

## ANALISA PERBANDINGAN PERAMALAN DATA PENUMPANG PT KAI ANTARA METODE SIMULASI MONTE CARLO DAN *DOUBLE MOVING AVERAGE*

**Bella Budiani<sup>1</sup>, Intan Bunga<sup>2</sup>, Siti Amalia<sup>3</sup>, Faris Gumelar<sup>4</sup>**

Program Studi Teknik Industri<sup>1,2,3,4</sup>

Universitas Widyatama

Jl. Cikutra Bandung

bella.budiani@widyatama.ac.id<sup>1</sup>, intan.bunga@widyatama.ac.id<sup>2</sup>, amalia.destiani@widyatama.ac.id<sup>3</sup>,  
faris.gumelar@widyatama.ac.id<sup>4</sup>

### ABSTRAK

Simulasi Monte Carlo digunakan sebagai metode untuk menganalisa suatu sistem yang terdapat ketidakpastian. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan simulasi Monte Carlo dengan Metode *Double Moving Average* (DMA) terhadap peramalan yang memberikan hasil akhir mendekati dengan hasil akhir sebenarnya. Simulasi Monte Carlo didasari dari percobaan pada unsur peluang atau bersifat probabilistik dengan menggunakan pengambilan sampel secara acak. Pengumpulan data jumlah penumpang kereta api pada PT KAI dilakukan dengan cara mengambil data dari Badan Pusat Statistik sebanyak 156 periode kebelakang dimulai dari tahun 2006 hingga 2018. Pengolahan data dilakukan dengan cara simulasi Monte Carlo dan *forecasting* metode *Double Moving Average* menggunakan aplikasi *Ms. Excel* untuk meramalkan 12 periode kedepan atau peramalan untuk tahun 2019 yang selanjutnya dibandingkan dengan data asli di BPS saat ini. Hasil prediksi jumlah penumpang pada tahun 2019 yang dihasilkan dari simulasi Monte Carlo dan *forecasting* DMA menunjukkan bahwa hasil peramalan menggunakan DMA lebih mendekati hasil data BPS. Hasil prediksi untuk tahun 2020 dari peramalan menggunakan DMA menunjukkan bahwa akan terjadi lonjakan penumpang di tahun 2020 sebesar 27.16%.

Kata kunci: Simulasi Monte Carlo, Peramalan, *Double Moving Average* (DMA)

### ABSTRACT

*Monte Carlo simulation is used as a method for analyzing a sistem where there is uncertainty. This research was conducted to compare Monte Carlo simulations with the Double Moving Average (DMA) Method of forecasting which gives the final result close to the actual final result. Monte Carlo simulations are based on experiments on probability or probabilistic elements using acak sampling. Data collection on the number of train passengers at PT KAI is done by taking data from the Central Statistics Agency as many as 156 backward periods starting from 2006 to 2018. Data processing is done by means of Monte Carlo simulations and forecasting the Double Moving Average method using Ms. application. Excel to predict the next 12 periods or forecasting for 2019 which is then compared with the original data in the current BPS. Prediction results for the number of passengers in 2019 resulting from Monte Carlo simulations and DMA forecasting shows that the results of forecasting using DMA are closer to the results of BPS data. Prediction results for 2020 from forecasting using DMA shows that there will be a surge in passengers in 2020 of 27.16%.*

*Keywords: Monte Carlo simulations, Forecasting, Double Moving Average (DMA)*

## I. PENDAHULUAN

PT Kereta Api Indonesia (Persero) disingkat KAI atau PT KAI adalah Badan Usaha Milik Negara Indonesia yang menyelenggarakan jasa angkutan kereta api. Layanan PT KAI meliputi angkutan penumpang dan barang. Tiap periode bulan memiliki data jumlah penumpang yang tercatat di Badan Pusat Statistik. Tercatat tahun 2006 hingga 2018 jumlah penumpang mengalami fluktuasi setiap bulan pada setiap tahunnya.

Simulasi Monte Carlo merupakan metode bentuk simulasi probabilistik dimana solusi dari suatu masalah diberikan berdasarkan proses acakisasi (acak). Proses acak ini melibatkan suatu distribusi probabilistik dari variabel-variabel data yang dikumpulkan berdasarkan data masa lalu maupun distribusi probabilistik teoritis. Bilangan acak digunakan untuk menjelaskan kejadian acak setiap waktu dari variabel acak dan secara berurutan mengikuti perubahan yang terjadi dalam proses simulasi. (Khairun Nizar, 2016)

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan hasil peramalan jumlah penumpang pada tahun 2019 dengan cara melakukan simulasi jumlah penumpang menggunakan Simulasi Monte Carlo dan melakukan perhitungan dengan metode *Double Moving Average (DMA)* yang kemudian hasil dari kedua metode tersebut dibandingkan dengan data jumlah penumpang sebenarnya dari data Badan Pusat Statistik (BPS). Metode peramalan yang paling mendekati data *real* dari BPS akan dijadikan validasi untuk peramalan data penumpang untuk tahun 2020.

## II. LANDASAN TEORI

### II.1 Konsep Dasar Simulasi

Banyak orang yang kurang mengenal simulasi, bahkan banyak yang menyatakan bahwa simulasi sangat sulit. Simulasi bukan hanya solusi dengan menggunakan model (data atau miniatur) yang dibuat sedemikian rupa untuk menghasilkan nilai tertentu. Simulasi dapat menduga perilaku suatu sistem yang diamati dengan menggunakan data hasil pengamatan yang dilakukan dalam waktu tertentu. Dari data hasil pengamatan tersebut maka dapat dibuat suatu prediksi dan selanjutnya memutuskan tindakan apa yang akan dilakukan.

### II.2 Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru suatu operasi-operasi atau proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah (Law & Kelton, 1991). Digunakan komputer dalam simulasi untuk mempelajari sistem secara numerik, dimana dilakukan pengumpulan data untuk melakukan estimasi statistik untuk mendapatkan karakteristik asli dari sistem tersebut. Simulasi merupakan alat yang tepat untuk digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam rangka mencari komentar terbaik dari komponen-komponen sistem. Hal ini dikarenakan sangat mahal dan memerlukan waktu yang lama jika eksperimen dicoba secara riil. Studi simulasi dilakukan agar dalam waktu singkat dapat ditentukan keputusan yang tepat serta dengan biaya yang tidak terlalu besar karena semuanya cukup dilakukan dengan komputer. Pendekatan simulasi diawali dengan pembangunan model sistem nyata. Model tersebut harus dapat menunjukkan bagaimana berbagai komponen dalam sistem itu saling berinteraksi sehingga benar menggambarkan perilaku sistem tersebut. Setelah model dibuat maka model tersebut ditransformasikan ke dalam program komputer sehingga memungkinkan untuk disimulasikan.

### II.3 Model

Model didefinisikan sebagai representasi dari sistem baik secara kualitatif yang mewakili suatu proses atau kejadian, dimana dapat menggambarkan secara jelas hubungan interaksi antar berbagai faktor-faktor penting yang akan diamati. Model dikembangkan untuk melakukan investigasi atau penelitian yang memungkinkan untuk diterapkan pada sistem nyata atau untuk mengetahui pengaruh atau hasil output dari inputan yang berbeda-beda. Tujuan dari banyak studi tentang sistem adalah untuk memprediksikan bagaimana sistem akan bekerja sebelum sistem tersebut dibangun. Sebagai alternatif, kadangkala dibangun *prototype* / bentuk asli untuk melakukan pengujian, tetapi hal tersebut sangat mahal dan menghabiskan banyak waktu. Bahkan dengan sistem yang sudah ada, sangat tidak mungkin atau tidak praktis bereksperimen dengan sistem nyata, walaupun hasil dari percobaan tersebut sukses namun resiko kegagalan akan dibayar mahal. Sehingga studi tentang sistem biasanya dilakukan dengan model

sistem. Model tersebut tidak hanya pengganti dari sistem, tetapi juga merupakan penyederhanaan dari sistem.

#### II.4 Model Simulasi

Perilaku variabel-variabel yang ada pada sistem dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *discrete* (tertentu/khusus) dan *continuous* (terus-menerus). *Discrete sistem* adalah sistem di mana variabel-variabelnya dapat berubah hanya pada sejumlah keadaan tertentu dan dapat dihitung pada saat tertentu. Perilaku sistem pada teller di suatu bank merupakan salah satu contoh sistem diskrit, yang menunjukkan perubahan kedatangan konsumen, lama konsumen menunggu, lama konsumen dilayani hingga konsumen itu selesai dilayani dan meninggalkan bank. *Continuous sistem* adalah suatu sistem di mana variabelnya berubah secara terus-menerus serta dipengaruhi oleh waktu. Kecepatan sebuah mobil ketika lepas dari lampu *traffic light* adalah salah satu contoh sistem bersambung ini di mana variabelnya, yaitu kecepatan, akan berubah secara terus menerus serta dipengaruhi oleh waktu. Perlu pertimbangan dalam menentukan kondisi sistem, apakah bersifat diskrit atau kontinu, dapat dilakukan dengan cara mempelajari tingkah laku pada sistem tersebut saat pengoperasian dengan memahami hubungan-hubungan antar komponen di dalam sistem guna memprediksikan kemampuannya. Tetapi dalam praktik yang sesungguhnya dengan melibatkan sistem yang sebenarnya cara ini tidak banyak yang dapat dilakukan. Hal ini justru mengakibatkan penelitian menjadi tidak efektif, dengan biaya yang semakin besar, dan proses pengoperasian sistem yang sebenarnya menjadi kacau. Misalkan perubahan tersebut dimaksudkan untuk mempelajari pengaruh penurunan jumlah pelayanan kasir di supermarket. Apabila pengurangan jumlah kasir dilakukan secara berangsur-angsur (hingga batas yang ditentukan), namun disaat jumlah konsumen yang berada di kasir sedikit tetapi konsumen yang belum menuju kasir cukup banyak bertambah maka akan mengakibatkan peningkatan yang signifikan dalam hal keterlambatan pelayanan pelanggan (*customer delay*). Dampak yang lebih buruk lagi, pelanggan membatalkan niatnya untuk melakukan transaksi pembelian pada supermarket tersebut. Karena ada ketidakmungkinan untuk melakukan eksperimen dengan berbagai sistem maka sistem analisis menggunakan model yang dapat mewakili sistem nyata dimana dengan model tersebut sistem

analisis dapat menarik berbagai kesimpulan sehubungan dengan pengoperasian sistem yang sesungguhnya. Model Simulasi dapat dibedakan menjadi:

**Model simulasi deterministik**, mengasumsikan tidak ada variabilitas dalam parameter model dan, oleh karenanya, tidak melibatkan variabel acak. Jika model deterministik dijalankan atas nilai masukan yang sama, maka akan selalu menghasilkan nilai yang sama. Keluaran dari sekali menjalankan model simulasi deterministik merupakan nilai nyata dari performansi model.

**Model simulasi stokastik**, berisikan satu atau beberapa variabel acak untuk menjelaskan proses dalam sistem yang diamati. Keluaran dari model simulasi stokastik adalah acak dan oleh karenanya hanya merupakan perkiraan dari karakteristik sesungguhnya dari model. Maka, diperlukan beberapa kali menjalankan model, dan hasilnya hanya merupakan perkiraan dari performansi yang diharapkan dari model atau sistem yang diamati.

**Model simulasi kontinyu**, kondisi variabel berubah secara kontinyu, sebagai contoh, aliran fluida dalam pipa atau terbangnya pesawat udara, kondisi variabel posisi dan kecepatan berubah secara kontinyu terhadap satu dengan lainnya.

**Model simulasi diskrit**, kondisi variabel berubah hanya pada beberapa titik (tertentu, yang dapat dihitung) dalam waktu. Kebanyakan dari sistem manufaktur dimodelkan sebagai simulasi kejadian dinamis, diskrit, stokastik dan menggunakan variabel acak untuk memodelkan rentang kedatangan, antrian, proses, dan sebagainya.

#### II.5 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo didefinisikan sebagai semua teknik *sampling* statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif (*Monte Carlo Method*, 2008). Dalam simulasi Monte Carlo sebuah model dibangun berdasarkan sistem yang sebenarnya. Setiap variabel dalam model tersebut memiliki nilai yang memiliki probabilitas yang berbeda, yang ditunjukkan oleh distribusi probabilitas atau biasa disebut dengan *probability distribution function (pdf)* dari setiap variabel. Metode Monte Carlo mensimulasikan sistem tersebut berulang kali, ratusan bahkan sampai ribuan kali tergantung sistem yang ditinjau, dengan cara memilih sebuah nilai acak

untuk setiap variabel dari distribusi probabilitasnya. Hasil yang didapatkan dari simulasi tersebut adalah sebuah distribusi probabilitas dari nilai sebuah sistem secara keseluruhan. Simulasi Monte Carlo telah diaplikasikan pada berbagai bidang antara lain; manajemen proyek, transportasi, desain komputer, finansial, meteorologi, biologi dan biokimia (Kwak & Ingall, 2007). Tahapan Monte Carlo Jika Sistem mengandung elemen yang mengikut sertakan faktor kemungkinan, model yang digunakan adalah model monte carlo. Dasar dari simulasi Monte Carlo adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel acak. Metode simulasi ini melibatkan pengguna angka acak untuk memodelkan sistem, dimana waktu tidak memegang peranan yang substansif model statis. Pembangkit angka acak adalah memungkinkan membangkitkan angka acak yang sebenarnya (truly acak number) dengan suatu algoritma komputer. Penggunaan metode Monte Carlo membutuhkan sejumlah besar angka acak sehingga seiring dengan berkembangnya metode ini, berkembang pula acak number generator yang ternyata lebih efektif digunakan untuk tabel angka acak yang sebelumnya sering digunakan untuk pengambilan contoh statistik.

Metode ini terbagi dalam 4 tahapan:

1. Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting
2. Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel di tahap pertama
3. Menentukan interval angka acak
4. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan

## II.6 Prediksi

Prediksi adalah proses untuk meramalkan suatu variabel di masa mendatang dengan berdasarkan pertimbangan data pada masa lampau. Data yang sering digunakan untuk melakukan prediksi adalah data yang berupa data kuantitatif. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi

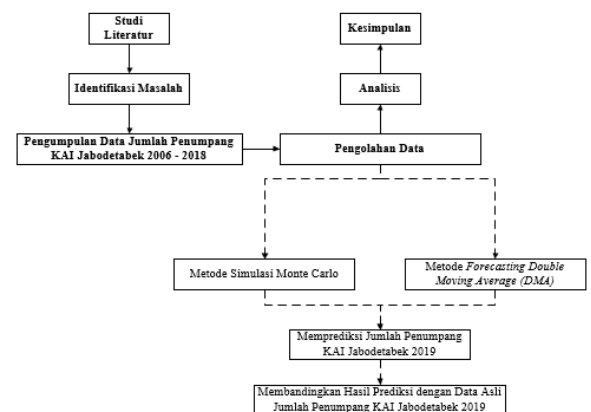
## II.7 Double Moving Average (DMA)

*Double moving average* adalah rata-rata bergerak kedua. Hasil dari *single moving average* digunakan untuk melakukan *double moving average*. Lebih mudahnya lagi dapat dikatakan rata-rata bergerak dari rata-rata

bergerak sebelumnya. *Double moving average* dapat digunakan ketika data aktual mempunyai pola tren. Metode ini menggunakan orde yang digunakan harus sama, misal 3 x 3, maksudnya dari data awal dilakukan *moving average* dengan orde 3, kemudian hasil dari MA(3) dilakukan *moving average* dengan orde 3 juga.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode simulasi yang digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang kereta api Jabodetabek selama tahun 2019 adalah algoritma Monte Carlo. Data historis yang digunakan sebagai acuan adalah data penumpang dari tahun 2006 sampai 2018. Berikut *flowchart* pengerjaan yang dilakukan:



Gambar 1. Flowchart Penyusunan Jurnal

### III.1 Studi Literatur

Studi literatur sebagai dasar pengetahuan terkait materi yang ada dalam penyusunan jurnal. Studi literatur yang digunakan bersumber dari internet, buku, dan jurnal dengan teori terkait. Studi literatur yang dicari secara garis besar dalam penyusunan jurnal ini adalah mengenai simulasi, Monte Carlo, dan *forecasting* metode DMA.

### III.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah digunakan untuk mengetahui pokok permasalahan pada *real sistem* yang ada. Kereta api merupakan angkutan darat yang tercepat yang sering dipilih sebagai alat transportasi sehari-hari di Jabodetabek. Hal tersebut yang mendasari kami melakukan penelitian terhadap jumlah penumpang KAI di Jabodetabek.



### III.3 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data jumlah penumpang kereta api di Jabodetabek dari tahun 2006 – 2018. Data tersebut berjumlah 156 data. Data tersebut kami dapatkan dari *website* Badan Pusat Statistik.

### III.4 Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari pengumpulan data diolah menggunakan metode simulasi Monte Carlo dan *forecasting* metode DMA. Kedua metode tersebut digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang KAI Jabodetabek pada tahun 2019. Hasil yang didapatkan dibandingkan dengan data asli dari data Badan Pusat Statistik sebagai validasi, selanjutnya dilakukan simulasi Monte Carlo untuk memprediksi jumlah penumpang di tahun 2020 sebagai saran untuk PT. KAI dan peneliti selanjutnya.

### III.5 Metode Simulasi Monte Carlo

Metode Simulasi Monte Carlo digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang kereta api untuk tahun 2020 dengan menggunakan data historis 2006-2018 yang divalidasi terlebih dahulu dengan dibandingkan dengan data historis 2019 Badan Pusat Statistik dan hasil dari metode *forecasting double moving average (DMA)* untuk tahun 2019.

### III.6 Metode Forecasting Double Moving Average (DMA)

Metode *forecasting double moving average (DMA)* digunakan untuk memvalidasi hasil simulasi Monte Carlo tahun 2019 yang didapatkan dari data historis jumlah penumpang kereta api pada tahun 2006-2018.

### III.7 Memprediksi Jumlah Penumpang Jabodetabek 2019

Memprediksi jumlah penumpang Jabodetabek 2019 dilakukan dengan 2 metode yaitu metode simulasi Monte Carlo dan metode *forecasting double moving average (DMA)*.

### III.8 Membandingkan Hasil Prediksi dengan Data Asli Jumlah Penumpang KAI Jabodetabek 2019

Hasil dari prediksi jumlah penumpang Jabodetabek 2019 dilakukan dengan metode simulasi Monte Carlo dan metode *forecasting double moving average (DMA)* selanjutnya

dibandingkan dengan data asli jumlah penumpang Jabodetabek tahun 2019 dari Badan Pusat Statistik

### III.9 Analisis

Hasil perbandingan pada pengolahan data dan data asli tentunya memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut dianalisis selisih dan standar deviasinya. Kemudian dipilih mana hasil data yang lebih akurat.

### III.10 Kesimpulan

Kesimpulan digunakan untuk menjawab tujuan dari pembuatan jurnal ini. Kesimpulan diambil dari hasil dan pembahasan yang menjawab tujuan.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi Monte Carlo untuk menentukan jumlah penumpang kereta api pada PT. KAI dilakukan dengan cara melakukan pengumpulan data dari tahun 2006 hingga 2018 dengan total periode 156 periode yang didapat dari situs Badan Pusat Statistik (BPS) selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mencari jumlah penumpang kereta api sebanyak 10 periode kedepan dimulai dari Januari 2019 hingga Desember 2019.

**Tabel 1.** Data Histori Jumlah Penumpang KAI Jabodetabek 2006 - 2018

Bulan Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2006	8681	8144	8920	8462	8899	8606	8787	8661	8829	8767	8895	8774
2007	8723	7566	9009	10206	10608	10310	10761	10653	10446	9887	10031	9895
2008	9868	9673	10469	10562	10582	10824	11206	11129	10481	10379	10583	9695
2009	10686	9984	11185	10908	11448	11384	11348	10905	10243	11087	10592	10738
2010	10541	9641	10759	10394	10476	10312	10466	10438	9685	10796	10106	10694
2011	10354	9270	10733	10188	10513	10147	10749	9678	9692	10152	9852	9777
2012	9779	9840	11285	11271	11872	12034	12391	11471	11556	11501	10650	10438
2013	10089	10281	11240	11529	11767	11817	15407	14321	15113	15531	15487	15901
2014	15176	14856	17471	16671	16781	17848	16585	17091	18253	19079	18605	20080
2015	19244	17640	21290	21171	22177	22207	21171	22295	22021	22964	22355	22996
2016	22238	21229	23206	23149	24401	23821	21574	23923	23570	24533	24104	24841
2017	24185	21743	25775	25411	27385	24432	27016	27679	26158	28765	28246	29059
2018	28075	25362	29223	28942	28995	24833	29086	28098	27618	29317	28049	29201

(Sumber: Data Badan Pusat Statistik)

Data di atas merupakan data historis jumlah penumpang tahun 2006 hingga 2018 setiap bulan pada setiap tahunnya yang kemudian dibuat data sebaran statistiknya dengan hasil *range* dan nilai ekspektasi sebagai berikut:

**Tabel 2.** Interval Angka Acak

Kelas	Interval Kelas	<i>f</i>	<i>fk</i>	Distribusi Probabilitas	Distribusi Probabilitas	Median	Interval Angka Acak	Nilai Ekspektasi
1	7566 - 9983	29	29	0.1859	0.1859	8775	0.0001 - 0.1859	1632
2	9984 - 12401	61	90	0.3910	0.5769	11193	0.1860 - 0.5769	4377
3	12402 - 14819	1	91	0.0064	0.5833	13611	0.5770 - 0.5833	88
4	14820 - 17237	11	102	0.0705	0.6538	16029	0.5834 - 0.6538	1131
5	17238 - 19655	7	109	0.0449	0.6987	18447	0.6539 - 0.6987	828
6	19656 - 22073	8	117	0.0513	0.7500	20865	0.6988 - 0.7500	1070
7	22074 - 24491	16	133	0.1026	0.8526	23283	0.7501 - 0.8526	2388
8	24492 - 26909	7	140	0.0449	0.8974	25701	0.8527 - 0.8974	1154
9	26910 - 29327	16	156	0.1026	1.0000	28119	0.8975 - 1.0000	2884
<b>TOTAL</b>		<b>156</b>						<b>15552</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah diketahui data histori dari 2006 hingga 2018 dengan jumlah 156 periode, didapatkan nilai ekspektasi sebesar 15.552, selanjutnya dilakukan simulasi Monte Carlo untuk 1 tahun kedepan atau periode selama tahun 2019 sebagai berikut:

**Tabel 3.** Simulasi Monte Carlo Jumlah Penumpang KAI 2019

Tahun	Bulan	Angka Acak	Jumlah Penumpang
2019	Januari	0.1965	11193
	Februari	0.2971	11193
	Maret	0.8510	23283
	April	0.8210	23283
	Mei	0.7981	23283
	Juni	0.1458	8775
	Juli	0.4063	11193
	Agustus	0.5929	16029
	September	0.3701	11193
	Oktober	0.4653	11193
	November	0.3033	11193
	Desember	0.6578	18447
<b>TOTAL PENUMPANG</b>			<b>180258</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 3 menunjukkan hasil pengolahan data simulasi Monte Carlo didapatkan jumlah penumpang sebanyak 180.258 penumpang selama tahun 2019. Selisih dengan nilai ekspektasinya sebesar 164.706, dengan %RSD sebesar 119%.

**Tabel 4.** Forecasting Metode DMA Jumlah Penumpang KAI 2019

Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang
2019	Januari	29549
	Februari	29895
	Maret	30241
	April	30588
	Mei	30934
	Juni	31280
	Juli	31627
	Agustus	31973
	September	32319
	Oktober	32666
	November	33012
	Desember	33358
<b>TOTAL PENUMPANG</b>		<b>377442</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil pengolahan data menggunakan metode *Double Moving Average* didapatkan rata-rata jumlah

penumpang kereta sebanyak 377.442 penumpang.

**Tabel 5.** Data Jumlah Penumpang KAI 2019 Pembanding (BPS)

Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang
2019	Januari	27768
	Februari	25305
	Maret	28366
	April	28062
	Mei	28369
	Juni	25816
	Juli	29714
	Agustus	27651
	September	28293
	Oktober	29278
	November	28563
	Desember	28860
<b>TOTAL PENUMPANG</b>		<b>336045</b>

(Sumber: Data Badan Pusat Statistik)

Tabel 5 menunjukkan data pembanding (data *real*) jumlah penumpang dari pada tahun 2019 yaitu sebanyak 336.045 penumpang.

**Tabel 6.** Data Jumlah Penumpang KAI Jabodetabek 2019 dan Selisih dengan Data Asli

Prediksi	Jumlah Penumpang	Selisih Data Asli
Monte Carlo	180258	155787
DMA	377442	41397
Data Asli BPS	336045	

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan metode *Double Moving Average* lebih mendekati dengan data pembanding (BPS), dikarenakan %*Error* dari DMA lebih kecil dibandingkan dengan simulasi.

Dilakukan juga prediksi jumlah penumpang KAI pada tahun 2020. Prediksi dilakukan menggunakan metode Monte Carlo dan DMA. Berikut hasil prediksi menggunakan kedua metode tersebut:

**Tabel 7.** Prediksi Jumlah Penumpang KAI 2020

Tahun	Bulan	Monte Carlo		DMA
		Angka Acak	Jumlah Penumpang	Jumlah Penumpang
2020	Januari	0.2234	11193	33705
	Februari	0.4814	11193	34051
	Maret	0.8174	23283	34397
	April	0.2475	11193	34744
	Mei	0.8537	25701	35090
	Juni	0.7224	20865	35436
	Juli	0.4501	11193	35783
	Agustus	0.7503	23283	36129
	September	0.0157	8775	36476
	Oktober	0.6343	16029	36822
	November	0.8645	25701	37168
	Desember	0.0399	8775	37515
TOTAL PENUMPANG			197184	427316

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 7 merupakan hasil prediksi jumlah penumpang KAI di tahun 2020. Hasil prediksi jumlah penumpang di tahun 2020 menurut hasil simulasi Monte Carlo dan DMA adalah sebanyak 197.184 dan 427.316 penumpang. Dikarenakan %Error dari DMA lebih kecil, sehingga hasil prediksi dari DMA lah yang dipilih sebagai perkiraan jumlah penumpang di tahun 2020.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### V.1 KESIMPULAN

Hasil prediksi jumlah penumpang KAI Jabodetabek di tahun 2019 dengan menggunakan simulasi Monte Carlo adalah sebanyak 180.258 penumpang, sementara menggunakan metode DMA adalah sebesar 377.442 penumpang. Kedua metode tersebut memiliki selisih dengan data asli sebesar 155.787 dan 41.397 penumpang. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil prediksi dengan metode DMA lebih mendekati hasil dibandingkan dengan menggunakan simulasi Monte Carlo.

Prediksi jumlah penumpang untuk 2020 adalah sebanyak 427.316 penumpang hasil tersebut berdasarkan prediksi dari DMA. Dilihat dari data penumpang dari BPS di tahun 2019, hasil prediksi tersebut menunjukkan bahwa lonjakan penumpang di tahun 2020 adalah sebesar 27,16% atau sebanyak 91.271 penumpang, setara dengan 7.606 penumpang setiap bulannya.

### V.2 SARAN

Saran untuk PT. KAI dari hasil prediksi tersebut adalah dengan terjadinya kenaikan penumpang sebanyak 7.606 penumpang tiap bulannya, sebaiknya penambahan gerbong kereta perlu dilakukan untuk mengatasi lonjakan

penumpang tersebut. Saran untuk peneliti selanjutnya adalah penggunaan simulasi Monte Carlo kurang tepat digunakan untuk menentukan prediksi jumlah penumpang KAI ini, dikarenakan pembangkitnya hanya menggunakan angka acak dan terlalu banyak variabel yang tidak diperhitungkan pada *real system* seperti cuaca, kondisi lingkungan, dan sebagainya. Lebih baik jika digunakan prediksi menggunakan metode *forecasting*, seperti metode Regresi Linear, *Double Exponential Smoothing Holt* atau *Double Exponential Smoothing Brown*.

## REFERENSI

- Niza, Khairun (2016). Jurnal Prediksi Penjualan Barang Pada Koperasi PT Perkebunan Silindak dengan Menggunakan Metode Monte Carlo
- Law, Averill M. & Kelton, W. David (1991). *Simulation Modeling & Analysis*. 2<sup>nd</sup> Edition. Singapore.
- Monte Carlo Method* (2008). Online. [http://www.riskglossary.com/link/monte\\_carlo\\_method.htm](http://www.riskglossary.com/link/monte_carlo_method.htm) Diakses pada tanggal 26 Februari 2020.
- Kwak, Y. H., & Ingall, L. (2007), *Exploring Monte Carlo Simulation Applications For Project Management*. Risk Management, 9, 44-57.
- Heizer, J., Render, B. (2009). *Operations management: Sustainability and Supply Chain Management*. 9<sup>th</sup> Edition. Subtitles by Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Empat.
- Render, B., Stair, R. M., Hanna, ME, Hale, TS (2017). *Quantitative analysis for management*. 13 years old. Boston: Pearson Education.
- Badan Pusat Statistik. “Jumlah Penumpang Kereta Api, 2006-2019 (Ribu Orang)”. <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/03/10/815/jumlah-penumpang-kereta-api-2006-2019-ribu-orang-.html> (Diakses: 26 Februari 2020)