

Peramalan Trafik Sms Area Jabotabek dengan Metode Arima

Lusi Alvina Tofani, Achmad Mauludiyanto
 Jurusan Teknik Elektro-FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
 Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
 E-mail: maulud@ee.its.ac.id

Abstrak— Dalam dunia telekomunikasi, pertukaran informasi dituntut memiliki performansi yang baik. Salah satu layanan telekomunikasi yang banyak digunakan adalah SMS (*Short Message Service*). Dalam tugas akhir ini akan dilakukan pemodelan dan peramalan trafik SMS pada jaringan GSM (*Global System for Mobile Communication*) area Jabotabek menggunakan metode ARIMA. Penelitian ini dipusatkan dengan mengambil data dari 2 lokasi SMSC (*Short Message Service Center*) yaitu SMSC yang menampung transaksi SMS *peer to peer* GSM-T dan SMSC yang menampung transaksi SMS *all operator*. Data tersebut merupakan trafik harian selama 4 bulan dari bulan Maret hingga Juni 2011 yang akan digunakan untuk pemodelan dan Bulan Juli 2011 yang akan digunakan sebagai data *testing*. Ada 2 kategori pemodelan yaitu untuk tipe SMSC *all operator* pada selang waktu 0-15 sec dan 16-30 sec sedangkan tipe yang kedua yaitu tipe SMSC *peer to peer* GSM-T pada selang waktu 0-15 sec dan 16-30 sec. Dari penelitian ini diperoleh 4 model dari data selama 4 bulan yaitu model ARIMA untuk *all operator* 0-15 sec adalah $(6,9),1,2$, model ARIMA untuk *all operator* 16-30 sec adalah $(1,0),[1,4,5]$, model ARIMA untuk *peer to peer* GSM-T 0-15 sec adalah $(1,0),[1,7]$, dan model ARIMA untuk *peer to peer* GSM-T 16-30 sec adalah $([1,5],0,5)$. Kemudian untuk hasil peramalan dari 4 model tersebut didapatkan nilai MAPE terendah yaitu pada model ARIMA untuk trafik *all operator* GSM-T 0-15 sec sebesar 0,32883%. Hasil peramalan ini yang akan digunakan sebagai prediksi trafik kedepan.

Kata Kunci— Trafik SMS, SMSC, ARIMA, Peramalan.

I. PENDAHULUAN

GSM (*Global System for Mobile Communication*) adalah salah satu trend komunikasi bergerak selular berbasis teknologi digital dan merupakan standar telepon bergerak yang bekerja pada frekuensi 900 Mhz dan 1800 Mhz. Dengan adanya tren teknologi saat ini para penyedia jasa layanan telekomunikasi berlomba-lomba untuk menghadirkan kemudahan akses dengan menyediakan layanan yang sesuai dengan kenyamanan serta dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan telekomunikasi seperti layanan SMS. Untuk tetap menjaga performansi yang baik antara kebutuhan trafik dan kapasitas sistem maka perencanaan jaringan telekomunikasi harus dirancang sebaik mungkin[1]. Perencanaan yang dimaksud diatas adalah perencanaan peramalan trafik dan peramalan demand. Peramalan adalah perkiraan tentang sesuatu yang akan terjadi pada waktu yang akan datang berdasarkan pada data yang ada waktu sekarang dan waktu lampau, yang dilakukan berulang untuk mendapatkan hasil peramalan yang efektif [2][3].

Pada tugas akhir ini metode yang akan digunakan untuk meramalkan trafik SMS adalah ARIMA (*Autoregressive*

Integrated Moving Average) dimana metode ini merupakan salah satu metode deret berkala (*Time Series*) yang dapat meramalkan perencanaan di waktu yang akan datang dengan berdasarkan data saat ini maupun data waktu lampau. Analisis *time series* adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilitas keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan[4].

Secara umum, model ARIMA dituliskan dengan notasi ARIMA $(p\ d\ q)$, dimana p menyatakan orde dari proses *autoregressive* (AR), d menyatakan pembedaan (*differencing*), dan q menyatakan orde dari proses *moving average* (MA)[5].

Data yang telah didapat dimodelkan hingga mendapat model terbaik dengan nilai *error* terkecil dan kemudian dilakukan proses peramalan dengan memperhatikan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk mengetahui kondisi hasil peramalan terbaik.

II. TEORIDASAR

Model ARIMA terdiri dari 2 aspek yaitu aspek *autoregressive* dan *moving average* (rata-rata bergerak). Secara umum, model ARIMA dituliskan dengan notasi ARIMA $(p\ d\ q)$, dimana p menyatakan orde dari proses *autoregressive* (AR), d menyatakan pembedaan (*differencing*), dan q menyatakan orde dari proses *moving average* (MA). Langkah penting dalam memilih suatu metode deret waktu yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Untuk data trafik SMS ini memiliki pola data non musiman yaitu pola data yang terjadi bilamana suatu deret tidak dipengaruhi oleh faktor musiman[5].

Model ARIMA dibuat karena secara statistik ada korelasi (*dependen*) antar deret pengamatan. Untuk melihat adanya dependensi antar pengamatan, kita dapat melakukan uji korelasi antar pengamatan yang sering dikenal dengan *autocorrelation function* (ACF). ACF digunakan untuk menentukan orde q [6].

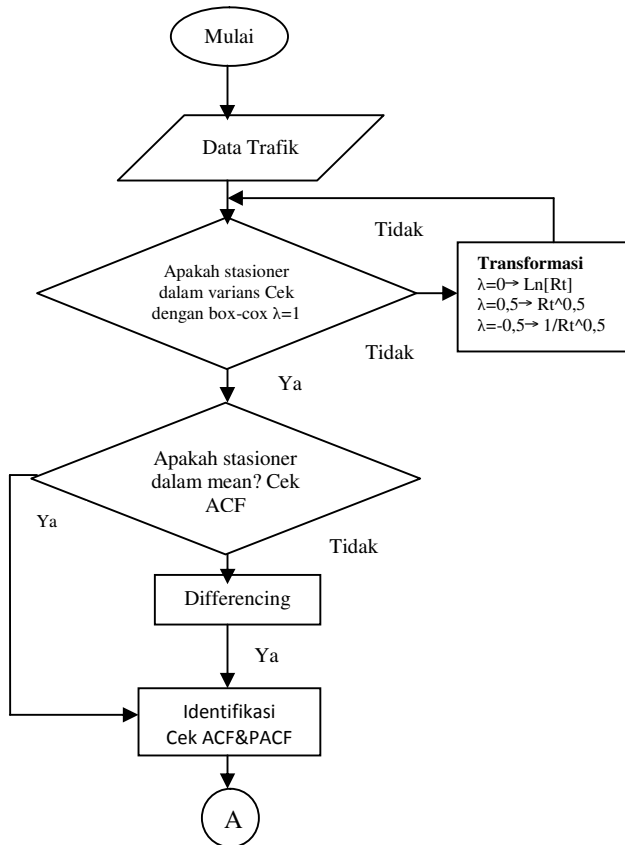
PACF dari data *time series* yang telah di-stasionerkan baik melalui transformasi atau *differencing*, selanjutnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat p (tingkat *autoregressive* tertinggi)[1]. Dalam tahapan pemodelan harus memenuhi persyaratan uji normalitas, apabila model tidak memenuhi bisa disebabkan karena adanya *outlier*. *Outlier* adalah kondisi yang menunjukkan adanya penyimpangan pada data yang dimodelkan sehingga diperlukan proses deteksi dan penanganan *outlier*[6].

III. METODOLOGI

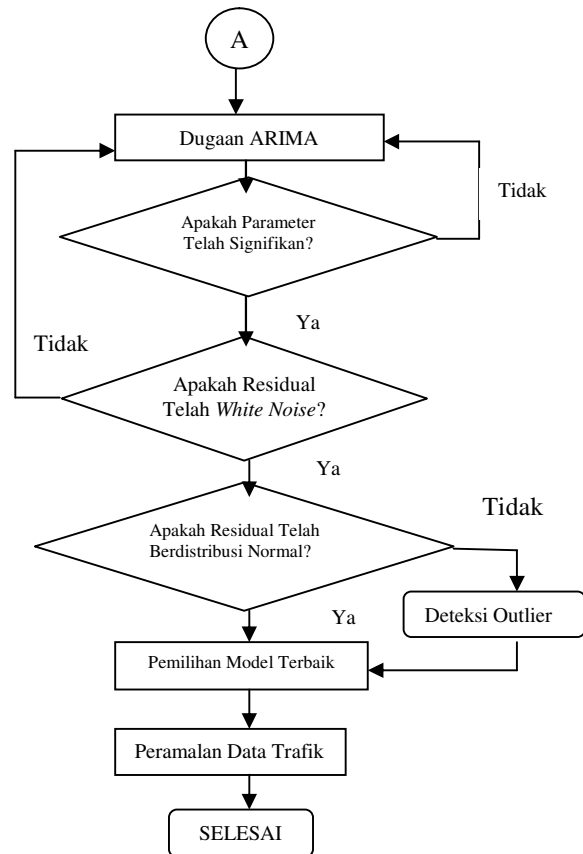
A. Pengambilan Data

Pengambilan data trafik SMS dilakukan dengan menggunakan *software* Business View Object (BO) yang berada di PT GSM-T. Data diambil dari 2 jenis SMSC dan 2 rentang waktu SMSC yaitu 0-15 sec dan 16-30 sec untuk jenis SMSC *all operator* kemudian 0-15 sec dan 16-30 sec untuk jenis SMSC *peer to peer* GSM-T. Data diambil bulan Maret-Juni 2011 sebagai data yang *insample* dan 14 hari pertama di bulan Juli sebagai data *outsample* (data *testing*).

Setelah pengelompokan data maka proses selanjutnya adalah pemodelan ARIMA dengan menggunakan *software* SAS dan *minitab*. Minitab digunakan untuk melakukan cek kestasioneritas hingga didapatkan dugaan ARIMA sedangkan SAS digunakan untuk estimasi parameter hingga peramalan[7]. Diagram alir proses ARIMA seperti ditunjukkan pada gambar 1.



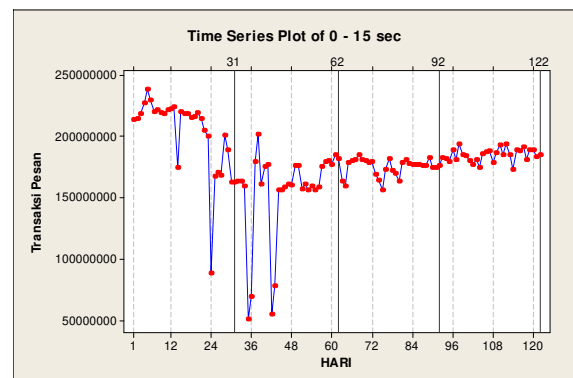
Gambar 1. Diagram Alir ARIMA



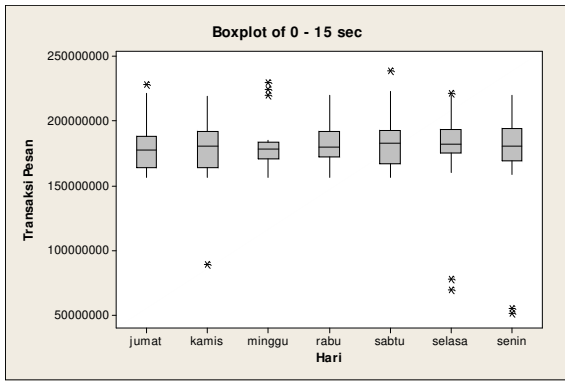
Gambar 2. Diagram Alir ARIMA Lanjutan

B. Pemodelan ARIMA

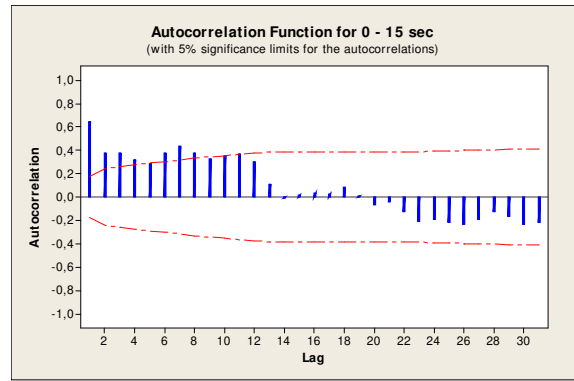
Identifikasi model dilakukan untuk mengetahui kestasioneran data yaitu apakah telah stasioner terhadap varians dan mean. Cek kestasioneran varians dilakukan dengan transformasi box cox. Jika belum stasioner maka perlu dilakukan transformasi. Sedangkan cek kestasioneran mean dilakukan dengan mengamati pada grafik ACF. Jika belum stasioner maka perlu dilakukan *differencing*. Kemudian dilakukan estimasi parameter, *diagnosis checking* hingga uji normalitas kolmogorov smirnov, pemilihan model terbaik dan kemudian didapatkan hasil akhir penelitian yaitu peramalan[8].



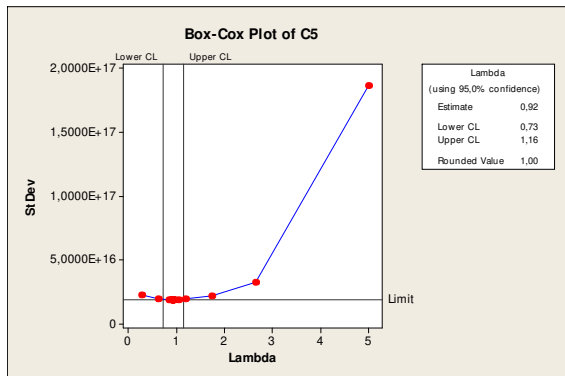
Gambar 3. Grafik Time Series Plot All Operator 0-15 sec



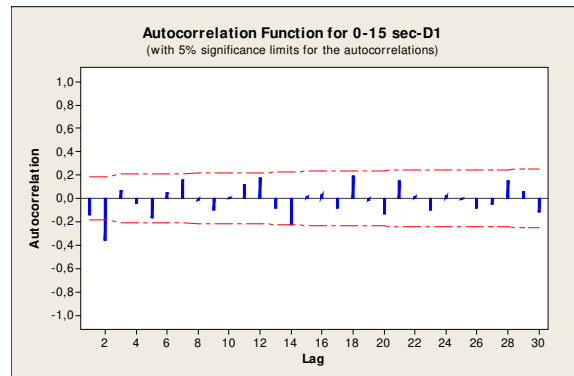
Gambar 4. Grafik Box Plot All Operator 0-15 sec



Gambar 6. ACF Dying Down / Diesdown Slowly



Gambar 5. Box Cox setelah transformasi dengan $\lambda=1.00$



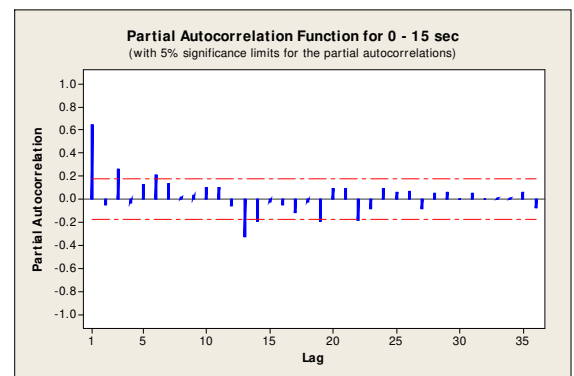
Gambar 7. ACF Cut Off setelah lag 2

Pada gambar 3 ditunjukkan suatu event data trafik SMS *all operator* di interval 0-15 sec. Pada interval ini menunjukkan kondisi ada beberapa hari yang mengalami penurunan yaitu pada bulan Maret di hari Senin tanggal 14 Maret dan hari Kamis tanggal 24 Maret. Sedangkan pada bulan April mengalami penurunan di hari Senin 4 April dan hari Senin 11 April. Fenomena yang mempengaruhi naik turunnya grafik tersebut bisa disebabkan dari beberapa faktor yaitu:

1. Aktifitas pelanggan/pemakaian SMS setiap pelanggan per hari. Aktifitas ini juga dikaitkan dengan hari besar tertentu dan promo yang seringkali dilakukan oleh GSM-T untuk memberikan penawaran tarif murah atau gratis kepada pelanggan.
2. Kapasitas SMSC dalam menampung pesan juga menjadi kendala yang buruk apabila kapasitas tidak mencukupi transaksi. Istilah MDA (*message delivery attempt*) sangat berkaitan dengan lisensi/kapasitas.
3. *Network failure*, bisa terjadi pada *network* di GSM-T atau pada *network* di sisi operator lain.
4. *Subscriber Error* yaitu terjadinya error pada sisi *handset* yang dimiliki dari pelanggan.

Pada gambar 4 menunjukkan kondisi terdeteksi *oulier*. *Outlier* ditunjukkan dengan bintang-bintang pada box plot yang menunjukkan bahwa pada interval ini ada kondisi yang mengalami penyimpangan dari rata-rata. Penyimpangan ini diartikan bahwa transaksi ada yang melebihi kapasitas maupun kurang dari kapasitas.

Gambar 5 adalah ACF dying down yang menunjukkan data belum stasioner terhadap varians sehingga diperlukan proses differencing. Kemudian akan didapat ACF dari hasil differencing seperti pada gambar 7. ACF hasil differencing digunakan untuk menentukan orde q yang memotong di lag 2. Sedangkan pada gambar 8 didapatkan PACF yang memotong lag 1,3,dan 6 menunjukkan orde p=[1,3,6]



Gambar 8. PACF Cut Off setelah lag 1

Setelah didapatkan orde p,d, dan q maka didapatkan dugaan ARIMA ([1,5,11,12],1,2) yang akan digunakan pada tahap estimasi parameter menggunakan SAS. Nilai p-value yang kurang dari 0,05 maka dugaan diterima tetapi apabila tidak, maka dicari dugaan yang baru.

Banyaknya model sebagai dugaan ARIMA akan didapatkan satu model yang terbaik dengan mengamati nilai AIC(Akaike's Information Criterion) dan SBC(Schwartz

Bayesian Criterion) yang merupakan suatu kriteria pemilihan model terbaik. Semakin kecil kedua nilai tersebut, model semakin baik karena AIC dan SBC menunjukkan nilai *error* dari model yang didapat[9].

Hasil pemodelan akan menghasilkan residual, dari residual ini dapat diuji kesesuaiannya dengan model ARIMA. Residual yang ada harus dapat didekati dengan distribusi normal dan white noise. Pada proses ini dilakukan uji pada *autocorrelation check of white noise* bahwa $Pr > ChiSq$ lebih dari 0,05 maka residual bersifat *white noise*. Setelah itu uji residual dengan uji kolmogorov smirnov pada SAS, kembali dilihat nilai p-value. Jika p-value lebih besar dari 0,05 maka residual berdistribusi normal[10].

C. Deteksi Outlier

Terkadang dari hasil pengolahan data yang dilakukan banyak residual dari hasil pemodelan tidak memenuhi white noise dan uji normalitas. Hal ini disebabkan adanya *outlier* yang bisa disebabkan karena berbagai hal.

Untuk mengoptimalkan model yang ada perlu adanya deteksi dan penanganan *outlier*. Maka pada proses pengolahan data selanjutnya yaitu deteksi *outlier*. Outlier dideteksi dan ditangani menggunakan SAS. Penggunaan SAS dapat mengatasi terjadinya *outlier* yang terdeteksi berulang-ulang. Proses mengatasi *outlier* dengan memasukkan *outlier* kedalam model hingga didapat uji kesesuaian residual signifikan terhadap *white noise* dan distribusi normal[6]. *Outlier* yang terdeteksi seperti ditampilkan pada tabel 3 dibawah ini yang menunjukkan ada 6 buah outlier.

Tabel 1. Detail Outlier All Operator 0-15 sec

Obs	Type	Estimate	Chi-Square	Approx Prob> ChiSq
24	Additive	-90235502	180.18	<.0001
42	Shift	-79318272	66.55	<.0001
14	Additive	-47905807	48.52	<.0001
35	Additive	-46901927	60.92	<.0001
37	Shift	68226073	67.03	<.0001
44	Shift	61338687	51.81	<.0001

D. Peramalan

Proses terakhir adalah peramalan data trafik SMS 14 hari kedepan dengan menggunakan model ARIMA yang telah tertangani *outlier*. Model yang telah tertangani *outlier* akan semakin mendekati data aktual/data *testing* pada hasil peramalannya. Dari hasil peramalan tersebut akan diketahui nilai MAPE untuk melihat besar *error* dari hasil peramalan.

E. Perhitungan MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

MAPE (data *out sample*) digunakan untuk membandingkan dan mengetahui *error* data hasil peramalan dengan data aktual/data *testing*. Rumus MAPE seperti tertera dibawah ini.

$$MAPE = \left[\frac{1}{N} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right| \right] \times 100\%$$

MAPE adalah suatu kriteria pemilihan model terbaik yang dilakukan untuk data *testing* atau *outsample*. *n* adalah

banyaknya sample yang diramalkan. Z_t adalah nilai pengamatan dan \hat{Z}_t adalah nilai peramalan[5]. Semakin kecil nilai MAPE berarti nilai taksiran semakin mendekati nilai sebenarnya, atau model yang dipilih merupakan model terbaik. Perhitungan MAPE digunakan untuk melihat tingkat kesalahan dari hasil peramalan.

IV. ANALISA PEMODELAN ARIMA DAN HASIL PERAMALAN

A. Analisa Pemodelan ARIMA

Setelah berbagai rangkaian proses untuk mendapatkan model terbaik dilakukan, maka didapatlah model terbaik sesuai kriteria parameter statistika yang terdiri dari 4 model sesuai dengan interval waktu masing-masing SMSC yaitu SMSC *all operator* di interval 0-15 sec dan 16-30 sec kemudian SMSC *peer to peer* GSM-T di interval 0-15 sec dan 16-30 sec. Model dikategorikan dalam 2 proses yaitu model yang didapat sebelum *outlier* teratasi dan model yang didapat setelah *outlier* teratasi. Rekapitulasi model terbaik dari 4 model tersebut dijelaskan seperti yang tertera pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 2. Model Dugaan ARIMA

No	Trafik All Operator	Model ARIMA
1	Interval 0-15 sec	((1,5,11,12),1,2)
2	Interval 16-30 sec	((1,4),0,4)

Tabel 3. Model ARIMA Setelah Deteksi Outlier

No	Trafik All Operator	Model ARIMA
1	Interval 0-15 sec	((6,9),1,2)
2	Interval 16-30 sec	(1,0,[1,4,5])

Tabel 4. Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov Model ARIMA ((6,9),1,2) All Operator

Test	--Statistic--	----p Value--	
Shapiro-Wilk	W	0.980781	Pr < W 0.0817
KolmogorovSmirnov	D	0.058383	Pr > D >0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.085398	Pr > W-Sq 0.1809
Anderson-Darling	A-Sq	0.525319	Pr > A-Sq 0.1855

Tabel 5. Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov Model ARIMA (1,0,[1,4,5]) All Operator

Test	--Statistic--	----p Value--	
Shapiro-Wilk	W	0.959677	Pr < W 0.0011
KolmogorovSmirnov	D	0.075128	Pr > D 0.0918
Cramer-von Mises	W-Sq	0.17159	Pr > W-Sq 0.0129
Anderson-Darling	A-Sq	1.23044	Pr > A-Sq <0.0050

Tabel 6. Model Dugaan ARIMA

No	Trafik Peer To Peer Telkomsel	Model ARIMA
1	Interval 0-15 sec	((1,6),0,[1,7])
2	Interval 16-30 sec	((1,5,6),0,[1,5])

Tabel 7. Model ARIMA Setelah Deteksi Outlier

No	Trafik Peer To Peer GSM-T	Model ARIMA
1	Interval 0-15 sec	(1,0,[1,7])
2	Interval 16-30 sec	((1,5],0,5)

Tabel 8. Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov Model ARIMA (1,0,[1,7]) Peer To Peer

Test	Statistic	P-Value
Shapiro-Wilk	W 0.959502	Pr < W 0.0011
Kolmogorov-Smirnov	D 0.07506	Pr > D 0.0923
Cramer-von Mises	W-Sq 0.13264	Pr > W-Sq 0.0418
Anderson-Darling	A-Sq 0.803287	Pr > A-Sq 0.0383

Tabel 9. Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov Model ARIMA ([1,5],0,5) Peer To Peer

Test	Statistic	P-Value
Shapiro-Wilk	W 0.982451	Pr < W 0.1170
Kolmogorov-Smirnov	D 0.069073	Pr > D >0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq 0.165228	Pr > W-Sq 0.0160
Anderson-Darling	A-Sq 0.882343	Pr > A-Sq 0.0236

Model dugaan ARIMA dan model ARIMA setelah outlier teratasi mengalami perubahan. Model terbaru tersebut telah memenuhi kriteria pemilihan model terbaik dimulai dari estimasi parameter hingga uji normalitas yang semuanya telah memenuhi asumsi statistika. Pemilihan model terbaik untuk data trafik SMS selama 4 bulan (*in sample*) didasarkan pada nilai AIC dan SBC.

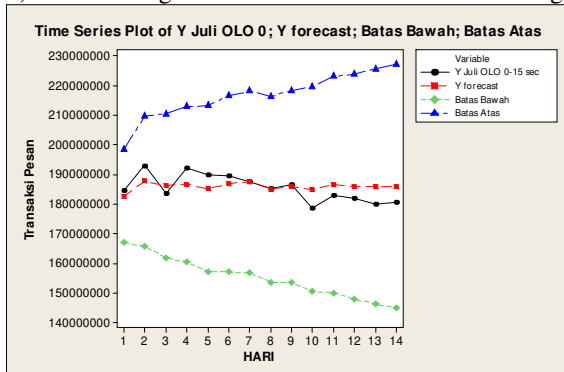
Proses deteksi dan penanganan outlier ternyata terbukti dapat memperbaiki model yang ada dan hal tersebut terlihat bahwa model ARIMA setelah outlier teratasi memiliki nilai p-value lebih dari 0,05 pada uji normalitas kolmogorov smirnov. Padahal sebelum outlier teratasi uji kolmogorov smirnov tidak memenuhi syarat kenormalan.

B. Hasil Peramalan Trafik SMS

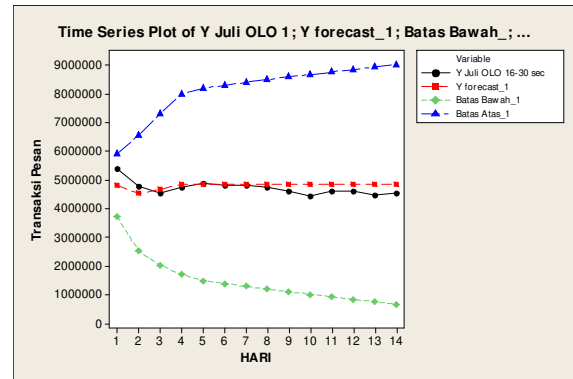
1) Perhitungan MAPE

Peramalan untuk periode kedepan dilakukan setelah memperoleh model terbaik yaitu menggunakan AIC dan SBC dari (*data in sample*). Sedangkan MAPE (*data out sample*) digunakan untuk membandingkan dan mengetahui error data hasil peramalan dengan data aktual/data testing.

2) Perbandingan Hasil Peramalan Dan Data Testing

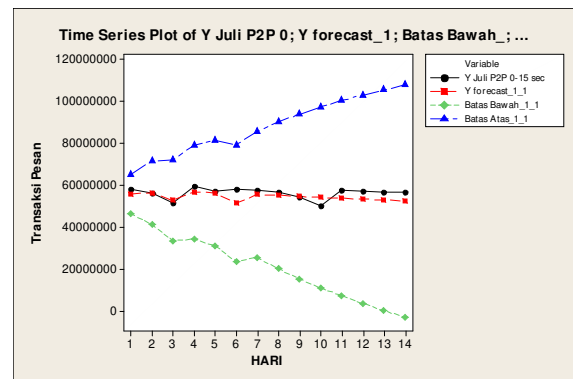


Gambar 9. TS Perbandingan Peramalan Vs Data Testing Trafik SMS All Operator 0-15 Sec



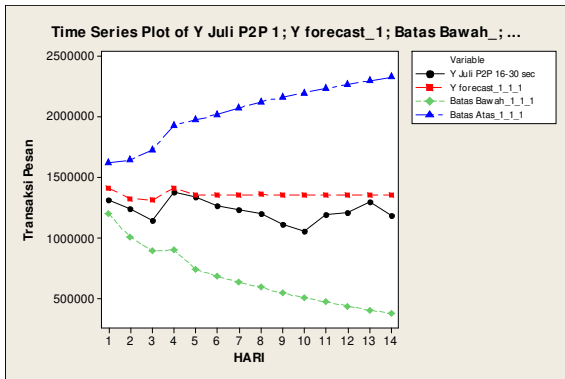
Gambar 10. TS Perbandingan Peramalan Vs Data Testing Trafik SMS All Operator 16-30 Sec

Gambar 9 dan 10 merupakan grafik yang menunjukkan perbandingan antara hasil peramalan dengan data testing trafik SMS All Operator. Data testing merupakan data yang akan dibandingkan dengan hasil peramalan. Nilai aktual atau data testing dari kedua gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai aktual masih berada dalam batas atas dan batas bawah dengan selang kepercayaan sebesar 95% yang terdapat pada model ARIMA ([6,9],1,2) untuk trafik SMS all operator 0-15 sec dan model ARIMA (1,0,[1,4,5]) untuk trafik SMS all operator 16-30 sec. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa hasil ramalan tidak jauh berbeda dengan data testing sehingga hasil peramalan tersebut masih berada pada rata-rata. Pada kedua interval waktu, grafik 16-30 sec memang paling mendekati dengan data testing jika dibandingkan dengan grafik 0-15 sec.



Gambar 11. TS Perbandingan Peramalan Vs Data Testing Trafik SMS Peer To Peer GSM-T 0-15 Sec

Pada gambar 11 dan 12 merupakan grafik yang menunjukkan perbandingan antara hasil peramalan dengan data testing trafik SMS peer to peer GSM-T. Nilai aktual atau data testing dari kedua gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai aktual masih berada dalam batas atas dan batas bawah dengan selang kepercayaan sebesar 95% yang terdapat pada model ARIMA (1,0,[1,7]) untuk trafik SMS peer to peer 0-15 sec dan model ARIMA ([1,5],0,5) untuk trafik SMS peer to peer 16-30 sec.



Gambar 12. TS Perbandingan Peramalan Vs Data Testing Trafik SMS Peer To Peer GSM-T 16-30 Sec

Hasil dari peramalan kedua gambar menunjukkan bahwa hasil peramalan masih mendekati data testing. Akan tetapi hasil ramalan pada interval 16-30 sec ada sedikit perbedaan cukup signifikan dengan data testing. Hal ini dikarenakan ada satu parameter yang belum terpenuhi yaitu model belum memenuhi syarat *white noise* atau adanya kondisi tidak biasa pada titik tertentu. Akan tetapi perbedaan tersebut tidak begitu jauh sehingga hasil peramalan masih bisa digunakan sebagai acuan, karena nilai MAPE juga kecil.

Tabel 10. Rekapitulasi Model Sebelum dan Sesudah Outlier Teratasi

EVENT	DUGAAN MODEL ARIMA	MODEL ARIMA SETELAH DETEKSI OUTLIER	Sebelum Deteksi Outlier			Setelah Outlier Teratasi
			MAPE (%)	AIC	SBC	MAPE (%)
All Operator 0-15 sec	((1,5,11,12),1,2)	((6,9),1,2)	0,35	4198.381	4226.339	0,33
All Operator 16-30 sec	((1,4),0,4)	(1,0,[1,4,5])	10,94	3572.483	3670.336	2,24
Peer To Peer 0-15 sec	((1,6],0,[1,7])	(1,0,[1,7])	23,95	4079.097	4123.829	3,06
Peer To Peer 16-30 sec	((1,5,6],0,[1,5])	((1,5],0,5)	5,56	3170.804	3246.291	10,99

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode ARIMA dapat disimpulkan bahwa:

- Telah didapat 4 model ARIMA terbaik dari data trafik SMS pada masing-masing SMSC yaitu *all operator* dan *peer to peer* GSM-T seperti pada tabel berikut: Untuk trafik *all operator* didapatkan model terbaik dengan menambahkan 31 outlier yang terdiri dari *outlier shift* dan *additive* yaitu
 - Model ARIMA yang telah didapat dari proses pemodelan ini **setelah** proses deteksi *outlier* dilakukan untuk trafik *all operator* 0-15 sec didapat model ((6,9],1,2) dengan nilai MAPE sebesar 0,33% dan untuk trafik *all operator* 16-30 sec didapat model (1,0,[1,4,5]) dengan nilai MAPE sebesar 2,24%.

- Model ARIMA trafik *peer to peer* GSM-T 0-15 sec didapat model (1,0,[1,7]) dengan nilai MAPE sebesar 3,06% dan untuk trafik *peer to peer* GSM-T 16-30 sec didapat model ((1,5],0,5) dengan nilai MAPE sebesar 10,991%.

Sedangkan untuk trafik *peer to peer* GSM-T didapatkan model terbaik dengan menambahkan 24 *outlier* yang juga terdiri dari *outlier shift* dan *additive*.

- Model ARIMA yang telah didapat dari proses pemodelan ini **sebelum** proses deteksi *outlier* dilakukan. Untuk trafik *all operator* 0-15 sec didapat model ((6,9],1,2) dengan nilai MAPE sebesar 0,35% dan untuk trafik *all operator* 16-30 sec didapat model (1,0,[1,4,5]) dengan nilai MAPE sebesar 210,94%.
 - Model ARIMA trafik *peer to peer* GSM-T 0-15 sec didapat model (1,0,[1,7]) dengan nilai MAPE sebesar 23,95% dan untuk trafik *peer to peer* GSM-T 16-30 sec didapat model ((1,5],0,5) dengan nilai MAPE sebesar 5,56%.
- Didapatkan hasil peramalan data trafik SMS selama 14 hari kedepan dan apabila dibandingkan antara hasil peramalan dengan data testing bahwa semakin lama waktu peramalan maka hasil peramalan semakin jauh dari data testing dan MAPE semakin besar.
 - Nilai MAPE ini akan berpengaruh pada hasil peramalan 14 hari kedepan. Nilai MAPE menunjukkan *error* atau kesalahan yang terjadi pada hasil peramalan 14 hari kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- Tofani, Lusi A., Amalina, Evy N., dan Sukin, M, Faris, A., "Performansi SMS dan Customer Complain", Kerja Praktek, Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, (2011).
- Suwadi,"Rekayasa Trafik Telekomunikasi", Handout Kuliah Sentral Jaringan Telepon dan Rekayasa Trafik, ITS Surabaya, (2009).
- Box, G, Jenkins and G. M.,Jenkins, "Forecasting and Control", Holden day, San Francisco, (1994).
- Makridakis, S., Wheelwright, S. and McGee, V., "Metode dan Aplikasi Peramalan", Edisi Kedua, Bina Rupa Aksara, Jakarta, (1999).
- Aswi dan Sukarna, Analisis Deret Waktu, cetakan pertama, Andira Publisher, Makasar, (2006).
- Wei, William W.S., Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods, Addison Wesley Publishing Company, Canada, (1990).
- Nur Iriawan, Septin Puji Astuti, "Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14", Yogyakarta:Penerbit ANDI, (2006).
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M., and Reinsel, G.C., Time Series Analysis Forecasting and Control, Third Edition, Printice-Hall, Inc., New Jersey, (1994).
- Suhartono, Analisis Time Series Model ARIMA (Metode Box-Jenkins), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya, (2003).
- Suhartono,(13 Oktober 2006) "Forecast5", <URL: http://www.statistics.its.ac.id./fileupload/forecast5.ppt.,