PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG BANDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG MENGGUNAKAN METODE *NEURAL NETWORK TIME SERIES* BERBASIS *GENETIC ALGORITHM*

FORECASTING THE NUMBER OF PASSENGERS AT THE AHMAD YANI INTERNASIONAL AIRPORT SEMARANG USING NEURAL NETWORK TIME SERIES METHOD BASED ON GENETIC ALGORITHM

[1)]Putri Bella Floranica, [2)] Virgania Sari
Akademi Statistika Muhammadiyah Semarang
Email: putribellaf@gmail.com, virganiasari@aismuh.ac.id

ABSTRAK

Bandara merupakan sarana transportasi udara yang paling banyak diminati saat ini. Awalnya sarana transportasi ini hanya untuk kalangan menengah atas. Seiring berjalannya waktu sarana transportasi ini sudah banyak diminati seluruh kalangan menengah atas maupun bawah. Data yang digunakan dalam karya tulis ini adalah data sekunder jumlah penumpang keberangkatan baik domestik maupun internasional dari Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang. Data berbentuk data bulanan dari Januari 2014 hingga Desember 2018. Peramalan terhadap jumlah penumpang untuk memberikan informasi kepada manajamen Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang. Informasi yang diberikan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan pengelolaan dari segi infrastrukur sarana dan prasarana dari pihak bandara. Untuk itu, perlu adanya peramalan terhadap pertumbuhan jumlah penumpang. Penerapan algoritma Neural Network menjadi salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan data time series. Penambahan Algoritma Genetika untuk melakukan optimasi dapat memperkecil nilai Mean Squared Error (MSE). Nilai MSE yang didapat pada penelitian ini yaitu 0,022. Kombinasi NN dan GA ini terbukti menghasilkan MSE terkecil sehingga dapat digunakan untuk melakukan peramalan terhadap jumlah penumpang bandara Internasional Ahmad Yani Semarang.

***Kata Kunci**: Peramalan, Jumlah Penumpang, Neural Network Time Series, Genetic Algorithm*

ABSTRACT

Currently the airport is air transportation which is a lot of interest. Basiclly this transportation was only used by the upper middle class. Over the time this transportation has been in great demand by all the upper and lower middle class. The data wich is used in this paper is monthly data from January 2014 to December 2018 of the number of departure passengers both domestically and internationally from Ahmad Yani International Airport Semarang. Forecasting the number of passengers to provide information to management of Ahmad Yani International Airport Semarang. The information provided can be used as consideration in conducting management in terms of infrastructure facilities and infrastructure from the airport. For this reason, it is necessary to forecast the growth in the number of passengers. Neural Network algorithm is one of algorithm that can be applied to forecast time series data. Adding Genetic Algorithms to optimize can reduce the value of Mean Squared Error (MSE). The MSE value obtained in this study was 0,022. The combination of NN and GA is proven to produce the smallest MSE so that it can be used to forecast the number of passengers at Semarang Ahmad Yani International Airport.

***Keywords:** Forecasting, Number of Passengers, Neural Network Time Series, Genetic Algorithm*

PENDAHULUAN

Berdasarkan sensus penduduk pada bulan agustus 2010, telah terjadi peningkatan jumlah penduduk Indonesia sekitar 20 juta jiwa dari data sensus penduduk sebelumnya dengan pertumbuhan penduduk sebesar 1,49% per tahun, diperkirakan jumlahnya mencapai 250 juta jiwa pada tahun 2013 (BPS, 2013). Kenaikan jumlah penduduk berbanding lurus dengan kebutuhan penduduk untuk menggunakan jasa transportasi, salah

satunya adalah jasa transportasi udara (A. M. Huda & Kuswanto, 2006). Pertumbuhan ekonomi Indonesia yang cenderung positif menyebabkan naiknya kelas pendapatan masyarakat, sehingga gaya hidup masyarakat cenderung berubah dengan lebih memilih transportasi udara yang lebih nyaman, aman, dan cepat jika dibandingkan transportasi lainnya (Amin, 2013). Kemajuan teknologi dan informasi juga berdampak pada kenaikan permintaan terhadap jasa transportasi udara, dengan adanya peningkatan berbagai fasilitas, seperti fasilitas pemesanan tiket secara online, hal ini memudahkan masyarakat dalam membeli tiket, sehingga pembeli dapat mencetak tiket sendiri, tidak perlu antri, dan tingkat keamanan dengan adanya barcode validasi (Yuli Angkasa, 2018). Angkutan udara mempunyai kelebihan dibandingkan dengan sarana angkutan lainnya, hal ini disebabkan angkutan udara mempunyai kecepatan yang tinggi sehingga dapat mempersingkat waktu atau jarak tempuh serta dapat digunakan secara fleksibel, karena tidak terikat oleh hambatan alam kecuali cuaca (Rahmadhani, 2017). Selama satu dekade terakhir pertumbuhan jumlah penumpang angkutan udara di Indonesia telah tercatat mencapai angka 15% per tahun untuk penerbangan domestik dan 6% per tahun untuk penerbangan internasional. Terdapat 318 bandara di Indonesia dengan penyebaran hampir merata di 34 provinsi, dengan pertumbuhan jumlah penumpang yang bervariasi. Namun secara keseluruhan jumlah penumpang pesawat di setiap bandara yang ada di Indonesia mengalami kenaikan disetiap tahunnya, tercatat beberapa bandara utama di Indonesia telah mengalami kelebihan kapasitas (Sefrus, Priyanto, Dewanti, & Irawan, 2017).

Bandara Internasional Ahmad Yani berlokasi di kota Semarang Provinsi Jawa Tengah. Di kota Semarang ini sebagai pusat administrasi, pemerintahan, dan perekonomian. Selain itu terdapat banyak industri, perguruan tinggi dan pariwisata sehingga kota semarang menjadi salah satu kota terbesar dan tersibuk di Indonesia. Oleh karena itu, Bandara Internasional Ahmad Yani memiliki peranan penting dalam memperlancar kegiatan tersebut serta sebagai konektivitas transportasi udara di Kota Semarang dengan kota lainnya yang ada di Indonesia (Akbar, 2018). Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang adalah salah satu bandara terbesar yang ada di Jawa Tengah yang menghubungkan dengan berbagai kota di Indonesia (Khalif, 2012). Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang merupakan pintu gerbang dan transit point bagi kota-kota sekitarnya. Hal tersebut membuat peningkatan jumlah penumpang di Bandara Internasional Ahmad Yani (Surya, 2016). Jumlah Penumpang Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang terus meningkat setiap tahunnya dari tahun 2014 hingga 2017 berjumlah 4.429.058 orang (Angkasa Pura I, 2017). Untuk itu perlu adanya peramalan terhadap jumlah penumpang bandara untuk tiap tahunnya agar penyediaan fasilitas, sarana dan prasarana dapat diantisipasi.

Peramalan adalah metode untuk memperkirakan suatu nilai dimasa depan dengan menggunakan data masa lalu (Wardah & Iskandar, 2016). Kebutuhan peramalan akan meningkat sejalan dengan usaha mengurangi ketergantungan pada hal-hal yang belum pasti (Wijaya, 2011). Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam meramalkan jumlah penumpang yaitu menggunakan metode regresi time series, ARIMA, ARIMAX dan *Neural Network*. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Juniar tentang peramalan jumlah penumpang pesawat dengan metode regresi time series, ARIMA, dan ARIMAX, dengan data time series linear (Iqbullah & Winahju, 2014). Penelitian selanjutnya oleh Andalita tentang peramalan jumlah penumpang kereta api menggunakan metode ARIMA. Namun, data time series jumlah penumpang kereta api nonlinear karena mengalami fluktuasi yang tinggi. Sedangkan pemodelan menggunakan pendekatan linear seperti metode ARIMA Box-Jenkins tidak selalu memberikan hasil peramalan yang baik, karena terikat beberapa asumsi dalam membangun model (Andalita & Irhamah, 2015). Maka untuk menangani permasalahan tersebut

diusulkan metode *Neural Network*. Pada penelitian Imelda tentang peramalan kunjungan wisatawan dengan metode ARIMA dan *Neural Network*. Metode ARIMA merupakan model *time series* linear, sedangkan data pariwisata biasanya memiliki pola musiman, sehingga datanya membutuhkan pengolahan dengan model *time series* nonlinear seperti metode *Neural Network*. Hal ini karena model *time series* nonlinear diyakini lebih unggul dibandingkan model time series linear (Saluza, 2017).

Neural Network adalah salah satu metode yang sudah banyak dikembangkan untuk pendugaan. Metode ini dapat digunakan dalam meramalkan pola masa lampau, Hal ini karena *Neural Network* memiliki kemampuan dalam mengingat dan membuat generalisasi dari apa yang sudah ada sebelumnya, kemampuannya untuk belajar dan kebal terhadap adanya kesalahan, sehingga dapat mewujudkan sistem yang tahan akan kerusakan dan konsisten bekerja dengan baik (Machmudin & Ulama, 2012). Banyak pemodelan yang digunakan oleh peneliti untuk mendapatkan akurasi peramalan terbaik misalnya AR, MA, ARIMA, dll, namun dalam perkembangannya model *neural network* (NN) mulai banyak dimanfaatkan karena terbukti bahwa model NN memiliki akurasi yang lebih baik dibanding model lainnya (Joko S. Dwi Raharjo, 2013). Kemudian metode *learning* yang banyak digunakan yaitu *backpropagation* (BP). *Backpropagation* merupakan salah satu metode dalam jaringan syaraf tiruan yang dapat diaplikasikan dengan baik dalam bidang peramalan (Candra, 2014). Selain itu dalam *backpropagation* juga terdapat beberapa algoritma pelatihan yang digunakan untuk meminimumkan tingkat kesalahan diantaranya yaitu *Levenberg Marquardt* (trainlm), *Gradient Descent* (Traingd), *Conjugate Gradient Algorithm* (CGA), *Genetic Algorithm* (GA), dll.

Keberhasilan suatu jaringan apabila dapat menentukan algoritma pelatihan yang tepat dan efisien agar dapat mencapai target yang diinginkan. Salah satu algoritma yang bekerja lebih cepat dan meningkatkan akurasi jika dibandingkan dengan algoritma lainnya adalah *Genetic Algorithm* (GA). Hal yang menjadikan algoritma ini berbeda dari algoritma lainnya yaitu algoritma ini dipakai untuk mendapatkan solusi optimal yang tepat untuk masalah dari satu variabel atau multi variabel. Berdasarkan penelitian sebelumnya dilakukan oleh Rabiha tentang *"Prediksi Data Lalu Lintas Jangka Pendek Menggunakan Optimasi Neural Network Berbasis Genetic Algorithm"*. Dari hasil penelitian itu terbukti bahwa Algoritma Genetika dapat memperkecil nilai RMSE sebesar 2,54% (Rabiha & Santoso, 2013). Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Varahrami tentang *"Application Of Genetic Algorithm To Neural Network Forecasting Of Short Term Water Demand"*. Penelitian tersebut melakukan prediksi terhadap kebutuhan air jangka pendek dengan menggunakan *Neural Network* dan *Genetic Algorithm.* Berdasarkan hasil yang didapat pada penerapan metode *Neural Network Backpropagation* dengan *Genetic Algorithm* menghasilkan hasil prediksi yang dekat dengan data aktual (Varahrami, 2010).

Berdasarkan uraian di atas, penulis bermaksud mengadakan penelitian untuk mengetahui hasil peramalan jumlah penumpang bandara Internasional Ahmad Yani Semarang menggunakan metode *Neural Network Time Series* berbasis *Genetic Algorithm.*

METODE

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder jumlah penumpang yang berangkat baik domestik maupun internasional dari Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang. Data berbentuk data bulanan dari Januari 2014 sampai Desember 2018.

Jaringan Syaraf Tiruan *(Neural Network)*

Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau sering disebut dengan *Neural Network* (NN), adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik kinerja tertentu

yang sama dengan jaringan syaraf biologis (Fausett, 2017).

Neural Network terdiri dari beberapa neuron yang berhubungan untuk mentransformasikan informasi yang di terima melalui sambungan keluarnya. Hubungan ini dikenal dengan nama bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut. Informasi *(input)* akan dikirim ke neuron dengan bobot kedatangan. Input ini akan diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang datang. Hasil penjumlahan ini kemudian akan dibandingkan dengan niai suatu ambang *(threshold)* tertentu melalui fungsi aktivasi setiap neuron. Apabila input tersebut melewati suatu nilai ambang tertentu, maka neuron tersebut akan diaktifkan, sehingga neuron tersebut akan mengirimkan output melalui bobot-bobot outputnya ke semua neuron yang berhubungan dengannya. Neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan *(layer)* yang disebut dengan lapisan neuron *(neuron layer)* yang saling berhubungan. Infomasi akan dirambatkan mulai dari lapisan input sampai ke lapisan output melalui lapisan lainnya yang sering dikenal dengan lapisan tersembunyi *(hidden layer)*, dan perambatannya tergantung algoritma pembelajarannya (Kusumadewi dalam Hadjaratie, 2011).

Algoritma Genetika *(Genetic Algorithm)*

Algoritma genetika merupakan metode penyelesaian yang terinspirasi oleh prinsip genetika dan seleksi alam yang dikemukakan oleh Darwin (Teori Evolusi Darwin). Sejak algoritma genetika (GA) pertama kali dirintis oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1960-an, GA telah diaplikasikan secara luas pada berbagai bidang. Algoritma ini digunakan untuk mendapatkan penyelesaian yang tepat untuk masalah optimasi dari satu variabel atau multivariabel.

Berbeda dengan teknik pencarian konvensional, algoritma genetika bermula dari himpunan solusi yang dihasilkan secara acak. Himpunan ini disebut dengan populasi. Sedangkan setiap individu yang berada dalam populasi disebut dengan kromosom yang merupakan representasi dari solusi. Kromosom-kromosom tersebut berevolusi dalam suatu proses perulangan yang berkelanjutan yang disebut dengan generasi. Pada setiap generasi, kromosom dievaluasi berdasarkan suatu fungsi evaluasi. Setelah beberapa generasi, maka Algoritma Genetika akan konvergen pada kromosom terbaik, yang diharapkan merupakan solusi paling optimal (Sari, 2011).

Metode Eksperimen dan Pengujian Model



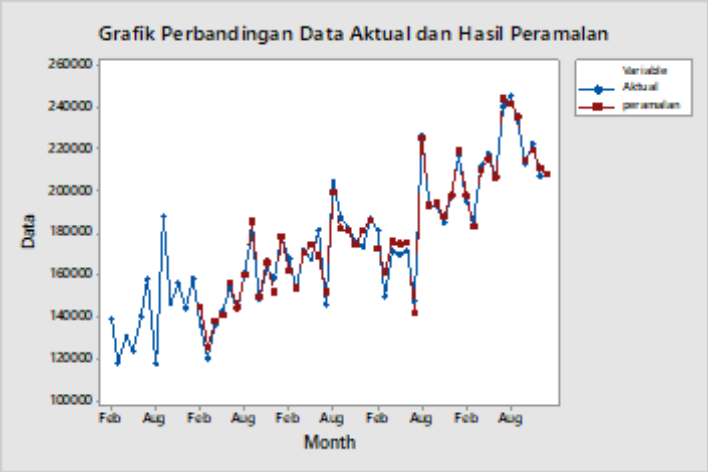
Gambar 0.1. Penerapan *Neural Network Time Series* Berbasis *Genetic Algorithm*

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Neural Network Backropagation* untuk menganalisis data *time series* penumpang bandara. Untuk mendapatkan nilai MSE terkecil maka dilakukan optimasi dengan menambah algoritma genetika. Dengan data *time series* jumlah penumpang bandara Internasional Ahmad Yani Semarang sebanyak 60 data. Kemudian data tersebut diubah dari *univariat* ke *multivariat* model. Data tersebut diubah menjadi *multivariat* model dari (x_1, x_2, …, x_{12}) karena diketahui bahwa dalam satu tahun terdapat 12 bulan. Kemudian data akan diolah menggunakan metode *Neural Network Backpropagation* untuk mendapatkan nilai MSE yang terkecil. Setelah penerapan algoritma tersebut dalam prosesnya akan ditambahkan salah satu algoritma optimasi yaitu algoritma genetika dengan parameter *Generations, Population Size, Mutation,* dan *Crossover.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses pelatihan menggunakan *neural network time series* dengan optimasi *genetic algorithm* maka terbukti bahwa optimasi dengan GA dapat memperkecil nilai *Mean Square Error (MSE).* Nilai MSE yang didapat pada penelitian ini adalah 0,022. Dengan parameter *Neural Network Hidden layer:7, epoch:300,* serta parameter optimasi *Generations:1000, Population Size:30, Crossover:0.9, Mutation: 0.01*. Maka dari hasil pelatihan tersebut diperoleh perbandingan antara peramalan terhadap data aktual pada tabel dan grafik dibawah ini:

No	Aktual	Peramalan	No	Aktual	Peramalan
1	135643	145054	25	181249	172589
2	120629	125831	26	149506	160706
3	136428	138142	27	171434	176467
4	142503	141199	28	169555	175207
5	154010	156401	29	171535	175810
6	143309	144273	30	147487	142034
7	161109	160094	31	226989	225255
8	180321	185347	32	192584	192965
9	148322	149642	33	193112	194510
10	162896	165915	34	185281	187720
11	158807	152081	35	198450	197632
12	178524	178479	36	216977	219005
13	167796	162024	37	194932	197943
14	153999	153777	38	185893	183086
15	171943	170809	39	211439	210384
16	167228	174677	40	218119	215586
17	181531	168940	41	207412	206804
18	146162	152248	42	240198	244495
19	205014	199457	43	245546	242061
20	187244	182216	44	232387	235626
21	182434	181218	45	213391	215032
22	176081	174477	46	222458	219422
23	172998	181604	47	207243	210790
24	186661	185942	48	207835	207877



Gambar 2. Grafik Perbandingan

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian tentang peramalan jumlah penumpang bandara Internasional Ahmad Yani Semarang menggunakan metode *Neural Network Time Series* berbasis Algoritma Genetika didapatkan *MSE* sebesar 0,022. Penambahan Algoritma genetika untuk melakukan optimasi dapat memperkecil nilai *Mean Square Error (MSE)*. *MSE* terkecil akan menambah keakuratan dalam melakukan peramalan. Parameter kombinasi yang diperoleh yaitu *Neural Network Hidden layer:7, epoch:300,* serta parameter optimasi *Generations:1000, Population Size:30, Crossover:0.9, Mutation: 0.01*. Kombinasi NN dengan GA ini terbukti menghasilkan *MSE* terkecil sehingga dapat digunakan untuk melakukan peramalan terhadap jumlah penumpang bandara Internasional Ahmad Yani Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, S. E. (2018). *Evaluasi Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Terminal Penumpang Bandar Udara Ahmad Yani Semarang*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Andalita, I., & Irhamah. (2015). Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Kelas Ekonomi Kertajaya Menggunakan ARIMA dan ANFIS. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, *4*(2), 2–7.

Amin, A. P. (2013). Analisis Pengaruh Tarif Penerbangan, Jumlah Penerbangan dan Pendapatan Perkapita Dalam Meningkatkan Jumlah Penumpang. *Jurnal Bisnis Strategi*, *22*(1), 49–66.

Badan Pusat Statistik. (2013). *Hasil Sensus Penduduk Tahun 2013*. Jakarta:Badan Pusat Statistik

Candra, J. E. (2014). *Prediksi Jumlah Penumpang Pesawat Udara Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation di Bandar Udara Hang Nadim Batam*. Universitas Putra Batam.

Fausett, L. (2017). *Fundamentals Of Neural Network Architectures, Algorithms, and Applications*. *Inc.,New Jersey* (Vol. 116).

Hadjratie, L. (2011). *Jaringan Saraf Tiruan Untuk Prediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa Diploma Program Studi Manajemen Informatika Universitas Negeri Gorontalo*. Institut Pertanian Bogor.

Huda, A. M., & Kuswanto, H. (2006). *Peramalan Jumlah Frekuensi Penumpang Pesawat Terbang Domestik Di Bandar Udara Juanda Dengan Menggunakan Metode ARIMA dan Fungsi Transfer*. Institut Teknologi Sepuluh Novemeber (ITS).

Iqbullah, J., & Winahju, W. S. (2014). Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Terbang di Pintu

Kedatangan Bandar Udara Internasional Lombok dengan Metode ARIMA Box-Jenkins, ARIMAX, dan Regresi Time Series. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, *3*(2), 212–217.

Joko S. Dwi Raharjo. (2013). Model Artificial Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Laju Inflasi. *Jurnal Sistem Komputer*, *3*(1), 10–21.

Khalif, M. (2012). *Evaluasi Peningkatan Kinerja Pelayanan Ruang Tunggu Keberangkatan Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang*. Universitas Diponegoro.

Machmudin, A., & Ulama, B. S. S. (2012). Peramalan Temperatur Udara di Kota Surabaya dengan Menggunakan ARIMA dan Artificial Neural Network. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, *1*(1).

Nasution, L. M. (2017). Statistik Deskriptif. *Jurnal Hikmah*, *14*(1), 49–55. https://doi.org/10.1021/ja01626a006

Pura, P. A. (2017). *Total Pergerakan Lalu Lintas Angkutan Udara PT . Persero Angkasa Pura I Bandara Achmad Yani Semarang*.

Rabiha, S. G., & Santoso, S. (2013). Prediksi Data Arus Lalu Lintas Jangka Pendek Menggunakan Optimasi Neural Network Berbasis Genetik Algorithm. *Jurnal Teknologi Informasi*, *9*, 54–61.

Rahmadhani, T. (2017). Analisis Permintaan Jasa Angkutan Penumpang Udara di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ekonomi*, *4*, 1–12.

Sari, V. (2011). *Neural Network untuk Prediksi Harga Kurs dan Trading Strategy*. Institut Teknologi Bandung.

Saluza, I. (2017). *Peramalan Kunjungan Wisatawan Ke Palembang : Pemodelan Data Time Series Linear Vs Nonlinear*. Universitas Indo Global Mandiri.

Sefrus, T., Priyanto, S., Dewanti, & Irawan, muhammad zudhy. (2017). Analisis Awal Permasalahan Transportasi Udara dan Arah Pengembangan Bandara di Indonesia. *Jurnal Tranportasi*, *17*(3), 177–184.

Surya, P. (2016). Studi Proyeksi Kebutuhan Fasilitas Sisi Darat Dan Pengembangan Kota Bandar Udara Ahmad Yani Di Kota Semarang. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, *12*(4), 418–428.

Varahrami, V. (2010). Application of Genetic Algorithm To Neural Network Forecasting of Short Term Water Demand. *International Conference On Applied Ecocomics*, 783–788.

Wardah, S., & Iskandar. (2016). Analisis Peramalan Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus. *Jurnal Teknik Industri*, *9*.

Wijaya, D. (2011). *Universitas indonesia*. *Peramalan Jangka Pendek Konsumsi Daya Listrik Konsumen Terkait Suhu Ambien Mwnggunakan Analisis Regresi Berganda*. Universitas Indonesia.

Yuli Angkasa, N. K. (2018). Peranan Teknologi Informasi Dalam E-Ticketing Pesawat Udara. *Jurnal Aviasi Langit*, *5*, 25–31.