

Prediksi Jumlah Penumpang Di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang Menggunakan *Holt Winter's Exponential Smoothing* (HWES)

Forecasting the Number of Passengers at Ahmad Yani National Airport Semarang Using the Holt Winter's Exponential Smoothing (HWES) Method

Rahmad Putra Gautama¹, Alwan Fadlurohman², Prizka Rismawati Arum³, Oktaviana Rahma Dhani⁴

^{1,3} Prodi S1 Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang, Kota Semarang

^{2,4} Prodi S1 Sains Data Universitas Muhammadiyah Semarang, Kota Semarang

Corresponding author: alwan@unimus.ac.id

Abstrak

Pesawat terbang memberikan kenyamanan dan kecepatan bagi penggunanya terutama bagi mereka yang memiliki keterbatasan waktu. Peningkatan jumlah penumpang terus terjadi beberapa bulan ini, sehingga dibutuhkan suatu peramalan dalam mengambil keputusan untuk memprediksi jumlah penumpang guna memaksimalkan kinerja yang ada. Karena metode *Holt Winters Exponential Smoothing* tidak sangat akurat dan sesuai dengan asumsi awal dari pola data penelitian, metode ini digunakan. Studi ini bertujuan untuk menggunakan metode *Holt Winters Exponential Smoothing* untuk meramalkan jumlah penumpang pesawat di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode ini memiliki nilai MAPE sebesar 13,98%, yang menunjukkan bahwa metode ini adalah pilihan yang baik dan tepat untuk meramalkan jumlah penumpang pesawat di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang.

Kata Kunci : *Holt Winters Exponential Smoothing*, Mape, Penumpang, Peramalan

Abstract

Airplanes provide comfort and speed for its users, especially for those who have limited time. The increase in the number of passengers continues to occur in recent months, so forecasting is needed in making decisions to predict the number of passengers to maximize existing performance. Since the *Holt Winters Exponential Smoothing* method is not very accurate and in accordance with the initial assumptions of the study data pattern, this method is used. This study aims to use the *Holt Winters Exponential Smoothing* method to forecast the number of airplane passengers at Ahmad Yani National Airport Semarang. The analysis results show that this method has a MAPE value of 13.98%, which indicates that this method is a good and appropriate choice for forecasting the number of airplane passengers at Ahmad Yani National Airport Semarang.

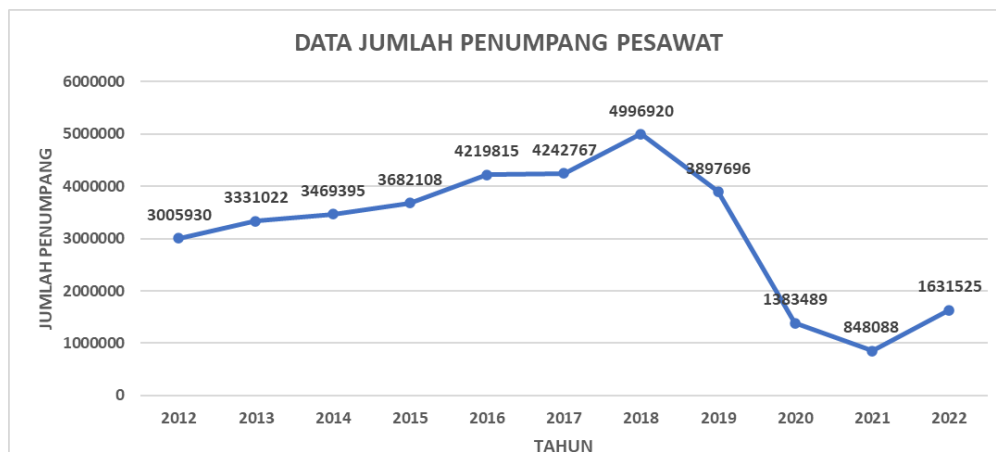
Keywords: *Forecasting, Holt Winters Exponential Smoothing, Mape, Passenger*

PENDAHULUAN

Industri transportasi selalu mengalami peningkatan, baik transportasi laut, darat dan udara. Hal ini terjadi karena transportasi merupakan kebutuhan masyarakat yang tidak bisa dipisahkan. Perkembangan ini pada akhirnya menuntut ketersediaan transportasi yang memadai dan tersedianya fasilitas yang baik. Karena transportasi sangat diperlukan untuk menunjang perjalanan ketempat yang akan didatangi, maka kebutuhan akan transportasi semakin berkembang seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk (Lamusa, 2017). Salah satu Bandara Nasional di Kota Semarang, Jawa Tengah yang

dibawah naungan PT Angkasa Pura I (Persero) adalah Bandara Nasional Ahmad Yani. Nama Ahmad Yani terinspirasi dari pahlawan revolusi Indonesia, Ahmad Yani (Sofiana et al., 2020). Bandara tersebut melayani penerbangan domestik maupun Nasional. Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah ketika terjadinya lonjakan jumlah penumpang. Peningkatan jumlah penumpang terus terjadi beberapa bulan ini, salah satunya karena peraturan penerbangan yang sudah mulai longgar akibat pandemi. Hal ini terbukti dengan naiknya jumlah penumpang pesawat di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang beberapa bulan terakhir yang dapat dilihat pada gambar 1.1 (Humas, 2022).

Gambar 1: Grafik Penerbangan di Bandara Ahmad Yani Semarang



Sumber: PT Angkasa Pura 1 (Persero) tahun 2012-2022

Berdasarkan grafik penerbangan diatas, pada tahun 2012 sampai pada tahun 2018 jumlah penumpang di Bandara Ahmad Yani terus mengalami kenaikan yaitu paling tinggi pada tahun 2018 sebesar 4.996.920, sementara pada tahun 2019 hingga tahun 2021 jumlah penumpang mengalami penurunan yang sangat signifikan, yang salah satunya disebabkan oleh covid-19 yang melanda Indonesia dan bahkan seluruh dunia, sehingga pemerintah menghimbau seluruh masyarakat Indonesia untuk mengurangi aktivitas diluar rumah (Ikhsan et al., 2017). Namun pada periode bulan Januari hingga Desember 2022 Bandara Ahmad Yani Semarang telah melayani sebanyak 1.631.525 orang penumpang. Jika dibandingkan dengan periode bulan Januari hingga Desember 2021 lalu dengan jumlah penumpang hanya sebanyak 848.088 orang, maka terjadi peningkatan penumpang sebesar 65,79%. Sebagai maskapai penerbangan, PT Angkasa Pura harus memiliki strategi dalam penyediaan dan pemenuhan kebutuhan penumpangnya.

Holt Winters Exponential Smoothing adalah salah satu teknik peramalan yang umum digunakan. *Holt Winters* adalah pendekatan peramalan yang efektif untuk menangani data yang memiliki sifat musiman dan tren (Setiawan et al., 2020). Kelebihan *Holt Winters* meliputi kemampuannya dalam memprediksi pola data yang memiliki pengaruh *seasonal* serta perubahan *trend* secara bersamaan. Selain itu, metode ini juga relatif sederhana dan memiliki tingkat kesalahan yang rendah, seperti yang diungkapkan oleh (Safitri et al., 2017). Penulis memilih metode *Holt Winter's Exponential Smoothing* karena metode tersebut sesuai dengan asumsi awal mengenai jumlah penumpang di bandara nasional Ahmad Yani Semarang yang memiliki pola musiman dan tren.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Safitri et al., 2017) membahas penggunaan metode *Exponential Smoothing Holt-Winters* dan ARIMA untuk memprediksi jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai Bali antara tahun 2010 hingga 2015. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa nilai MAPE untuk metode *Holt-Winters* adalah 8,862%, sementara ARIMA memiliki nilai MAPE sebesar 9,409%. Berdasarkan perbandingan tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* lebih unggul dalam memprediksi jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai Bali dibandingkan dengan ARIMA. Penelitian lainnya dilakukan oleh (Hutapea, 2023) menggunakan metode *Holt Winters Exponential Smoothing* untuk meramalkan curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara. Dalam penelitian tersebut, model *Holt-Winters Exponential Smoothing Additive* terbukti lebih unggul dengan nilai MAPE terkecil yaitu 0,327%, sedangkan model *multiplicative* memiliki nilai MAPE sebesar 0,375%.

METODE

1. Data dan Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah jumlah penumpang pesawat di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang dari Januari 2007 hingga Desember 2022, yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura I (PERSERO). Struktur data penelitian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.
Struktur Data Penelitian

No.	Tahun	Bulan	Jumlah penumpang
1	2007	Januari	X_1
2	2007	Februari	X_2
3	2007	Maret	X_{13}
⋮	⋮	⋮	⋮
192	2022	Desember	X_{192}

2. Prosedur Analisis Data

Tahapan analisis dalam penelitian, antara lain:

a. Tahapan Persiapan

- 1) Masukkan data jumlah penumpang ke program perangkat lunak R Studio.
- 2) Melakukan analisis deskriptif pada data jumlah penumpang di Bandara Ahmad Yani Semarang.
- 3) Bagi data menjadi data *training* 90% dan data *testing* 10%

b. Tahapan Analisis *Holt Winter's Exponential Smoothing*

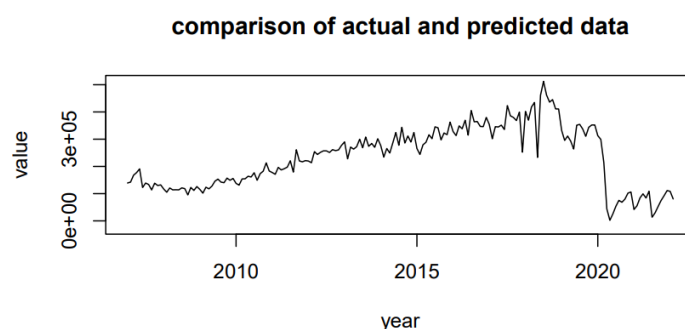
- 1) Tentukan nilai α, β, γ dengan cara *trial and error*
 - 2) Tentukan nilai pemulusan eksponensial awal, nilai pemulusan tren, dan musiman awal
 - 3) Menentukan nilai pemulusan level (L_t), nilai pemulusan tren (b_t), dan nilai pemulusan musiman (S_t).
 - 4) Melakukan peramalan untuk 13 bulan kedepan dengan model terbaik
 - 5) Buat *ploting* data aktual dan data peramalan
 - 6) Menghitung nilai akurasi peramalan untuk data jumlah penumpang dengan melihat MAPE
 - 7) Menentukan akurasi terbaik berdasarkan MAPE terendah
 - 8) Melakukan peramalan jumlah penumpang pesawat dengan metode terbaik
- Pengambilan kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan dalam bagian ini dengan tujuan untuk memberikan pemahaman yang luas tentang karakteristik data. Data yang digunakan dalam analisis ini adalah jumlah penumpang pesawat di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang. Analisis ini mencakup 192 data dari Januari 2007 hingga Desember 2022, dan berasal dari PT Angkasa Pura 1 (PERSERO) sebagai sumber sekunder.

Gambar 2. Plot Jumlah Penumpang Pesawat



Berdasarkan gambar, jumlah penumpang pesawat di Bandara Ahmad Yani Semarang mengalami fluktuasi yang cenderung naik dari tahun 2010 hingga 2018, kemudian mengalami fluktuasi yang cenderung menurun dari tahun 2019 hingga 2021, yang salah satunya disebabkan oleh pandemi Covid-19. Jumlah penumpang tertinggi mencapai 4.996.920 pada tahun 2018, dan jumlah penumpang terendah mencapai 848088 pada tahun 2021.

Tabel 2.

Analisis Deskriptif Jumlah Penumpang Pesawat

N	Mean	Minimum	Maksimum	Standar deviasi
192	228465	2185	512397	109633.7

Dilihat dari tabel diatas, diketahui bahwa rata-rata jumlah penumpang selama periode Januari 2012 hingga Desember 2022 adalah sebesar 228465 dengan nilai standar deviasi sebesar 109633,7 yang artinya persebaran data cukup beragam. Jumlah penumpang pesawat terendah sebesar 2.185 yang berada pada periode Mei 2020 dan tertinggi pada Juli 2018 yaitu sebesar 512.397.

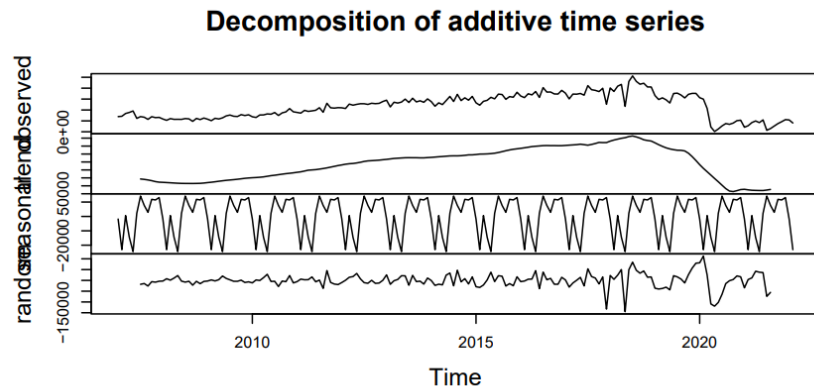
1. Analisis Deskriptif

Data dibagi menjadi dua kelompok dalam penelitian ini untuk menggunakan metode *Holt Winters Exponential Smoothing* untuk memprediksi jumlah penumpang pesawat di Bandara Ahmad Yani Semarang. Data pelatihan digunakan untuk membuat model prediksi jumlah penumpang pesawat, dan data pengujian digunakan untuk menguji dan memvalidasi model yang telah dibangun. Data penelitian sebanyak 192 dibagi menjadi dua kelompok: data pelatihan dan data pengujian. 90% data pelatihan, atau 173 data, dari Januari 2007 hingga Mei 2021, dan 10% data pengujian, atau 19 data, dari Juni 2021 hingga Desember 2022.

1) Nilai Parameter Optimum

Untuk memperkirakan data musiman dan tren, metode *Holt Winters Exponential Smoothing* terdiri dari dua model: model *multiplicative* dan model *additive*. Dalam penelitian ini, untuk menentukan apakah model yang digunakan adalah model *multiplicative* atau model *additive*, dilakukan analisis *decompose* dengan menggunakan bantuan perangkat lunak RStudio. Hasil dari analisis *decompose* ini kemudian digunakan untuk menentukan model yang akan digunakan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar.

Gambar 3. Model *Additive*



Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa data mengalami fluktuasi yang cenderung naik hingga tahun 2018, kemudian pada tahun 2019 hingga tahun 2021 mengalami fluktuasi yang cenderung turun. Dari gambar tersebut juga menjelaskan bahwa jumlah penumpang pesawat memiliki pola musiman tahunan yang ditunjukkan dengan adanya fluktuasi dengan pola yang sama, sehingga model yang akan digunakan adalah model *additive*. Analisis metode *Holt Winters Exponential Smoothing* dimulai dengan menentukan nilai parameter alpha (α), beta (β), dan gamma (γ). Parameter ini mewakili koefisien pemulusan untuk level, trend, dan komponen musiman dalam proses peramalan. Nilai-nilai ini ditentukan berdasarkan data *training* dan menggunakan bantuan perangkat lunak RStudio. Untuk melihat nilai-nilai parameter ini, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 3. Nilai Parameter Pemulusan Model *Additive*

α	β	γ	MAPE
1	0,1	0,9	24,08%
1	0,2	0,9	22,75%
0,9	0,2	0,8	22,41%
0,9	0,2	0,7	21,79%
0,8	0,3	0,1	22,47%
⋮	⋮	⋮	⋮
0,3	0,1	0,1	74,78%
0,2	0,2	0,1	82,42%
0,1	0,1	0,1	100,06%

Nilai parameter pemulusan yang optimum untuk metode *Holt Winters* pada data jumlah penumpang pesawat di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang dilihat dari nilai MAPE terkecil, berdasarkan pengujian parameter diatas dapat diketahui bahwa nilai

MAPE terkecil yaitu sebesar 21,79%, sehingga diperoleh nilai parameter alpha (α) sebesar 0,9, nilai parameter beta (β) sebesar 0,2, dan nilai parameter gamma (γ) sebesar 0,7.

2) Menentukan Nilai Pemulusan Awal

Nilai awal taksiran pemulusan untuk data jumlah penumpang pesawat di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang mencakup nilai awal pemulusan pada level, tren, dan musiman. Nilai pemulusan awal dapat ditentukan dengan bantuan *software R studio*. Berdasarkan hasil dari *r studio* diperoleh nilai pemulusan awal sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Pemulusan Awal *Holt Winters Exponential Smoothing*

Nilai awal pemulusan level (L_t)	100413,5815
Nilai awal pemulusan trend (b_t)	3085,4311
Nilai awal pemulusan musiman (S_t)	
S_1	5852,0301
S_2	-4376,6011
S_3	-7307,9673
S_4	26391,6291
S_5	17059,3810
S_6	315,6826
S_7	-16657,0786
S_8	-3998,3237
S_9	1988,1854
S_{10}	6635,6218
S_{11}	-4433,2646
S_{12}	-19260,4892

Setelah itu, nilai pemulusan level, trend, dan musiman telah dihitung. Selanjutnya, prediksi jumlah penumpang pesawat di Bandara Ahmad Yani Semarang dilakukan untuk 19 periode berikutnya.

3) Hasil Prediksi *Holt Winters Exponential Smoothing*

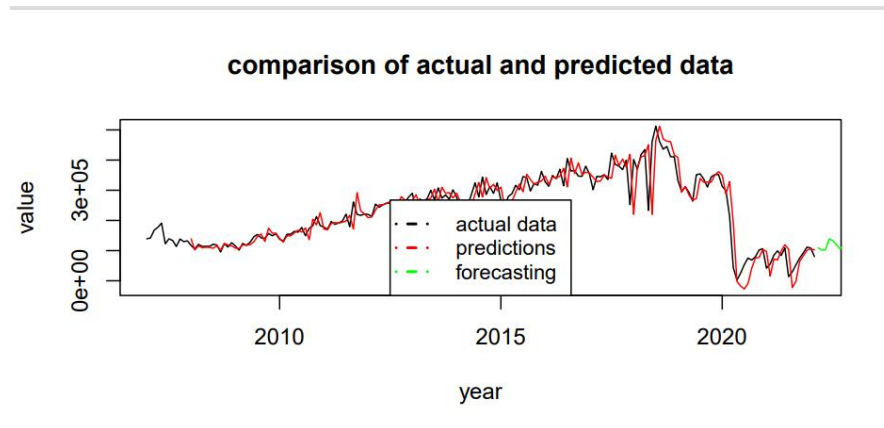
Berdasarkan model yang sudah diuji maka dapat dilakukan prediksi jumlah penumpang di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang untuk 19 periode berikutnya. Berdasarkan proses sintaks *software* RStudio berikut adalah hasil peramalan untuk model *additive*.

Tabel 5. Hasil Prediksi Jumlah Penumpang

Periode	Peramalan
Juni 2021	109351
Juli 2021	102207,8
Agustus 2021	102361,9
September 2021	139146,9
Oktober 2021	132900,1
November 2021	119241,9
Desember 2021	105354,5
Januari 2022	121098,7
Februari 2022	130170,6
Maret 2022	137903,5
April 2022	129920,1
Mei 2022	118178,3
Juni 2022	146376,2
Juli 2022	139233
Agustus 2022	139387,1
September 2022	176172,1
Oktober 2022	169925,3
November 2022	156267
Desember 2022	142379,7

Tabel di atas menunjukkan prediksi jumlah penumpang pesawat untuk tahun 2022, yang menunjukkan bahwa bulan Mei memiliki jumlah penumpang pesawat terendah sebesar 118178,3, dan bulan September memiliki jumlah penumpang pesawat tertinggi sebesar 176172,1. Selain itu, perbandingan antara data aktual dan prediksi jumlah penumpang pesawat di Bandara Nasional Ahmad Yani Semarang digunakan untuk menunjukkan bahwa jumlah penumpang pesawat tertinggi akan terjadi pada bulan September.

Gambar 4. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi Model *Additive*



Gambar diatas merupakan grafik yang memberikan gambaran visual tentang sejauh mana prediksi mengikuti tren dan variasi, data aktual grafik yang membandingkan antara data aktual dan data prediksi jumlah penumpang pesawat di Bandara Ahmad Yani Semarang menggunakan metode *Holt Winters Exponential Smoothing* dengan model *additive* yang menghasilkan nilai prediksi yang cenderung mengikuti pola data aktual. Sumbu y mewakili jumlah penumpang pesawat, dan sumbu x menunjukkan tahun. Grafik dengan garis hitam mewakili data aktual, sedangkan grafik dengan garis berwarna merah mewakili data hasil prediksi berdasarkan tahun sebelumnya. ini menunjukkan bahwa model peramalan yang digunakan mampu menangkap dan menggambarkan pola dalam data dengan cukup baik.

4) Ukuran Kesalahan Peramalan *Holt Winters*

Setelah mendapatkan prediksi menggunakan model *additive*, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian kinerja model dengan membandingkan nilai prediksi dengan nilai aktual pada data *testing*. Dalam hal ini, dilakukan perbandingan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai ukuran evaluasi. Berikut ini adalah hasil perhitungan MAPE untuk model *additive*:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \times 100\%$$

$$MAPE = 13,98\%$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan RStudio dengan melihat dilai mape.add diatas diperoleh nilai MAPE sebesar 13,8% untuk model *additive*. Suatu kemampuan peramalan baik jika nilai MAPE berada pada rentang 10% - 20%. Berdasarkan hasil yang didapat nilai MAPE 13,98% dapat dikatakan mempunyai kemampuan peramalan yang baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode Holt Winters Exponential Smoothing dan Extreme Learning Machine adalah yang terbaik untuk menganalisis peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandara Ahmad Yani Semarang. Perbandingan nilai MAPE yang diperoleh adalah Holt Winters Exponential Smoothing sebesar 13,98, yang menunjukkan bahwa metode ini adalah yang terbaik untuk melakukan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryati, A., Purnamasari, I., & Nasution, Y. N. (2020). Peramalan dengan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing (Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Berkunjung Ke Indonesia). *Jurnal EKSPONENSIAL*, 11(1), 99–106.
- Astari, A. (2017). Metode Pemulusan Eksponential Holt Winters Untuk Peramalan Data Deret Waktu Musiman (Studi Kasus Data Jumlah kedatangan Wisatawan Mancanegara Melalui Bandara Ngurah Rai Tahun 2008-2016). Universitas Lampung.
- Cholisa, F. N. (2021). Prediksi Penjualan Minuman Kopi Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM). In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Vol. 3, Issue 2). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Giusti, A., Widodo, A. W., & Adinugroho, S. (2018). Prediksi Penjualan Mi Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM) di Kober Mie Setan Cabang Soekarno Hatta. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK)* Universitas Brawijaya, 2(8), 2972–2978.
- Huang, G. Bin, Zhu, Q. Y., & Siew, C. K. (2006). Extreme learning machine: Theory and applications. *Neurocomputing*, 70(1–3), 489–501. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2005.12.126>
- Humas, M. (2022). Bandara Nasional jenderal Ahmad Yani semarang Alami pertumbuhan 29% Pergerakan Trafik pesawat dan 47% Trafik penumpang. Jendral Ahmad Yani Semarang. <https://ahmadyani-airport.com/en/news/index/bandara-Nasional-jenderal-ahmad-yani-semarang-alami-pertumbuhan-29-pergerakan-trafik-pesawat-dan-47-trafik-penumpang>

- Hutapea, T. A. (2023). Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Di Kabupaten Padang Lawas Utara. 1(2), 378–393.
- Ikhsan, M. T., Rusadi, D., & Ghalih, M. (2017). Analisis Pengaruh Jumlah Keberangkatan Penumpang di Bandara Pada Penerbangan Domestik dan Nasional di Indonesia. *Jurnal Riset Akuntansi Politala*, 2(1), 8–15.
- Izati, N. A., Warsito, B., & Widiyarih, T. (2019). Prediksi Harga Emas Menggunakan Feed Forward Neural Network Dengan Metode Extreme Learning Machine. *Jurnal Gaussian*, 8(2), 171–183. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v8i2.26641>
- Kertayuga, D., Santoso, E., & Hidayat, N. (2021). Prediksi Nilai Ekspor Impor Migas dan Non-Migas Indonesia Menggunakan Extreme Learning Machine (ELM). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(6), 2792–2800. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Kristianti, P. J. (2020). Penerapan Metode Holt-Winters Untuk Peramalan Tingkat Inflasi Di Indonesia. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Lamusa, F. (2017). Peramalan Jumlah Penumpang Pada PT.Angkasa Pura I (PERSERO) Kantor Cabang Bandar Udara Nasional Sultan Hasanuddin Makassar Dengan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing. UIN Alauddin Makassar.
- Mariatul et al. (2019). Invers Moore Penrose Sebagai Invers Matriks. *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 8(4). <https://doi.org/10.26418/bbimst.v8i4.36731>
- Mosabeth, C., Furqon, M. T., & Wihandika, R. C. (2018). Prediksi Harga Pasar Daging Sapi Di Kota Malang Dengan Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 2(12), 6362–6369.
- Negara, R. I. P. (2021). Peramalan Jumlah Penumpang Kapal di Pelabuhan Pantai Baru dengan Metode Sarima Dan Winter ' s Exponential Smoothing. *Jstar*, 1(1), 63–78.
- Nuranun, U. S. (2021). Prediksi Harga Cabai Merah keriting Sumatera Utara Menggunakan Metode Holt Winters Additive (Vol. 3, Issue 2). Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.

- Parwati, N. (2020). Prakiraan Jumlah Penumpang Menggunakan Exponential Smoothing Holt winters. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Putri, A. Q. (2021). Perbandingan Metode Extreme Learning Machine Dan Multilayer Perceptron Dalam Peramalan Saham Nippon Paint (Studi Kasus : Harga Penutupan Saham Bulanan Nippon Paint dari Tahun 2016-2021. Universitas Islam Indonesia.
- Rosalina, E., Sugiarto, S., & Gamal, M. D. . (2016). Metode Peramalan Holt-Winter Untuk Memprediksi Jumlah Pengunjung Perpustakaan Universitas Riau. Repository FMIPA, 7(1), 1–8.
- Safitri, T., Dwidayati, N., & Kunci, K. (2017). Perbandingan Peramalan menggunakan Metode Exponential Smoothing Holt Winters dan Arima. Unnes Journal of Mathematics, 6(1), 48–58. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>
- Setiawan et al. (2020). Prediksi Kecepatan Arus Laut Di Perairan Selat Bali Menggunakan Metode Exponential Smoothing Holt Winters. Unirow, 02(01), 12–17.
- Sofiana, Suparti, Arief, R. H., & Lut, T. U. (2020). Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandara Nasional Dan Metode Exponential Smoothing Event Based. Jurnal GAUSSIAN, 9(4), 535–545. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/>
- Syabriya, N. (2022). Sejarah Penemuan Pesawat Terbang, Berawal dari Balon Udara. <https://news.okezone.com/read/2022/10/20/18/2691002/sejarah-penemuan-pesawat-terbang-berawal-dari-balon-udara>
- Yustisio, D. (2022). Perbandingan Metode Extreme Learning Machine (ELM) dan Metode Multilayer Perceptron (MLP) dalam Prediksi Jumlah Pasien Covid-19 Kota (Studi Kasus : Jumlah Pasien Covid-19 harian Kota Semarang dari tahun 2020-2021). UIN Walisongo Semarang.
- Zulinda. (2020). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Extreme Learning Machinde dan Backpropagation untuk Memprediksi Harga Saham PT BANK MANDIRI (PERSERO) TBK. DSpace Repository. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/23846>