

Analisis Peramalan Kombinasi terhadap Jumlah Permintaan Darah di Surabaya (Studi Kasus: UDD PMI Kota Surabaya)

Winda Eka F dan Dwiatmono Agus W
Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 606111
E-mail: dwiatmono@statistika.its.ac.id

Abstrak—Teknik peramalan seiring berjalannya waktu sampai dengan saat ini terus berkembang. Metode peramalan baru terus diciptakan para ahli statistik untuk memprediksi data yang akan datang secara akurat dan dengan tingkat kesalahan minimum. Salah satu metode yang digunakan pada penelitian kali ini adalah metode peramalan kombinasi menggunakan simple average forecast. Diawali dengan pembentukan model ARIMA Box-Jenkins beserta pengujian asumsi-asumsinya. Kemudian diperoleh beberapa model ARIMA yang sesuai dan memenuhi asumsi yang akan dikombinasikan dengan merata-rata hasil ramalan tiap model tersebut. Penentuan model terbaik antara model ARIMA tunggal atau model kombinasinya dapat dilihat dari nilai RMSE dan MAPE. Objek yang akan diteliti adalah permintaan jenis darah di UDD PMI kota Surabaya tahun 2007-2011. Hasil yang diperoleh yakni tidak semua variabel permintaan jenis darah dapat diramalkan menggunakan model kombinasi. Beberapa variabel rupanya masih mampu diramalkan menggunakan model ARIMA tunggal. Namun beberapa variabel yang menggunakan model peramalan kombinasi mampu menghasilkan ramalan dengan tingkat kesalahan minimum. Hal ini jauh lebih baik daripada saat menggunakan model ARIMA tunggal. Namun bisa diambil kesimpulan bahwa diantara banyaknya metode atau model peramalan, model kombinasi ini patut untuk dipertimbangkan saat dimana dalam analisis terdapat banyak kemungkinan model yang sesuai dan memenuhi asumsi.

Kata Kunci—Darah, Peramalan, Metode Peramalan Kombinasi, Simple Average Forecast, ARIMA Box-Jenkins, RMSE, MAPE

I. PENDAHULUAN

Darah merupakan cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri. Kebutuhan darah para resipien pada kenyataannya terkadang tidak seimbang dengan persediaan darah. Hal tersebut membuat semakin pentingnya analisis peramalan terhadap permintaan darah yang mana akan sangat mempengaruhi persediaan darah di UDD PMI Surabaya.

Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan permintaan darah di UDD PMI kota Surabaya dengan memanfaatkan model-model ARIMA yang sesuai dan memenuhi asumsi.

Model-model lantas digabungkan membentuk suatu model yang mendekati data observasi. Metode ini disebut metode peramalan kombinasi. Kombinasi beberapa metode peramalan, dimana satu metode memiliki pembobotan yang sama atau lebih besar dari metode yang lain, dapat dijadikan sebagai salah satu usaha alternatif untuk mendapatkan akurasi peramalan yang lebih baik. Kesalahan dalam metode peramalan tunggal yang dikombinasikan kemungkinan dapat direduksi, sehingga peramalan kombinasi diharapkan dapat menjadi metode yang lebih dari metode-metode peramalan tunggal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis Deret Waktu

Analisis deret waktu atau *time series analysis* adalah rangkaian pengamatan yang tersusun berdasarkan urutan waktu [1]. Setiap pengamatan dinyatakan sebagai variabel random Z_t yang diperoleh berdasarkan urutan waktu pengamatan tertentu (t_i). Adapun model-model *time series* diantaranya:

1. AR (Autoregressive)

$$\phi_p(B)\dot{Z}_t = a_t \quad (1)$$

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3 - \dots - \phi_p B^p) \quad (2)$$

2. MA (Moving Average)

$$\dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t \quad (3)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \theta_3 B^3 - \dots - \theta_q B^q) \quad (4)$$

3. ARMA (Autoregressive Moving Average)

$$\phi_p(B)\dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t \quad (5)$$

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t \quad (6)$$

4. ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \quad (7)$$

B. Metode Peramalan Kombinasi

Metode peramalan kombinasi berusaha untuk merata-rata kesalahan dari metode peramalan tunggal yang dikombinasikan, dengan memberi suatu bobot (*weighted value*) yang sama (*simple combination method*) ataupun berbeda (*optimal combination method*) terhadap tiap-tiap model tersebut. Metode peramalan kombinasi akan berusaha

meminimasi kesalahan yang dihasilkan sehingga memberikan prediksi yang lebih akurat dan mengurangi ketidakpastian akan masa depan ketika tidak diketahui apakah pola data historis akan berulang ataukah berbeda dari masa lalu [2].

$$F_t = w_1(X_1) + w_2(X_2) + \dots + w_i(X_i) \tag{8}$$

dengan F_t adalah nilai hasil peramalan kombinasi, w_i adalah besar pembobotan (*weighted value*), dan X_i adalah nilai hasil peramalan tunggal.

Terdapat empat metode peramalan kombinasi utama yang telah dikembangkan oleh pakar peramalan dan umum dipakai dalam penerapan peramalan kombinasi, diantaranya[3]:

1. *Simple Average Forecast*

Metode ini memberikan pembobotan rata-rata dari jumlah metode yang digunakan. Jika digunakan kombinasi dua metode peramalan, maka bobot masing-masing metode adalah setengah, dan dapat dibolak-balik. Secara umum rumus dari metode *simple average* ini adalah [4]:

$$\hat{X}_t = \frac{\hat{X}_t^{(1)} + \hat{X}_t^{(2)} + \dots + \hat{X}_t^{(p)}}{p} \tag{9}$$

dimana $\hat{X}_t^{(i)}$ adalah hasil ramalan X_t dari metode ke- i dalam kombinasi. ($i = 1, 2, \dots, p$)

2. *Minimum Variance*

Metode ini didasarkan pada *error variance* dari metode-metode peramalan yang dikombinasikan dan nilai *error covarians* dari metode-metode tersebut.

$$F_t = wX_1 + (1-w)X_2 \tag{10}$$

dengan F_t adalah hasil peramalan kombinasi, X_i merupakan hasil peramalan tunggal. *Error variance* didefinisikan sebagai σ_i^2 , $i=1,2$ dan kovarians dari keduanya adalah σ_{12} . dari peramalan kombinasi ini dapat diminimasi dengan menentukan nilai w (besar *weighted value*) optimal adalah, yang dapat dicari melalui rumus:

$$w = \frac{\sigma_2^2 - \sigma_{12}}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_{12}} \tag{11}$$

3. *Odd-Matrix / Outperformance*

Perhitungan metode ini didasarkan pada asumsi bahwa model satu dianggap lebih berpengaruh daripada model dua apabila model satu memiliki kesalahan absolut yang lebih kecil, dan begitu juga sebaliknya. Dengan menganggap P_i sebagai jumlah berapa kali kedua model tersebut saling berpengaruh satu dengan yang lainnya selama periode data tersedia.

$$F_t = \sum_{i=1}^k w_i X_i \tag{12}$$

$$= w_1 X_1 + w_2 X_2 + \dots + w_k X_k$$

$$w_i = \frac{P_i}{P_1 + P_2 + \dots + P_i} \tag{13}$$

4. *Simple Linier*

Secara umum persamaannya dapat ditulis:

$$Y = h_0 + h_1 X_1 + h_2 X_2 + \dots + h_k X_k + e \tag{14}$$

Dengan Y adalah nilai aktual, h_0 adalah konstanta, h_i

adalah koefisien variabel bebas, X_i adalah variabel bebas yang merupakan nilai hasil ramalan tunggal, dan e adalah *error*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa jumlah permintaan jenis darah di UDD PMI kota Surabaya per bulan pada periode Januari 2007 sampai dengan Desember 2011, dengan beberapa variabel diantaranya: permintaan jenis darah *Whole Blood* (Darah Lengkap), *Packed Red Cell* (Sel Darah Merah Pekat), *Washed Eritrocyte* (eritrosit murni), *Fresh Plasma* (Plasma Darah Segar), *Fresh Frozen Plasma* (Plasma segar yang dibekukan), Trombosit, dan *Anti Haemophylic Factor Concentrate*.

Langkah-langkah analisis pada tugas akhir ini yakni dengan melakukan tahapan peramalan ARIMA *Box-Jenkins* hingga menemukan model yang sesuai dan memenuhi semua asumsi kemudian jika terdapat lebih dari satu model ARIMA tunggal, maka selanjutnya dilakukan penggabungan model atau kombinasi model menggunakan *simple average forecast* dengan merata-rata hasil ramalan antar beberapa model ARIMA tunggal tersebut. Kemudian dilakukan pemilihan model terbaik dan peramalan data untuk 12 bulan mendatang.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. *Deskripsi Permintaan Jenis Darah di UDD PMI Kota Surabaya*

Tabel 1.
Deskripsi Permintaan Jenis Darah di UDD PMI Kota Surabaya Januari 2007 hingga Desember 2011

Jenis darah	Rata-rata	Varian	Jumlah permintaan	Minimum	Maksimum
WB	3504,9	389808,2	210296	982	4300
PRC	5797,9	507996,9	347872	3467	8195
WE	247,03	3975,08	14822	119	381
FP	9,9	73,65	594	0	42
FFP	727,3	25953,6	43636	231	1120
TC	3969	474528,4	238139	1504	5397
AHF	34,45	1983,34	2067	0	237

Sumber: Unit Donor Darah (UDD) PMI Kota Surabaya (satuan: kantong)

Jenis darah PRC (*Packed Red Cell*) merupakan jenis darah yang paling banyak diminta di UDD PMI kota Surabaya dalam kurun waktu 5 tahun. Jumlah permintaannya mencapai 347.872 kantong. Permintaan rata-rata PRC 1 bulan dalam kurun waktu tersebut sebesar 5.798 kantong. Keragaman permintaan jenis darah PRC merupakan yang terbesar diantara yang lain, yakni sebesar 507996,9, artinya permintaan jenis darah ini lebih bervariasi dan tiap tahun selalu permintaannya selalu naik.

Rata-rata jumlah permintaan terendah yakni permintaan jenis darah *Fresh Plasma* (FP) atau Plasma Segar. Dalam 5 tahun rata-rata permintaannya hanya sebesar 9,9 kantong atau sekitar 10 kantong per bulan dengan variasi sebesar 73,65, yang artinya memang tidak banyak yang meminta jenis darah ini di PMI kota Surabaya dalam kurun waktu 5 tahun. Bahkan pada bulan tertentu pernah tidak ada permintaan jenis darah ini di PMI kota Surabaya. Sama

halnya dengan FP, permintaan jenis darah *Anti Haemophylic Factor Concentrate* (AHF) juga jarang diminta pasien di PMI.

B. Pemodelan Permintaan Jenis Darah Whole Blood (WB) atau Darah Lengkap

Tabel 2.

Identifikasi Data Permintaan Jenis Darah UDD PMI Surabaya

Jenis darah	Plot Time Series	Plot ACF	Plot Box-Cox
WB		Dies down secara eksponensial	
PRC		Cut off after lag-1	
WE	Belum stasioner dalam rata-rata	Dies down secara eksponensial	Stasioner dalam Varians
FP		Cut off after lag-1	
FFP		Dies down secara eksponensial	
TC			
AHF		Dies down secara eksponensial	

Setelah proses identifikasi data awal, diketahui bahwa semua jenis darah belum stasioner dalam rata-rata. Sehingga perlu dilakukan *differencing*.

Tabel 3.

Lag yang Signifikan pada Plot ACF dan PACF

Jenis darah	Plot ACF	Plot PACF
WB	1,2,4,8	1,2,8,9,15,16,19
PRC	1,4,9,12,13	1,2,7,8,21
WE	1,6	1,2,6,12
FP	1,2,5	1,2,5,7
FFP	7,8,19	6,7,8,14,16,24
TC	1,2,6,7,8,11,13	1,2,6,8,11
AHF	1,3,17	1,2,17

Tabel 3 menjelaskan lag ke-berapa saja yang signifikan pada plot ACF dan PACF, termasuk model musiman yang terbentuk pada masing-masing variabel. Dari lag-lag yang signifikan tersebut kemudian dibentuk model ARIMA serta estimasi parameternya. Model dengan parameter yang signifikan yang akan diambil untuk dianalisis lebih lanjut.

Tabel 4.

Jumlah Model ARIMA dengan Parameter Signifikan

Jenis darah	Model ARIMA
WB	30 model
PRC	16 model
WE	8 model
FP	17 model
FFP	12 model
TC	33 model
AHF	9 model

Berdasarkan Tabel 4. jumlah model dengan parameter yang signifikan tiap variabelnya, kemudian residual dari model tersebut diuji asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Sehingga diperoleh model-model yang signifikan dan memenuhi asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal untuk tiap variabel seperti pada Tabel 5.

Tabel 5.

Jumlah Model ARIMA yang Signifikan dan Memenuhi Asumsi

Jenis darah	Model ARIMA	Model Terbaik
WB	17 model	$(0,1,[1])([4,8],1,0)^2$
PRC	7 model	$([1],1,[4,13])$
WE	6 model	$([1],1,[1,6,18])$
FP	14 model	$([5],1,[2])$
FFP	11 model	$(0,1,[19])$
TC	20 model	$([1,6],1,[1])(0,1,0)^8$
AHF	1 model	$([1],1,[3,17])$

Pada Tabel 5, terlihat jumlah model dari masing-masing variabel yang telah sesuai dan memenuhi semua asumsi. Berdasarkan model-model tersebut, kemudian dipilih satu model ARIMA tunggal terbaik.

Sebagai perbandingan, digunakan model peramalan kombinasi dimana model-model ARIMA yang telah sesuai dan memenuhi asumsi tersebut dikombinasikan menggunakan *simple average* dengan merata-rata hasil ramalan dari masing-masing model ARIMA tersebut.

Tabel 6.

Jumlah Kombinasi Model ARIMA

Jenis darah	Jumlah kombinasi Model ARIMA
WB	131071
PRC	127
WE	63
FP	16383
FFP	1023
TC	1048575
AHF	-

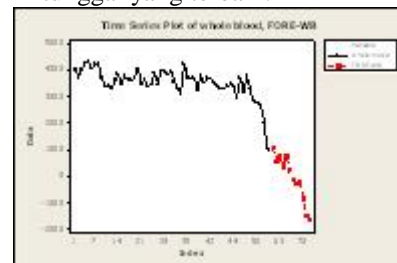
Diketahui terdapat lebih dari 10 kombinasi dari model-model yang signifikan dan memenuhi asumsi. Kemudian setelah diperoleh jumlah kombinasi dan hasil kombinasinya, dihitung nilai RMSE dan MAPE lalu dibandingkan dengan nilai RMSE dan MAPE model ARIMA tunggalnya.

Tabel 7.

Perhitungan RMSE dan MAPE Model ARIMA Beserta Model Kombinasi Permintaan Jenis Darah WB

Model	Residual		Peringkat		Total	Urutan Peringkat
	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE		
$(0,1,[1])([4,8],1,0)^4$	983,34	46,85%	1	1	2	1
Kombinasi 9+14	1018,33	49,23%	2	2	4	2
Kombinasi 9+11+13	1045,53	50,64%	3	3	6	3
Kombinasi 9+13+14	1055,38	50,96%	4	4	8	4
Kombinasi 1+9+14	1061,65	51,29%	6	5	11	5
$(0,1,[1])(0,1,0)^8$	1060,61	51,61%	5	8	13	6
Kombinasi 1+14	1065,56	51,46%	7	6	13	7
Kombinasi 2+9+14	1066,19	51,57%	8	7	15	8
Kombinasi 1+9+11	1103,34	53,44%	9	9	18	9
Kombinasi 3+9+11	1107,14	53,63%	10	10	20	10

Tabel 7. merupakan beberapa contoh hasil perbandingan nilai RMSE dan MAPE model ARIMA tunggal dengan model kombinasinya. Hasilnya model $(0,1,[1])([4,8],1,0)^4$ menjadi model ARIMA tunggal yang terbaik.



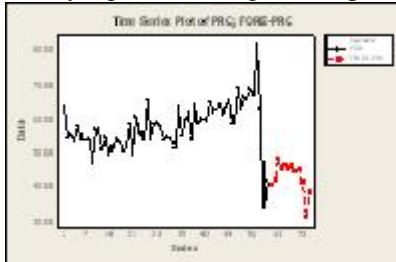
Gambar 1. Plot Time Series Data WB dengan Hasil Ramalan WB

Hasil ramalan permintaan jenis darah WB ditunjukkan oleh garis berwarna merah. Rupanya, permintaan jenis darah ini masih mengalami penurunan. Permintaan terbanyak akan terjadi pada bulan Januari tahun 2012. pada bulan Juli-Desember, diperkirakan permintaan darah ini minus atau dapat diartikan tidak ada permintaan jenis darah ini.

Tabel 9.

Model Kombinasi	Residual		Peringkat			Urutan peringkat
	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE	Total	
1+3	601.158	8.37 %	3	1	4	1
2+4	599.934	8.60 %	2	3	5	2
2+3	601.673	8.54 %	4	2	6	3
4+7	592.884	8.75 %	1	6	7	4
3+5	605.525	8.74 %	7	4	11	5
2+6	601.925	8.76 %	5	7	12	6
4+5	605.525	8.74 %	8	5	13	7
4+6	601.925	8.76 %	6	8	14	8

Permintaan jenis darah PRC, diketahui model kombinasi antara model ARIMA ([1,2],1,0) dengan ([1],1,[4,13]) merupakan model yang terbaik dengan total peringkat ke-4.



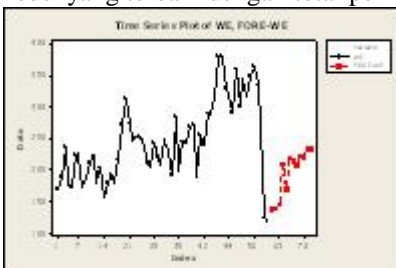
Gambar 2. Plot Time Series Data PRC dengan Hasil Ramalan PRC

Pada Gambar 2., hasil ramalan (garis merah) akan naik perlahan setelah mengalami penurunan jumlah permintaannya pada akhir tahun 2011. Permintaan terbanyak terjadi sekitar bulan Maret 2012 dan diperkirakan turun lagi jumlahnya akhir tahun 2012 yakni bulan Nopember.

Tabel 10.

Model Kombinasi	Residual		Peringkat			Urutan Peringkat
	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE	Total	
4+6	77,620	31,32%	1	2	3	1
2+6	79,539	32,35%	2	3	5	2
2+4+6	80,246	32,58%	4	4	8	3
5+6	80,088	32,79%	3	6	9	4
4+5+6	80,576	32,75%	5	5	10	5
1+4+6	80,840	32,98%	6	7	13	6

Permintaan jenis darah WE, diketahui model kombinasi antara model ARIMA (0,1,[1]) dengan (0,1,[1,6,18]) merupakan model yang terbaik dengan total peringkat ke-5.



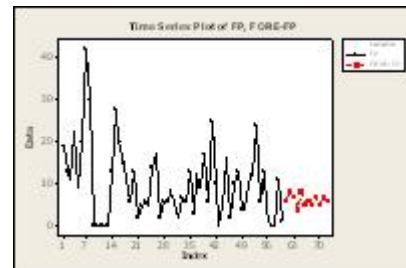
Gambar 3. Plot Time Series Data WE dengan Hasil Ramalan WE

Pada Gambar 3., hasil ramalan juga akan naik perlahan setelah mengalami penurunan jumlah permintaannya akhir tahun 2011. Permintaan terbanyak akan terjadi akhir tahun 2012 sekitar bulan Nopember dan Desember 2012.

Tabel 10.

Model Kombinasi	RMSE	MAPE (%)	Ranking		Total	Urutan Peringkat
			RMSE	MAPE		
2+10+13	6.99	108.55	3	12	15	1
2+10	6.98	109.09	2	14	16	2
10+13	7.07	104.55	17	3	20	3
2+10+11+13	7.03	109.20	6	16	22	4
([5],1,[2])	7.09	101.64	24	1	25	5
3+10+13	7.01	110.20	4	22	26	6
2+9+10+13	7.05	109.54	11	18	29	7
10+11+13	7.09	106.75	27	4	31	8
3+11+12+13	7.10	102.76	31	2	33	9
3+10+11+13	7.04	110.44	10	23	33	10

Permintaan jenis darah WE, diketahui model kombinasi antara model ARIMA (0,1,[5]), ([5],1,[2]), dan ARIMA ([1,5],1,[2]) merupakan model yang terbaik dengan total peringkat ke-15.



Gambar 4. Plot Time Series Data FP dengan Hasil Ramalan FP

Pada Gambar 4., hasil ramalan akan naik perlahan setelah mengalami penurunan jumlah permintaannya pada akhir tahun 2011, namun setelah itu kondisinya tidak akan naik secara drastis. Permintaan terbanyak akan terjadi pada Februari dan Mei tahun 2012. Sedangkan pada bulan April, diperkirakan jumlah permintaan sebanyak 4 kantong yang mana merupakan permintaan paling sedikit untuk tahun 2012.

Tabel 11.

Model ARIMA/ Model Kombinasi	RMSE	MAPE	Ranking		Total	Urutan Peringkat
			RMSE	MAPE		
1+2	151,46	27,70%	1	1	2	1
(0,1,[19])	155,01	27,79%	2	2	4	2
1+2+6	156,14	28,61%	3	3	6	3
([23],1,0)	161,19	29,35%	4	4	8	4
1+2+4	171,66	31,06%	6	5	11	5
1+2+5	171,38	31,09%	5	6	11	6
(0,1,0)(0,1,[7]) ⁷	172,21	32,37%	7	7	14	7
1+2+3+6	175,59	32,55%	8	8	16	8
1+2+3	179,34	33,03%	9	9	18	9
1+9	192,34	35,77%	10	10	20	10

Model yang terbaik untuk meramal permintaan jenis darah FFP adalah model kombinasi antara ARIMA (0,1,[19]) dan dengan ARIMA ([23],1,0).



Gambar 5. Plot Time Series Data FFP dengan Hasil Ramalan FFP

Hasil ramalan akan naik perlahan setelah mengalami penurunan jumlah permintaannya pada akhir tahun 2011.

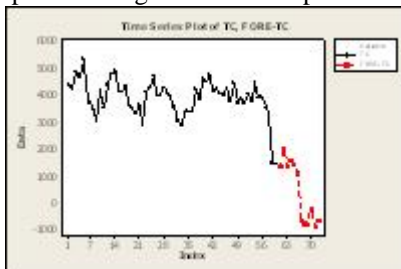
Permintaan terbanyak akan terjadi pada Februari tahun 2012. Sedangkan pada bulan Oktober, diperkirakan jumlah permintaan sebanyak 319 kantong yang mana merupakan permintaan paling sedikit untuk tahun 2012.

Tabel 12.

Perhitungan RMSE dan MAPE Model Kombinasi Permintaan Jenis Darah TC

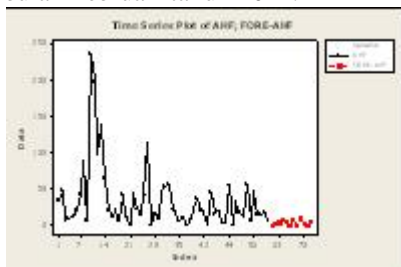
Model	Residual		Peringkat		Total	Urutan Peringkat
	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE		
$([1,6],1,[1])(0,1,0)^8$	935,68	29,01%	1	1	2	1
Kombinasi 11+18	1018,81	32,17%	2	2	4	2
Kombinasi 6+18	1028,13	32,65%	4	3	7	3
Kombinasi 17+18	1025,46	32,68%	3	4	7	4
Kombinasi 12+18	1045,78	33,48%	5	5	10	5
Kombinasi 6+11+18	1056,52	33,69%	7	6	13	6
Kombinasi 11+17+18	1054,53	33,73%	6	7	13	7
Kombinasi 6+17+18	1060,88	34,03%	8	8	16	8
Kombinasi 2+18	1071,07	34,55%	10	10	20	9
Kombinasi 5+18	1072,30	34,37%	12	9	21	10

Model kombinasi rupanya bukan model terbaik untuk meramal permintaan jenis darah TC. Model ARIMA tunggal $([1,6],1,[1])(0,1,0)^8$ merupakan model yang terbaik dan mampu memperkecil tingkat kesalahan peramalan.



Gambar 6. Plot Time Series Data TC dengan Hasil Ramalan TC

Pada Gambar 6., pada tahun 2012, diperkirakan jumlah permintaan jenis darah Trombosit tidak sebanyak pada tahun 2011. Bahkan pada bulan Juli hingga akhir tahun, tidak ada permintaan jenis darah ini. Permintaan terbanyak akan terjadi pada bulan Februari tahun 2012.



Gambar 7. Plot Time Series Data AHF dengan Hasil Ramalan AHF

Pada Gambar 7., hasil ramalan menyimpulkan bahwa tahun 2012 diperkirakan jumlah permintaan jenis darah ini tidak lebih dari 10 kantong. Pada bulan-bulan tertentu seperti bulan Januari, Juni, Agustus, dan Nopember diperkirakan permintaan darah ini akan minus atau dapat diartikan tidak akan ada permintaan jenis darah ini di UDD PMI kota Surabaya.

V. KESIMPULAN

Model yang sesuai untuk masing-masing permintaan jenis darah di UDD PMI Kota Surabaya antara lain:

- *Whole Blood* (WB) atau Darah Lengkap: ARIMA $(0,1,[1])([4,8],1,0)^4$
- *Packed Red Cell* (PRC) atau Sel Darah Merah Pekat: Model kombinasi antara ARIMA $([1,2],1,0)$ dan ARIMA $([1],1,[4,13])$.
- *Washed Erythrocyte* (WE) atau Eritrosit Murni: Model kombinasi ARIMA $(0,1,[1])$ dengan ARIMA $(0,1,[1,6,18])$.
- *Fresh Plasma* (FP) atau Plasma Segar: Model kombinasi ARIMA $(0,1,[5])$, ARIMA $([5],1,[2])$, dan ARIMA $([1,5],1,[2])$
- *Fresh Frozen Plasma* (FFP) atau Plasma Segar Beku: Model kombinasi ARIMA $(0,1,[19])$ dengan ARIMA $([23],1,0)$
- *Thrombocyte* (TC) atau Trombosit: ARIMA $([1,6],1,[1])(0,8,0)^8$
- *Anti Haemophylic Factor Concentrate* (AHF): ARIMA $([1],1,[3,17])$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wei, W., W. S., *Time Analysis Univariate and Multivariate Methods*, USA: Addison Wesley Publishing Company (2006).
- [2] W. Makridakis dan Mc Gee, *Metode dan Aplikasi Peramalan. Edisi kedua*, Jakarta: Bina Rupa Aksara (1999).
- [3] M. A. El-Mefleh, (2005). "Forecast Combination Methods and Economic Applications," *Journal of Forecasting*, (2005)
- [4] Robert L. Winkler dan S. Makridakis, "Average Of Forecast: Some Empirical Result," *Journal of Management Science*. Vol 29. No. 9 (1983).