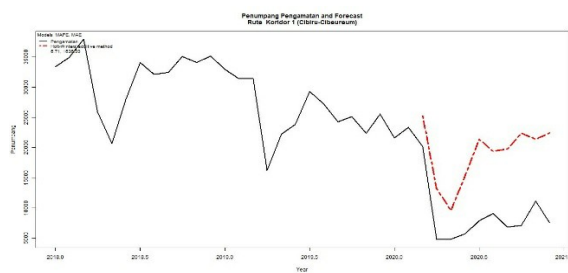
IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data

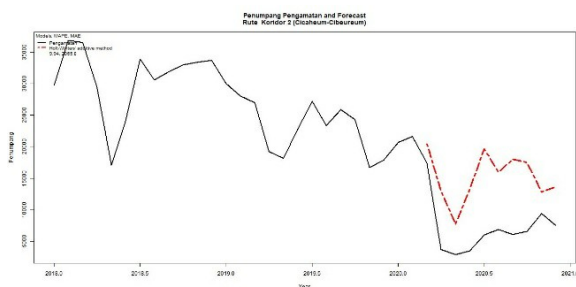
Data yang digunakan adalah data penumpang Trans Metro Bandung di Kota Bandung meliputi koridor 1-4 dari bulan Januari tahun 2018 sampai bulan Desember tahun 2020. Satuan angka dalam data adalah ribu orang.

4.2 Hasil

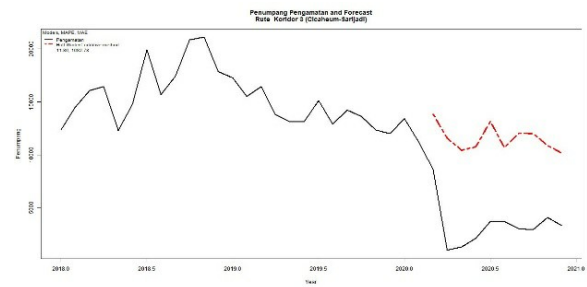
Analisis data yang digunakan adalah dengan metode *time series forecasting analysis*. Kemudian membandingkan antara data empiris dan hasil peramalan. Dari model terpilih kemudian dilakukan peramalan untuk mendapatkan perkiraan jumlah penumpang pada kondisi normal. Dengan mendapatkan perkiraan jumlah penumpang pada kondisi normal, kita bisa menghitung penurunan jumlah penumpang terhadap kondisi empiris untuk memprediksi jumlah penumpang pada 10 bulan kedepan yaitu bulan Maret-Desember 2020. Metode yang digunakan untuk memodelkan peramalan adalah *Arfima*, *Auto.arima*, *ETS*, *Holt-winters*, *Snaive*, dan *TBATS*. Uji akurasi model yang digunakan adalah *Mean Absolute Error (MAE)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Nilai MAE dan MAPE terkecil, sebagai validator, menghasilkan model *holt-winters* sebagai model yang paling sesuai untuk koridor 1-3, sementara untuk koridor 4 cocok dengan model *ETS (A,N,N)*



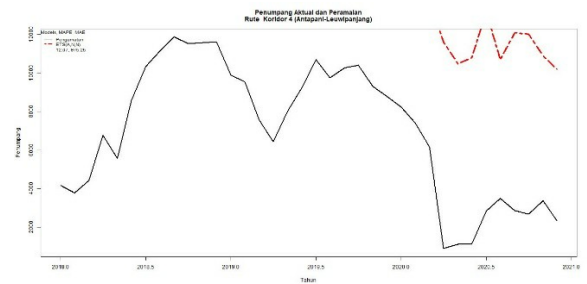
Gambar 2. Hasil peramalan koridor 1



Gambar 3. Hasil peramalan koridor 2



Gambar 4. Hasil peramalan koridor 3

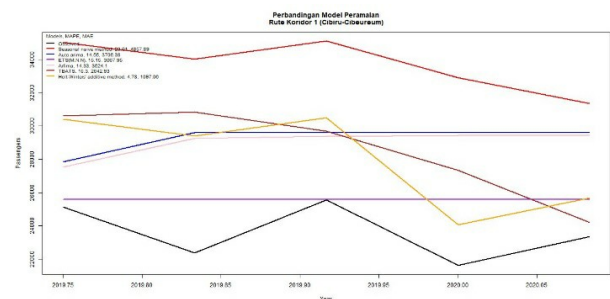


Gambar 5. Hasil peramalan koridor 4

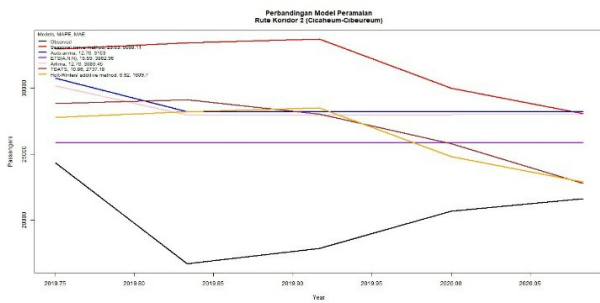
Gambar di atas menunjukkan hasil model peramalannya pada koridor 1-4 nilai MAE dan MAPE terkecil, sebagai validator, menghasilkan model *holt-winters* sebagai model yang paling sesuai untuk koridor 1-3, sementara untuk koridor 4 cocok dengan model *ETS (A,N,N)*. koridor 1 MAPE = 4,78%, MAE = 1097,06, koridor 2 MAPE = 6,92%, MAE = 1609,7, koridor 3 MAPE = 8,86%, MAE = 1326,9, koridor 4 MAPE = 13,2%, MAE = 1058,46. Warna hitam menunjukkan sebagai hasil observasi dan warna merah menunjukkan hasil peramalan.

4.3 Pembahasan

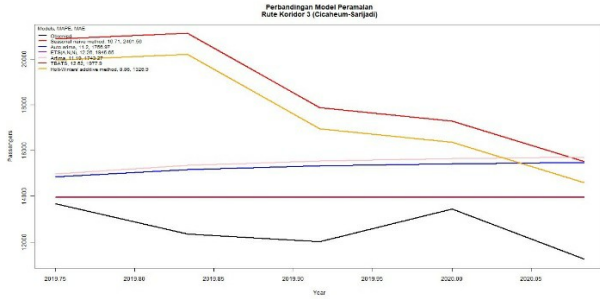
A. Perbandingan Model



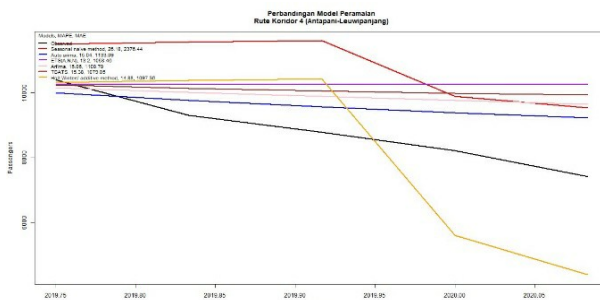
Gambar 6. Perbandingan Model Koridor 1



Gambar 7. Perbandingan Model Koridor 2



Gambar 8. Perbandingan Model Koridor 3



Gambar 9. Perbandingan Model Koridor 4

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan perbandingan model koridor 1-4 didapatkan hasil perhitungan pada koridor 1 nilai MAPE dan MAE : (1) Arfima 14,33%, 3624,1; (2) Auto arima 14,55%, 3706,38; (3) ETS 15,15%, 3667,95; (4) holt-winters 4,78%, 1097,06; (5) snaive 20,61%, 4857,89; (6) tbats 10,3%, 2642,93. Koridor 2 nilai MAPE dan MAE : (1) Arfima 12,76%, 3086,45; (2) Auto arima 12,76%, 3103; (3) ETS 15,59%, 3862,96; (4) holt-winters 6,92%, 1609,7; (5) snaive 23,53%, 5698,11; (6) tbats 10,86%, 2737,18. Koridor 3 nilai MAPE dan MAE : (1) Arfima 11,19%, 1743,27; (2) Auto arima 11,2%, 1756,97; (3) ETS 12,26%, 1945,65; (4) holt-winters 13,20%, 1326,9; (5) snaive 16,71%, 2461,56; (6) tbats 12,62%, 1977,9. Koridor 4 nilai MAPE dan MAE : (1) Arfima 15,06%, 1108,78; (2) Auto arima 15,04%, 1133,09; (3) ETS 13,20%, 1058,46; (4) holt-winters 14,88%, 1097,36; (5) snaive 26,18%, 2376,44; (6) tbats 15,38%, 1079,05. Metode *holt-winters* adalah metode yang paling cocok untuk memprediksi jumlah

penumpang Trans Metro Bandung pada koridor 1-3, sementara untuk koridor 4 cocok dgn metode *ETS* (A,N,N).

B. Selisih

Selisih hasil peramalan jumlah penumpang Trans Metro Bandung pada 10 bulan kedepan yaitu bulan Maret-Desember 2020 telah menurunkan penumpang pada koridor 1 sebesar -104.719 ribu orang, koridor 2 -82.109 ribu orang, koridor 3 -81.677 ribu orang, koridor 4 -47.289 ribu orang. Selisih total jumlah penumpang yang turun akibat dampak pembatasan kegiatan di koridor 1-4 Trans Metro Bandung sebesar -315.794 ribu orang.

Tabel 1. Selisih jumlah penumpang TMB di koridor 1-4

Koridor	Selisih (orang)
1	-104.719
2	-82.109
3	-81.677
4	-47.289
Total	-315.794

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini yakni peramalan jumlah penumpang Trans Metro Bandung di Koridor 1-4 akibat dampak pembatasan kegiatan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai MAE dan MAPE terkecil, sebagai validator, menghasilkan model *holt-winters* sebagai model yang paling sesuai untuk koridor 1-3, sementara untuk koridor 4 cocok dengan model *ETS* (A,N,N).
2. Nilai yang dihasilkan dari metode *holt-winters* (HW) untuk penumpang Trans Metro Bandung koridor 1-3, sementara koridor 4 menggunakan model *ETS* (A,N,N). koridor 1 nilai MAPE = 4,78%, MAE = 1097,06, koridor 2 nilai MAPE = 6,92%, MAE = 1609,7, koridor 3 nilai MAPE = 8,86%, MAE = 1326,9, koridor 4 nilai MAPE = 13,2%, MAE = 1058,46.
3. Didapatkan hasil peramalan jumlah penumpang Trans Metro Bandung akibat pembatasan pada 10 bulan kedepan yaitu bulan Maret – Desember 2020 telah menurunkan penumpang pada koridor 1 -

104.719 ribu orang, koridor 2 -82.109 ribu orang, koridor 3 -81.677 ribu orang, koridor 4 -47.289 ribu orang. Selisih total jumlah penumpang yang turun akibat dampak pembatasan kegiatan di koridor 1-4 Trans Metro Bandung sebesar -315.794 ribu orang.

Daftar Pustaka

- Bowerman, B.L. and O'Connell, R.T. (1993, 2004). *Forecasting and Time Series: An Applied Approach*,. 3 and 4 edition, Duxbury Press: USA.
- De Livera, Hyndman & Snyder .(2011). Forecasting Time Series With Complex Seasonal Patterns Using Exponential Smoothing. *Journal of the American Statistical Association*. ISSN: 0162-1459.
- Heizer, Render & Munson. (2017). *Operation S Management, Sustainability and Supply Chain Management*- 12 Edition.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. OTexts.
- Hyndman, Rob J, Anne B. Koehler, Ralph D. Snyder, & Simone Grose. (2002). A State Space Framework for Automatic Forecasting Using Exponential Smoothing Methods. *International Journal of Forecasting*. Vol. 18. Hal 439-454.
- Ihsanuddin. 2020. Ini Pengumuman Lengkap Jokowi Soal 2 WNI Positif Corona. <https://nasional.kompas.com/read/2020/03/02/12002701/ini-pengumuman-lengkap-jokowi-soal-2-wni-positif-corona?page=all>. Diakses pada 10 Oktober 2021 Pukul 23.15 WIB.
- Jumingan, J. (2009). *Studi Kelayakan Bisnis: Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kementerian Kesehatan RI. (2020). *Analisis Data COVID-19 Indonesia (Update Per 20 Desember 2020)*—Berita Terkini. Covid19.Go.Id. <https://covid19.go.id/p/berita/analisis-data-covid-19-indonesia-update-20-desember-2020>
- Kementerian Kesehatan RI. (2020). *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Coronavirus Disease (Covid-19) Revisi Ke-5*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kurniawan, Roni. 2021. Tambal Rute Bus Damri. Dishub Kota Bandung Tambah 6 Unit TMB. <https://www.medcom.id/nasional/darah/4KZ2jypK-tambal-rute-bus-damri-dishub-kota-bandung-tambah-6-unit-tmb>. Diakses pada 10 Oktober 2021 Pukul 22.30 WIB.
- Open Data Kota Bandung. Jumlah Penumpang Trans Metro Bandung Berdasarkan Koridor. <http://data.bandung.go.id/dataset/44ce35af-b251-4841-9b8c-c62a6ccfc477> . Diakses pada 15 Juli 2022 Pukul 01.15 WIB.
- Putro, B. (2018). *Prediksi Jumlah kebutuhan pemakaian air menggunakan metode exponential smoothing (Studi Kasus: PDAM Kota Malang)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Rusdiana. (2014). *Manajemen Operasi*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Suwandi, Adi, dkk. (2014). Peramalan Data Time Series Dengan Metode Penghalusan Eksponensial Holt-Winter. *Jurnal Universitas Hassanudin, Makasar*