

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API DI INDONESIA
MENGUNAKAN METODE *SEASONAL AUTOREGRESSIVE
INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA)***

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat) pada Program Studi Matematika



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun oleh
PRAMESTHI UTOMO
H72216040

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : PRAMESTHI UTOMO

NIM : H72216040

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul ” PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE *SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (SARIMA) ”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 10 Maret 2020

Yang menyatakan,



PRAMESTHI UTOMO

NIM. H72216040

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : PRAMESTHI UTOMO

NIM : H72216040

Judul Skripsi : PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA
API DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE
*SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING
AVERAGE (SARIMA)*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 10 Maret 2020

Pembimbing



Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : PRAMESTHI UTOMO
NIM : H72216040
Judul Skripsi : PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA
API DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE
*SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING
AVERAGE (SARIMA)*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 27 April 2020

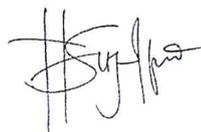
Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji II



Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

Penguji III



Putroue Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

Penguji IV



Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206101018012003

Mengetahui,
Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : PRAMESTHI UTOMO
NIM : H72216040
Fakultas/Jurusan : SAINTEK/MATEMATIKA
E-mail address : pramesthiutomo@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API DI INDONESIA

MENGGUNAKAN METODE *SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED*

MOVING AVERAGE (SARIMA)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 28 Juli 2020

Penulis

(PRAMESTHI UTOMO)

2.10. <i>Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)</i>	31
2.11. <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)</i> . . .	33
2.12. <i>White Noise</i>	35
2.13. Ketepatan Model Terbaik	37
III METODE PENELITIAN	39
3.1. Jenis Penelitian	39
3.2. Sumber Data	39
3.3. Teknik Analisis Data	39
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Karakteristik Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Indonesia	43
4.2. Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Menggunakan Metode SARIMA	44
4.2.1. Identifikasi Plot <i>Time Series</i>	44
4.2.2. Identifikasi Stasioneritas data	46
4.2.3. Identifikasi Model	52
4.2.4. Uji Asumsi Residual	57
4.3. Pemilihan Model Terbaik	59
V PENUTUP	64
5.1. Simpulan	64
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66

kebutuhan warga masyarakatnya.

Indonesia adalah negara berkembang yang terus berbenah, pembangunan infrastruktur di Indonesia sedang berkembang pesat demi mendorong perekonomian negara. Jenis transportasi pada era global ini meliputi darat, laut dan udara. Transportasi darat meliputi bus, kereta, taksi yang tentu saja dapat dengan mudah dijangkau oleh khalayak ramai. Transportasi laut meliputi kapal, perahu, dan lain-lain. Biasanya orang memilih transportasi laut untuk perjalanan antar pulau maupun antar negara. Transportasi udara meliputi pesawat, helikopter, dan lain-lain, transportasi udara juga biasa digunakan untuk perjalanan antar pulau maupun antar negara. Di Indonesia, transportasi yang paling sering digunakan untuk bepergian adalah transportasi darat. Transportasi darat banyak dipilih untuk kepentingan atau aktivitas sehari-hari, seperti berangkat ke sekolah maupun berangkat bekerja.

Kereta api merupakan transportasi darat digunakan untuk perjalanan jauh, selain cepat kereta api juga merupakan transportasi anti macet dimana problema sampai pada hari ini adalah kemacetan di jalan, terutama di kota-kota besar. Dengan harga tiket yang dapat bersaing, kereta api mampu menjangkau tempat dengan jarak tempuh yang jauh, kendala lain berupa kondisi jalan yang tidak menentu, waktu yang terbatas dan juga jarak menjadi alasan orang beralih ke transportasi yang lebih ekonomis dan efisien yaitu kereta api. Selain ramah lingkungan, kereta api juga dilengkapi dengan berbagai fasilitas yang tersedia (Aminah, 2018). Berdasarkan catatan dari PT. KAI, jumlah penumpang pada hari libur Natal dan tahun baru tahun 2018-2019 meningkat sebanyak 5% dari tahun sebelumnya yaitu tahun 2017-2018. Dilansir dari berita DetikNews, menurut Supriyanto, Manager Humas PT KAI Daop 5 Purwokerto, penumpang pada hari libur Natal dan tahun baru yang berakhir pada tanggal 6 Januari 2019 mencapai

274.739 orang, jika dibandingkan dengan libur Natal dan tahun baru 2018 yang jumlah penumpangnya mencapai 252.716 orang. Selisihnya mencapai 22.023 orang dari tahun lalu. PT. KAI Daop 5 juga mempersiapkan 26 kereta api tambahan (detik.com, 2019).

Dilansir dari berita TempoCo, pada tahun 2016 di Indonesia terdapat setidaknya 1763 unit kereta api yang terdiri dari unit untuk mengangkut penumpang dan juga barang (bisnis.tempo.co, 2016). Sekali jalan, kereta penumpang dengan delapan gerbong mampu mengangkut sampai ratusan penumpang dalam keadaan duduk dan berdiri. Bahkan kereta api pengangkut batu bara dengan jumlah gerbong mencapai 40 gerbong, mampu mengangkut hingga 2.000 ton batu bara dalam sekali jalan. Konsumsi bahan bakar kereta api juga sangat hemat, yaitu tiga liter solar per kilometer (kaskus.co.id, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa kereta api adalah transportasi darat yang efisien serta ramah lingkungan. Berdasarkan data dari PT.KAI yang dimuat di Badan Pusat Statistik (BPS), data jumlah penumpang dibedakan menjadi penumpang Jabodetabek, Jawa (Non Jabodetabek) dan Sumatera, kemudian semua data tersebut dikelompokkan. Jumlah penumpang kereta api di wilayah Sumatera jumlahnya jauh lebih sedikit dibandingkan dengan wilayah Jabodetabek dan Jawa non Jabodetabek. Contohnya pada Juni 2019, penumpang wilayah Jabodetabek adalah 25.816 ribu orang dan Jawa non Jabodetabek adalah 8.445 ribu orang, sedangkan untuk wilayah Sumatera jumlahnya hanya 829 ribu orang (BPS Pusat, 2019).

Seiring dengan berkembangnya teknologi, untuk mengatasi jumlah penumpang yang terus bertambah, perlu adanya perkiraan jumlah penumpang untuk periode yang akan datang, sehingga dapat dipersiapkan fasilitas yang diperlukan untuk kelancaran transportasi kereta api tersebut. Kebutuhan akan peramalan semakin meningkat, ditambah dengan adanya kesadaran guna

dilakukan ini dapat dijadikan sebagai gambaran dalam membuat perencanaan dan pengambilan keputusan di masa mendatang (Istiqomah, 2015). Salah satu manfaat dari peramalan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai acuan mitigasi dalam permasalahan yang mungkin terjadi pada periode yang akan datang. Peramalan dapat merambah ke berbagai bidang, seperti pada bidang kesehatan, perindustrian, perdagangan, hingga transportasi (Efendi, 2017).

Berbagai metode dalam kasus peramalan ditemukan demi untuk memperkirakan hal-hal yang mungkin terjadi. Sebagai contohnya ada metode *exponential smoothing* yang digunakan untuk meramalkan jangka pendek, kelemahan metode ini adalah tidak dapat digunakan untuk meramalkan jangka panjang karena model disamaratakan pada setiap data, akibatnya terjadinya *error* yang besar pada model jika digunakan untuk peramalan jangka panjang. Selanjutnya ada metode *Support Vector Regression* (SVR), metode ini adalah metode yang digunakan meramalkan jangka panjang, dapat menghasilkan peramalan yang baik dan juga *error* kecil, namun pada metode ini dibutuhkan data yang tidak sedikit yaitu hingga ribuan data untuk mencapai hasil peramalan yang baik. Selanjutnya adalah metode *Resilient Back-Propagation* (RPROP) *Neural Network*, yaitu metode peramalan yang dapat digunakan untuk meramalkan jangka menengah sampai jangka panjang, kelemahan dari metode ini adalah hasil peramalan yang didapatkan kemungkinan menemui pola yang berbeda dari data aktual. Selanjutnya yaitu metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), metode ini sangat cocok digunakan untuk melakukan peramalan jangka menengah ataupun jangka panjang (Bando & Sri, 2012).

Sebagai adopsi dari metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), metode yang kemudian sempat diperkenalkan ke publik oleh George Box dan Gwilyn Jenkins yaitu metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving*

Average (SARIMA), metode SARIMA diperkenalkan ke publik pada pertengahan abad ke 19. Metode SARIMA sendiri adalah bentuk tambahan dari metode ARIMA, bedanya adalah pada metode SARIMA dikhususkan untuk pola data musiman dari metode ARIMA. Langkah-langkah pemodelan dari SARIMA adalah yang pertama menstasioneritaskan data yang belum stasioner, kemudian mengidentifikasi data secara umum, selanjutnya melakukan identifikasi model sementara, lalu mengestimasi parameter yang ada, memeriksa diasnotik serta memilih model terbaik, kemudian selanjutnya dapat dilakukan peramalan. Metode SARIMA ini adalah metode yang populer dan banyak digunakan sebagai acuan pada perihal peramalan (Ukhra, 2014).

Penelitian ini mengambil tema peramalan jumlah penumpang kereta api di Indonesia, studi kasus yang diambil adalah untuk wilayah Jabodetabek, Jawa non-Jabodetabek dan Sumatera karena di wilayah ini merupakan persebaran kereta api di wilayah NKRI, ditinjau dari data jumlah penumpang kereta api, dalam kurun waktu lebih dari 10 tahun kenaikan paling besar didominasi pada bulan Desember dikarenakan mendekati hari libur natal dan tahun baru dan pada bulan Januari tahun selanjutnya akan mengalami penurunan, sebagai contoh jumlah penumpang kereta api bulan Desember 2017 yang mencapai 36.807.000 orang penumpang yang kemudian mengalami penurunan pada bulan Januari 2018 yaitu 34.717.000 orang penumpang. Pada bulan Desember tahun 2018 pun juga mengalami kenaikan yaitu 37.956.000 orang penumpang, sedangkan pada bulan Januari tahun 2019 mengalami penurunan yaitu 35.122.000 orang penumpang, data tersebut berpola musiman sehingga digunakan metode SARIMA. Metode SARIMA telah banyak digunakan untuk peramalan yang dilakukan oleh Astuti dan Jamaludin (2018), dalam penelitiannya dilakukan peramalan jumlah penumpang kereta api Surabaya-Jakarta dengan model SARIMA, dari penelitian tersebut diperoleh

model SARIMA terbaik yaitu $(0, 1, 1)(1, 10)^{12}$ dengan hasil peramalan untuk Januari 2018 sampai Juli 2018 dengan kisaran jumlah penumpang kereta api sebesar 119,495 sampai 161,685, volume terbesar terdapat di bulan Juli 2018 dikarenakan libur sekolah.

Penelitian selanjutnya yaitu oleh Slamet Riadi Efendi (2017), penelitian yang dilakukan oleh Slamet memprediksi jumlah penumpang untuk wilayah Jabodetabek dan Non Jabodetabek, dari hasil penelitiannya diperoleh analisis peramalan jumlah penumpang kereta api dengan model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ menghasilkan peramalan dari bulan Januari 2017 dengan hasil peramalan 29.267 orang sampai dengan bulan Desember 2017 dengan hasil peramalan sebesar 36.554 orang (Efendi, 2017).

Selanjutnya penelitian oleh Wahida Yanti (2015), metode yang digunakan yaitu SARIMA dan menggunakan data penumpang pelayaran dalam negeri di pelabuhan Kota Makassar, didapatkan peramalan dengan model $(0, 1, 1)(1, 1, 0)^{12}$ dan menghasilkan lonjakan untuk penumpang naik di tahun 2015 bulan Juli sebesar 75.371 orang dan untuk penumpang turun adalah 53.196 orang. Sedangkan di tahun 2016 pada bulan Juli juga terjadi lonjakan penumpang naik yaitu sebesar 78.310 orang dan untuk penumpang turun adalah 56.911 orang. Dari penelitian Wahida juga didapatkan lonjakan jumlah penumpang terjadi setiap musim libur dan juga arus mudik lebaran (Nasir, 2015).

Penelitian yang lain dilakukan oleh Heni Triyandini (2017) yaitu meramalkan jumlah kunjungan wisata TMII menggunakan Metode SARIMA. Dari penelitian tersebut didapatkan pemodelan dari data yang digunakan yaitu pada periode Januari 2007 sampai Desember 2015, mendapati model untuk peramalan jumlah pengunjung TMII merupakan ARIMA $(1, 0, 0)(2, 1, 2)^6$, dengan MAPE senilai 17,9%. Nilai MAPE ini didapat untuk peramalan 3 bulan kedepan,

sedangkan peramalannya membutuhkan data minimal 19 bulan data bulan lalu (Triyandini, 2017).

Penelitian selanjutnya yaitu oleh Qiang Mao, Kai Zhang, Wu Yan dan Chaonan Cheng (2018). Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kejadian TBC di China menggunakan model SARIMA. Persamaan penelitian ini terdapat pada metode yang digunakan sama sama SARIMA. Perbedaannya tertelak pada topik yang akan diprediksi adalah insiden TBC di China. Dari penelitian ini dihasilkan model terbaik yaitu $(1, 0, 0)(0, 1, 1)^{12}$, data yang digunakan adalah data TB dari Januari 2004 sampai Desember 2015 (Mao dkk, 2018).

Pada penelitian oleh Astin Nurhayati Munawaroh (2010), meramalkan tentang jumlah penumpang di Bandara Internasional Yogyakarta menggunakan metode *Winters Exponential Smoothing* dan SARIMA. Data menggunakan jumlah penumpang pada PT. Angkasa Pura I dan metode yang digunakan selain SARIMA juga menggunakan metode *Winters Exponential Smoothing*. Hasil dari penelitian ini adalah konstanta pada *Winters Exponential Smoothing* α 0,4 dan model SARIMA $(1, 1, 0)(2, 1, 0)^{12}$ (Munawaroh, 2010).

Selanjutnya penelitian oleh Risma (2016) yang meramalkan jumlah penumpang keberangkatan internasional di Bandara Soekarno-Hatta dengan SARIMA dan *Holt-Winter*. Data yang digunakan adalah data tahun 2001-2009. Pada penelitian tersebut menghasilkan model ARIMA pada data kedatangan penumpang adalah $(1, 1, 0)(2, 1, 0)^{12}$ dan model ARIMA untuk keberangkatan yaitu $(1, 1, 0)(1, 1, 0)^{12}$ dengan nilai MSD kedatangan 0,010075 dan MSD keberangkatan 0,01401 (Risma, 2016).

Berdasarkan pada beberapa penelitian yang telah dijabarkan diatas, dapat dilihat bahwa metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) terbukti banyak digunakan dalam penelitian bertemakan peramalan

Pada bab ini dipaparkan beberapa teori yang akan digunakan pada penelitian. Hal-hal tersebut adalah statistika, peramalan, analisis *time series*, pola data, stasioner, ACF dan PACF, *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA), *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA), *white noise* dan ketepatan model terbaik.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab metode penelitian ini dijelaskan tentang jenis penelitian, metode pengumpulan data serta teknik peramalan, yaitu prosedur langkah-langkah dalam penelitian yang dipaparkan dalam bentuk bagan *flowcart*.

BAB IV : PEMBAHASAN

Pada bab pembahasan dipaparkan penjelasan mengenai identifikasi pada data, langkah-langkah yang harus dilakukan sesuai dengan prosedur pada metode serta hasil yang didapatkan dari perhitungan berdasarkan model yang didapat.

BAB V : PENUTUP

Pada bab penutup ini berisi tentang simpulan dari penelitian yang telah dilakukan dengan menyertakan hasil dan juga berisi saran untuk penelitian selanjutnya.

naik dan turun, jumlah muatan barang, ekspor impor, jumlah peredaran kendaraan bermotor dan masih banyak lagi. Dalam bidang sosial pun peramalan juga dapat digunakan untuk meramalkan tingkat kemiskinan, tingkat kriminalitas, dan lain sebagainya (Penyusun, 2011). Tak kalah penting pula pada bidang perekonomian suatu negara, misalnya peramalan untuk tingkat inflasi yang mungkin terjadi, tingkat suku bunga, hingga prediksi mengenai harga saham. Terdapat banyak sekali metode yang dapat dilakukan untuk melakukan peramalan (Baldigara & Mamula, 2015).

Peramalan yang seringkali dilakukan adalah untuk meminimalisir ketidakpastian pada suatu keadaan dimasa yang akan datang. Pendekatan peramalan dibedakan menjadi pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Pada pendekatan kualitatif, data didapatkan dari pendapat para ahli untuk menjadi suatu pertimbangan dalam pengambilan keputusan sebagai hasil dari peramalan yang telah dilakukan, sedangkan pendekatan kuantitatif adalah jika data dalam bentuk angka sehingga dalam dilakukan perhitungan untuk langkah peramalan. Pendekatan kuantitatif dinilai lebih efektif disbanding dengan pendekatan kualitatif. Dalam melakukan peramalan, tahapan-tahapan yang perlu dilalui adalah yang pertama menentukan permasalahan yang akan diramalkan, kemudian mengumpulkan data yang akan dianalisis. Langkah selanjutnya yaitu memproses data dengan suatu metode tertentu, barulah dapat dilakukan peramalan untuk periode yang akan datang. Langkah paling akhir yaitu mengevaluasi peramalan yang telah dilakukan (Munawaroh, 2010).

Menurut jangka waktunya, peramalan dibagi menjadi peramalan jangka pendek, peramalan jangka menengah dan juga peramalan jangka panjang. Pada peramalan jangka pendek ini adalah pengambilan keputusan untuk peramalan kegiatan yang dilakukan dalam jangka waktu yang singkat atau satu periode saja

dan biasanya dalam kurun waktu kurang dari 1 tahun sampai 1 tahun, seperti contohnya pada peramalan suatu penjadwalan mata kuliah pada 1 semester. Untuk peramalan jangka waktu menengah, yaitu terjadi apabila pengambilan keputusan digunakan untuk meramalkan suatu peristiwa dalam jangka waktu 1 sampai 5 tahun lamanya. Contoh kasus untuk peramalan jangka menengah ini adalah seperti peramalan jumlah pengunjung suatu objek wisata, peramalan jumlah penumpang suatu transportasi, sampai dengan peramalan produksi suatu barang. Lain halnya dengan peramalan jangka panjang, peramalan ini adalah peramalan yang dilakukan dalam rangka pengambilan keputusan untuk jangka waktu lima tahun lebih. Contoh kasus pada jenis peramalan jangka panjang adalah seperti pada analisis kelayakan mengenai suatu industri. Pada kasus yang akan diteliti pada penelitian ini, jika dilihat dari aspek waktu, maka peramalan jumlah penumpang kereta api ini termasuk dalam kategori peramalan jangka menengah dikarenakan akan diramalkan jumlah penumpang kereta api dalam runtutan bulan pada beberapa tahun mendatang (Ilmiyah, 2018).

2.2. Analisis *Time Series*

Time series atau deret waktu adalah runtutan data yang berdasar pada waktu. Regresi sendiri secara umum merupakan metode yang digunakan untuk mempermudah dalam mengetahui pola hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat (Muyana, 2004). Dalam konteks *time series*, regresi adalah suatu alat untuk memahami hubungan antara variabel yang bergantung pada fungsi waktu. *Time series* ini merupakan rangkaian data hasil penelitian dan pengamatan yang berdasar pada runtutan waktu secara berurutan. Deret waktu juga merupakan langkah penting dalam statistika guna melakukan peramalan pada suatu hal yang ingin diramalkan di masa mendatang dengan cara pengambilan keputusan

dilihat dalam 5 tahun terakhir jumlah penumpang paling sedikit adalah pada bulan Februari tahun 2015 yaitu sejumlah 22.790.000 orang, jumlah ini menunjukkan penurunan setelah musim libur tahun baru, dan penumpang paling banyak dalam 5 tahun terakhir ini adalah pada bulan Desember tahun 2018 yaitu sejumlah 37.965.000 orang, jumlah ini menunjukkan kenaikan akibat musim libur natal dan tahun baru.

4.2. Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Menggunakan Metode SARIMA

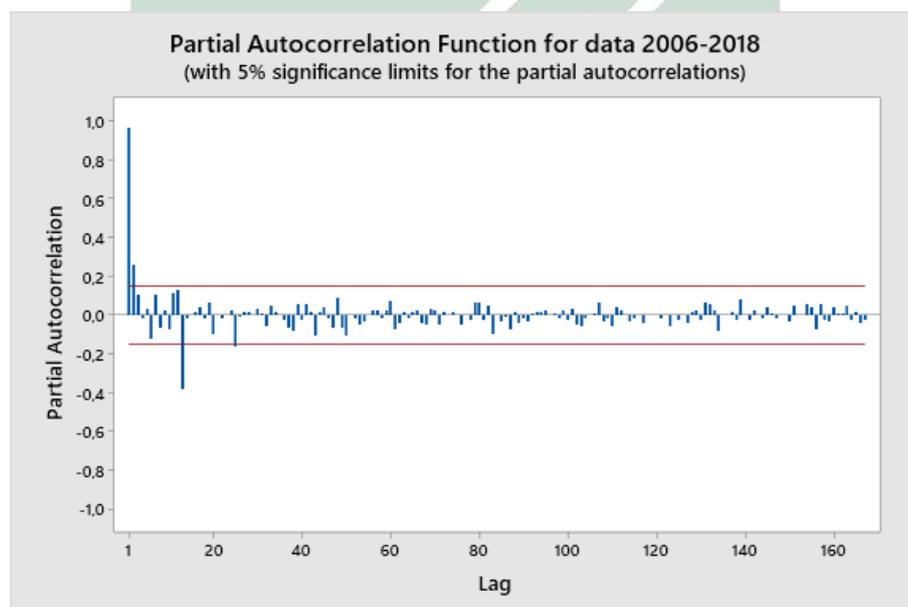
Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) adalah metode yang di khususkan untuk data yang mempunyai pola *seasonal* atau musiman. Dalam penelitian yang akan dilakukan, digunakan data jumlah penumpang kereta api di Indonesia. Berikut adalah runtutan proses dalam metode SARIMA.

4.2.1. Identifikasi Plot *Time Series*

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi pola *time series* pada data yang akan digunakan, pola *time series* dibuat dengan tujuan untuk melihat apakah data mempunyai pola musiman atau tidak. Berikut adalah plot *time series* untuk data jumlah penumpang kereta api di Indonesia.

Tabel 4.2 Sampel Hasil *Autocorrelative Function*

Lag	ACF
1	0,955737
2	0,936667
3	0,916199
4	0,895359
5	0,876931
6	0,849098
7	0,837857
8	0,81209
9	0,792195
10	0,768143
11	0,753307
12	0,744878



Gambar 4.7 Plot PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api Di Indonesia

Tabel 4.4 Uji Signifikan Estimasi Parameter Pada Model Sementara

Model	Parameter	$p - value$	Keterangan
$(0, 1, 1)(1, 1, 1)^{12}$	SAR 12	0,096	TS
	MA 1	0,000	S
	SMA 12	0,000	S
$(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$	MA 1	0,000	S
	SMA 12	0,000	S
$(0, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$	MA 1	0,000	S
	MA 2	0,656	TS
	SMA 12	0,000	S
$(1, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$	AR 1	0,000	S
	MA 1	0,000	S
	MA 2	0,000	S
	SMA 12	0,000	S
$(1, 1, 2)(1, 1, 1)^{12}$	AR 1	0,000	S
	SAR 12	0,140	TS
	MA 1	0,000	S
	MA 2	0,000	S
	SMA 12	0,000	S
$(1, 1, 2)(1, 1, 1)^{12}$	AR 1	0,000	S
	SAR 12	0,998	TS
	MA 1	0,003	S
	MA 2	0,000	S
	SMA 12	0,399	TS
	SMA 22	0,743	TS

Tabel 4.5 Uji Asumsi Residual

Model	Lag	$p - value$	Keterangan
$(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$	12	0,114	Signifikan
	24	0,417	Signifikan
	36	0,383	Signifikan
	48	0,741	Signifikan
$(1, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$	12	0,072	Signifikan
	24	0,374	Signifikan
	36	0,300	Signifikan
	48	0,653	Signifikan

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa pada model $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ dan model $(1, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$ yang telah lolos dalam uji estimasi parameter. Setelah dilakukan uji lanjutan yaitu uji Ljung-Box, kedua model tersebut dinyatakan signifikan. Kriteria signifikan didapat apabila nilai $p - value$ pada setiap parameter $> 0,05$.

Tabel 4.6 White Noise

Model	Residu		
	$p - value$	Keputusan	Kesimpulan
$(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$	0,150	H_0 diterima	<i>white noise</i>
$(1, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$	0,150	H_0 diterima	<i>white noise</i>

Dari uji asumsi residual *white noise* yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Diperoleh kedua model yang didapatkan telah memenuhi *white noise*. Dari hasil uji kedua model, dapat dilihat bahwa nilai $p - value$ untuk model $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ bernilai 0,150 dan untuk model $(1, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$ juga bernilai 0,150. Model $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ dan model

Tabel 4.10 Hasil Peramalan Periode 2020

No.	Bulan	Hasil Peramalan
1	Januari	39357,18
2	Februari	36941,51
3	Maret	40648,45
4	April	40480,23
5	Mei	41436,64
6	Juni	39960,99
7	Juli	42034,53
8	Agustus	41543,26
9	September	41004,85
10	Oktober	42691,09
11	November	41864,51
12	Desember	44267,41

Dapat dilihat dari Tabel 4.10 prediksi lonjakan penumpang terjadi pada bulan Desember menjelang libur natal dan tahun baru 2021 yaitu kisaran 44.267 ribu orang penumpang dari total wilayah Jabodetabek, Jawa non-Jabodetabek dan Sumatera. Model yang digunakan yaitu $(1, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$ yang memiliki nilai MAPE sebesar 6,26% dan nilai MSE sebesar 0,046875, berdasarkan tabel kriteria MAPE dan MSE pada bab 2 yang menunjukkan bahwa model $(1, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$ yang digunakan untuk melakukan peramalan jumlah penumpang kereta api di Indonesia untuk periode tahun 2020 memiliki range $MAPE < 10\%$ yang artinya memiliki keakuratan peramalan sangat baik didukung dengan MSE yang bernilai kecil yaitu jauh dibawah 1 yang menunjukkan bahwa nilai *error* yang didapat dari model $(1, 1, 2)(0, 1, 1)^{12}$ bernilai kecil sehingga dapat dikatakan peramalan

Heksantoro, Rinto. *DetikCom: Penumpang KA Selama Libur Akhir Tahun di Daop 5 Purwokerto Naik 5%*. Diakses pada 13 Oktober 2019; <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-4366951/penumpang-ka-selama-libur-akhir-tahun-di-daop-5-purwokerto-naik-5>; Internet.

Hendikawati, P. (2015). *Peramalan Data Runtun Waktu Metode dan Aplikasinya dengan Minitab & EViews*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Hidayat, Aris Novia. *Tempo.Co: KAI Akan Ganti 900 Kereta Hingga 2019*. Diakses pada 15 Agustus 2019; <https://bisnis.tempo.co/read/811141/kai-akan-ganti-900-kereta-hingga-2019>; Internet.

Ilmiah, M. (2018). *Aplikasi Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average dan Winter's Exponential Smoothing untuk Meramalkan Omzet Koperasi Al-Kautsar Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*. Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya: UIN Sunan Ampel Surabaya.

Istiqomah, Nalar. (2015). *Prediksi Kemunculan Titik Panas Di Provinsi Riau Menggunakan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (Sarima)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kadir,A. (2006). *Transportasi: Peran dan Dampaknya dalam Pertumbuhan Ekonomi Nasional*. Jurnal Perencanaan dan Pengembangan Wilayah Wahana Hijau Vol.1 No.3,121-131.

Lubis, D. A., Johra, M. B., & Darmawan, G. (2017). *Peramalan Indeks Harga Konsumen Dengan Metode Singular Spectral Analysis (SSA) dan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)*. MANTIK Vol.03 No.02, 76-82.

Lestari, N. & Wahyuningsih, N.(2012). *Peramalan Kunjungan Wisata dengan Pendekatan Model SARIMA (Studi kasus : Kusuma Agrowisata)*. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol.1 No.1.

- Mao, Q., Zhang, K., Yan, W., & Cheng, C. (2018). *Forecasting The Incidence of Tuberculosis in China Using The Seasonal Auto-regressive Integrated Moving Average (SARIMA) Model*. *Journal of Infection and Public Health*, 707-712.
- Mulyana. (2004). *Analisis Data Time Series*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Munawaroh, A. N. (2010). *Peramalan Jumlah Penumpang pada PT. Angkasa Pura I (PERSERO) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Adisutjipto Yogyakarta dengan Metode Winter's Exponential Smoothing dan Seasonal ARIMA*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nasir, W. Y. (2015). *Peramalan Jumlah Penumpang dari Pelayaran dalam Negeri di Pelabuhan Kota Makassar Menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alaudin Makassar.
- Nurjanah, I. S., Ruhiat, D., & Andiani, D. (2018). *Implementasi Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Sumatra*. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika* Vol 3 No 2, 145-156.
- Penyusun, Tim. (2011). *Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Raharja, A., Wiwik Angraeni, S. M., & Aulia Vinarti Retno, S. (2011). *Penerapan Metode Exponential Smoothing untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon di PT. Telkomsel Divre3 Surabaya*. SISFO.
- Risma. (2016). *Analisis Peramalan Jumlah Penumpang Keberangkatan Internasional di Bandara Soekarno-Hatta Thun 2016 Menggunakan Metode SARIMA dan Holt-Winter*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rionold. *Kaskus: Perbandingan Konsumsi BBM Kereta Api, Pesawat, Bus, Truk, Mobil dan Motor*. Diakses pada 13 Oktober 2019; <https://www.kaskus.co.id/thre>

