



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



SEMINAR TUGAS AKHIR

ESTIMASI PARAMETER MODEL ARIMA MENGGUNAKAN *KALMAN FILTER* UNTUK PERAMALAN PERMINTAAN DARAH (Studi Kasus: UTD PMI SURABAYA)

Oleh:

Mokhamad Hilmi Pamungkas
1211 100 109

Dosen Pembimbing:

1. Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si
2. Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2016

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN

ABSTRAK

Peramalan jumlah permintaan darah merupakan salah satu cara untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan dan persediaan darah. Pada penelitian ini, digunakan proses *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk merumuskan model peramalan jumlah permintaan darah di UTD PMI Surabaya. Setelah memperoleh model yang sesuai, *Kalman Filter* diterapkan untuk mengestimasi parameter model ARIMA. Selanjutnya, hasil estimasi parameter model ARIMA menggunakan *Kalman Filter* (KF-ARIMA) dipakai untuk memprediksi beberapa hari kedepan. Hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan hasil prediksi model ARIMA yang diprediksi dengan Eviews. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan prediksi ARIMA yang nilai parameternya diperoleh dari estimasi *Kalman Filter* pada setiap iterasi (KF-ARIMA Simultan). Hasil akhir menunjukkan bahwa *Kalman Filter* dapat meminimalkan nilai kesalahan model ARIMA. Sehingga model ARIMA yang diestimasi menggunakan *Kalman Filter* lebih akurat dibandingkan sebelum diestimasi menggunakan *Kalman Filter*.

Kata Kunci—ARIMA, estimasi parameter, *Kalman Filter*.

LATAR BELAKANG

PENDAHULUAN

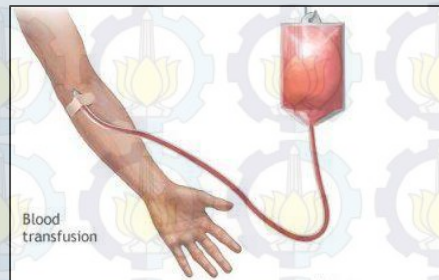
- [Latar Belakang](#)
- [Rumusan Masalah](#)
- [Batasan Masalah](#)
- [Tujuan](#)
- [Manfaat](#)

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN



Banyaknya
permintaan
darah

UTD PMI
Surabaya

Kalman Filter

Peramalan
permintaan
darah

Penelitian
sebelumnya

Estimasi
parameter

Model ARIMA

RUMUSAN MASALAH

PENDAHULUAN

- [Latar Belakang](#)
- [Rumusan Masalah](#)
- [Batasan Masalah](#)
- [Tujuan](#)
- [Manfaat](#)

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN

1. Bagaimana merumuskan model peramalan permintaan darah di UTD PMI Surabaya menggunakan model ARIMA?
2. Bagaimana mengestimasi parameter model ARIMA menggunakan metode *Kalman Filter*?

BATASAN MASALAH

PENDAHULUAN

- [Latar Belakang](#)
- [Rumusan Masalah](#)
- [Batasan Masalah](#)
- [Tujuan](#)
- [Manfaat](#)

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN

- Data yang digunakan adalah data sekunder yang berasal berasal dari UTD PMI Surabaya. Data yang diambil merupakan data jumlah permintaan darah mulai 1 Januari hingga 31 Agustus 2015.
- Menggunakan data deret berkala (*time series*) univariat.
- *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Minitab, Eviews, dan Matlab.

TUJUAN

1. Memperoleh model ARIMA yang sesuai untuk jumlah permintaan darah pada masing-masing golongan darah.
2. Memperoleh estimasi parameter model ARIMA dengan menggunakan metode *Kalman Filter*.

PENDAHULUAN

- [Latar Belakang](#)
- [Rumusan Masalah](#)
- [Batasan Masalah](#)
- [Tujuan](#)
- [Manfaat](#)

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN



MANFAAT

1. Sebagai rekomendasi kepada pihak UTD PMI Surabaya, untuk membantu prediksi jumlah permintaan darah pada masing-masing golongan darah.
2. Memberikan pemahaman pada pembaca mengenai penerapan metode *Kalman Filter* untuk mengestimasi parameter model ARIMA.

PENDAHULUAN

- Latar Belakang
- Rumusan Masalah
- Batasan Masalah
- Tujuan
- Manfaat

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

- Model ARIMA
- Kalman Filter

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN

DAN SARAN



TINJAUAN PUSTAKA

Model ARIMA

Proses AR

Model yang mendeskripsikan bahwa variabel terikat dipengaruhi oleh variabel itu sendiri pada periode sebelumnya. Model AR orde ke- p atau model ARIMA($p,0,0$) secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut[5]:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t, \quad a_t \stackrel{IID}{\sim} N(0, \sigma_a^2) \quad (2.1)$$

Proses MA

Model yang mendeskripsikan secara eksplisit hubungan ketergantungan antara nilai-nilai kesalahan yang berurutan. Model MA orde ke- q atau model ARIMA($0,0,q$) secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut[5]:

$$Z_t = a_t - \phi_1 a_{t-1} - \phi_2 a_{t-2} - \dots - \phi_q a_{t-q}, \quad a_t \stackrel{IID}{\sim} N(0, \sigma_a^2) \quad (2.2)$$

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

- Model ARIMA
- Kalman Filter

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN



Model ARIMA

Proses ARMA

Kombinasi dari proses AR(p) dan MA(q) atau ARIMA (p, 0, q) secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut[5]:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}, \quad a_t \overset{IID}{\sim} N(0, \sigma_a^2) \quad (2.3)$$

Proses ARIMA

Model yang sesuai untuk data deret berkala yang stasioner setelah melalui proses *differencing* adalah model ARIMA (p, d, q). secara umum model ARIMA (p, d, q) dapat dinyatakan sebagai berikut[5]:

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t \quad (2.4)$$

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

- [Model ARIMA](#)
- [Kalman Filter](#)

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN



Kalman Filter

Secara umum algoritma *Kalman Filter* untuk sistem dinamik linier waktu diskrit adalah[6]

$$x_{k+1} = A_k x_k + B_k u_k + G_k w_k$$

$$z_k = H_k x_k + v_k$$

$$x_0 \sim (\bar{x}_0, P_{x_0}), \quad w_k \sim (0, Q_k), \quad v_k \sim (0, R_k)$$

Inisialisasi:

$$P_0 = P_{x_0}, \quad \hat{x}_0 = \bar{x}_0$$

Tahap prediksi:

estimasi : $\hat{x}_{k+1}^- = A_k \hat{x}_k + B_k u_k$

kovarians error : $P_{k+1}^- = A_k P_k A_k^T + G_k Q_k G_k^T$

Tahap koreksi:

kalman gain : $K_{k+1} = P_{k+1}^- H_{k+1}^T (H_{k+1} P_{k+1}^- H_{k+1}^T + R_{k+1})^{-1}$

estimasi : $\hat{x}_{k+1} = \hat{x}_{k+1}^- + K_{k+1} (z_{k+1} - H_{k+1} \hat{x}_{k+1}^-)$

kovarians error : $P_{k+1} = (I - K_{k+1} H_{k+1}) P_{k+1}^-$

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

- [Digram Alir Kalman Filter](#)
- [Diagram Alir Penelitian](#)

PEMBAHASAN

KESIMPULAN



METODOLOGI

- Studi Literatur
- Pengumpulan dan analisis data
- Merumuskan model ARIMA
- Penerapan *Kalman Filter*
- Penarikan kesimpulan

PENDAHULUAN

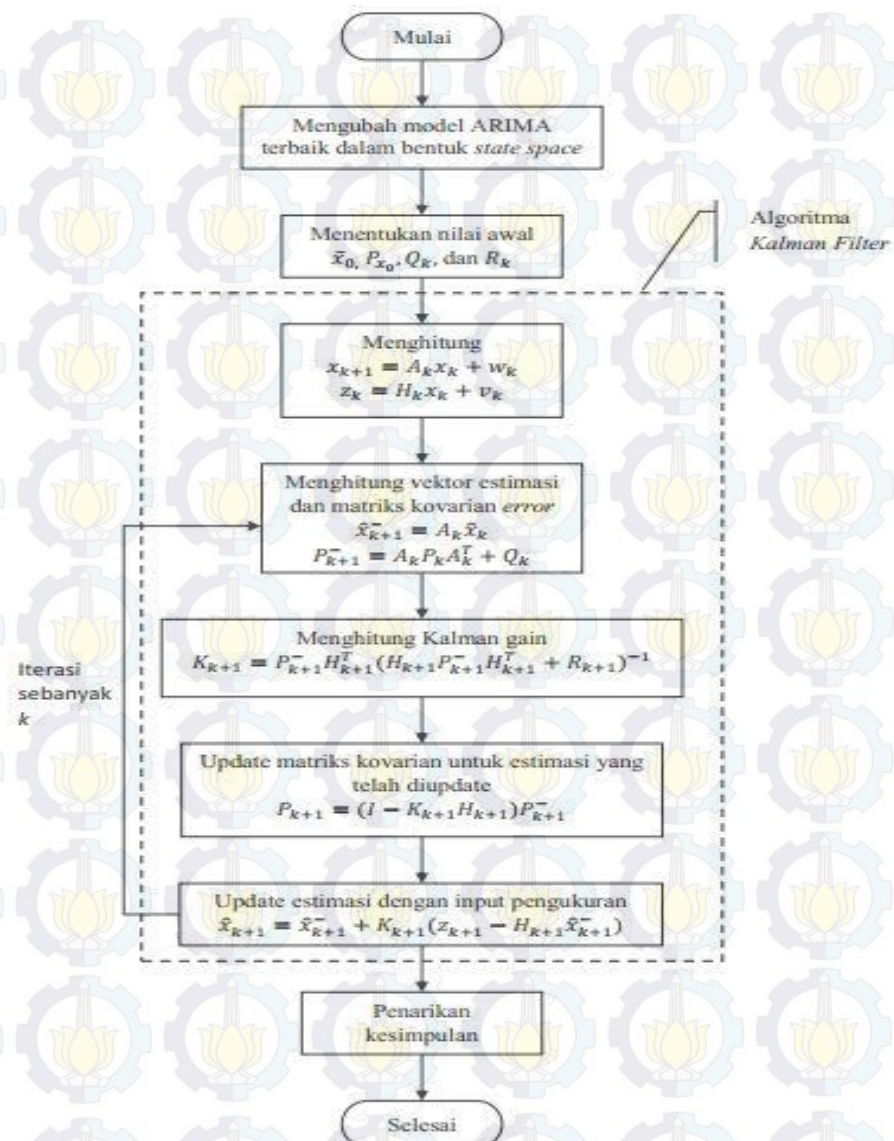
TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

- Digram Alir Kalman Filter
- Diagram Alir Penelitian

PEMBAHASAN

KESIMPULAN



Digram Alir Kalman Filter

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

- Diagram Alir Kalman Filter
- Diagram Alir Penelitian

PEMBAHASAN

KESIMPULAN

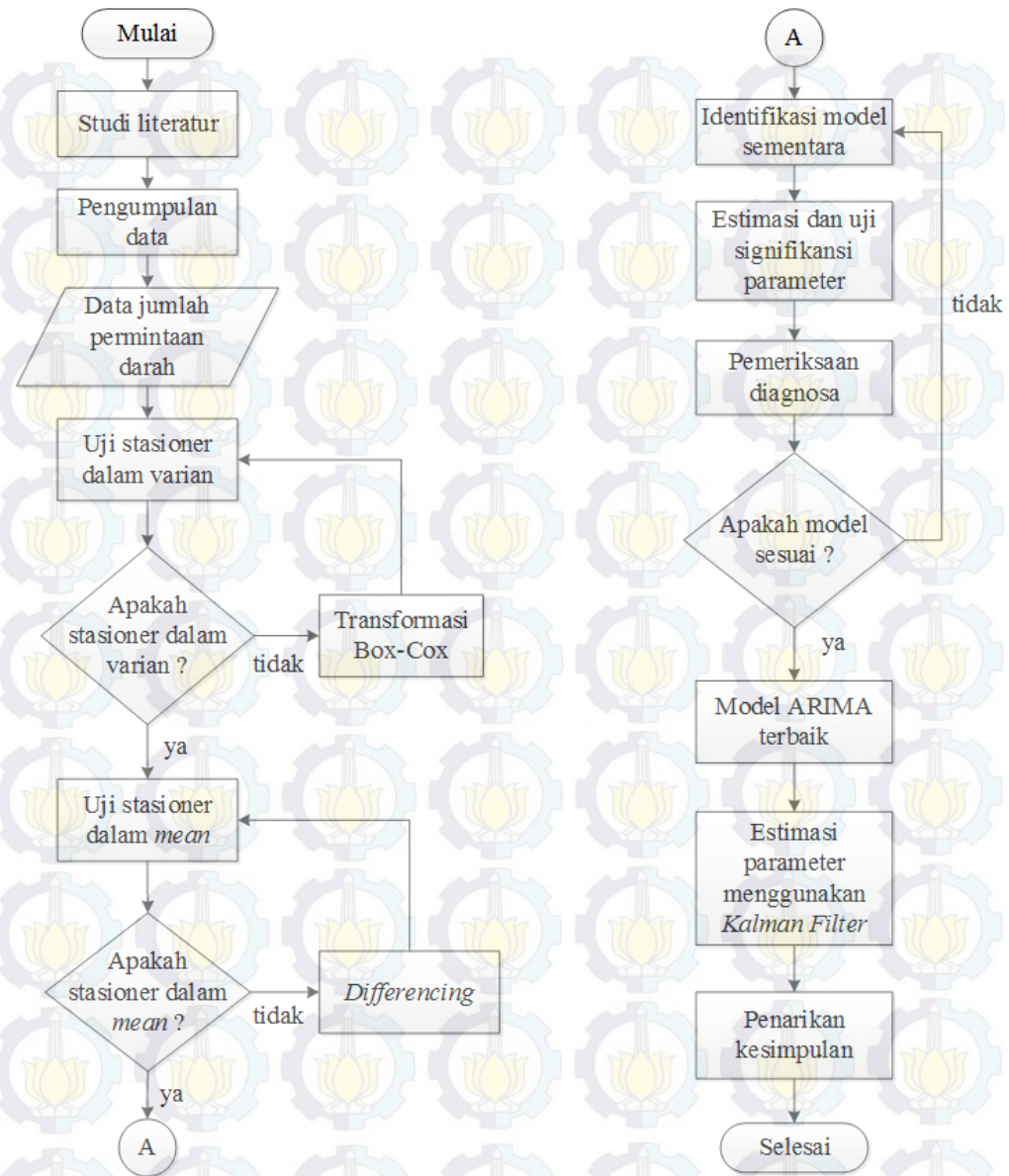


Diagram Alir Penelitian

- Data Penelitian
- Perumusan Model ARIMA
- Penerapan Metode Kalman Filter
- Simulasi dan Hasil



Data Penelitian

Data yang digunakan merupakan data permintaan darah harian dari UTD PMI Surabaya mulai bulan Januari hingga Agustus 2015. Data dibagi menjadi dua yaitu *in sample* untuk merumuskan model ARIMA dan *out sample* untuk pemilihan model terbaik. Dalam Tugas Akhir ini menggunakan dua data *in sample*, yaitu:

1. data *in sample* 181 yang dimulai bulan Januari hingga Juni 2015 dengan *out sample* 62 mulai Juli hingga Agustus 2015
2. data *in sample* 90 yang dimulai bulan Januari hingga Maret 2015 dengan *out sample* 153 mulai April hingga Agustus 2015.

Perumusan model ARIMA

PENDAHULUAN

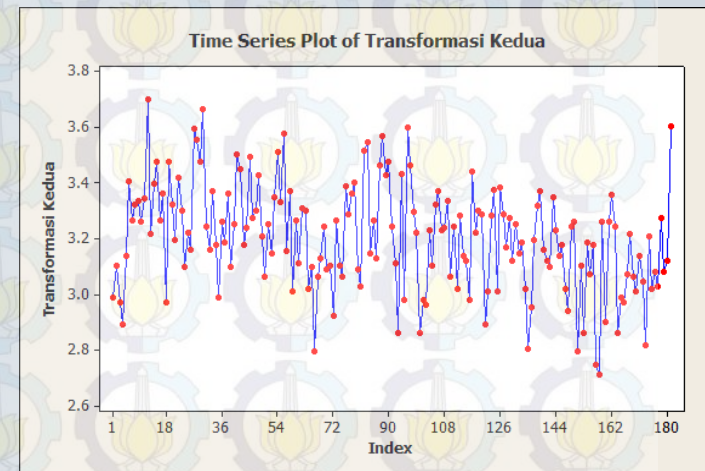
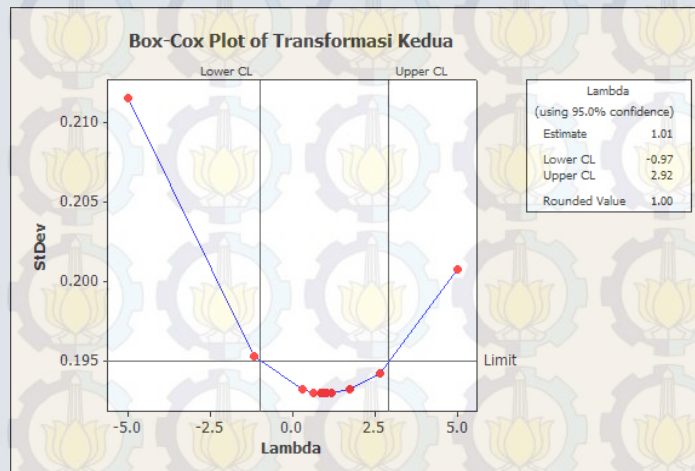
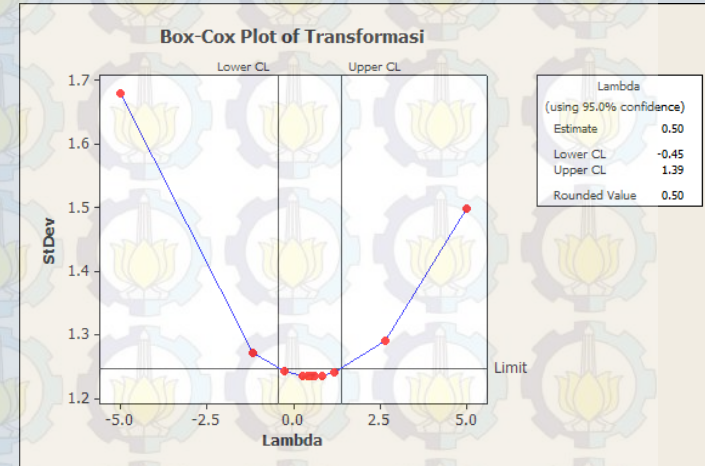
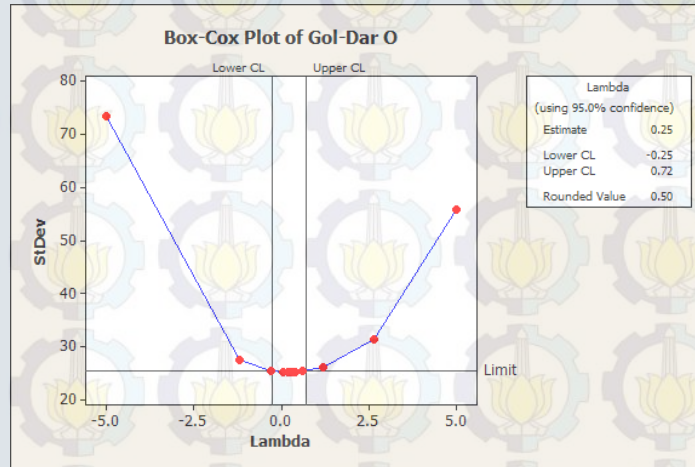
TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

- Data Penelitian
- Perumusan Model ARIMA
- Penerapan Metode Kalman Filter
- Simulasi dan Hasil

KESIMPULAN



Uji Stasioneritas pada golongan darah O

Perumusan model ARIMA Darah O

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

KESIMPULAN

| Data | Koef. | SE | T-stat | P-value |
|---------|-----------|----------|-----------|---------|
| Darah O | -0.811543 | 0.074891 | -10.83635 | 0.00000 |

Uji kestasioneran data terhadap *mean* menggunakan uji *Augmented Dicky Fuller* (ADF)

Hipotesis:

$H_0 : \delta = 0$ (terdapat unit *root*, tidak stasioner)

$H_1 : \delta \neq 0$ (tidak terdapat unit *root*, stasioner)

Statistik uji:

$$\begin{aligned} T_{hitung} &= \frac{\delta}{SE(\delta)} \\ &= \frac{-0.811543}{0.074801} \\ &= -10.83635 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{tabel} &= T_{0,05;181} \\ &= -3.434984 \end{aligned}$$

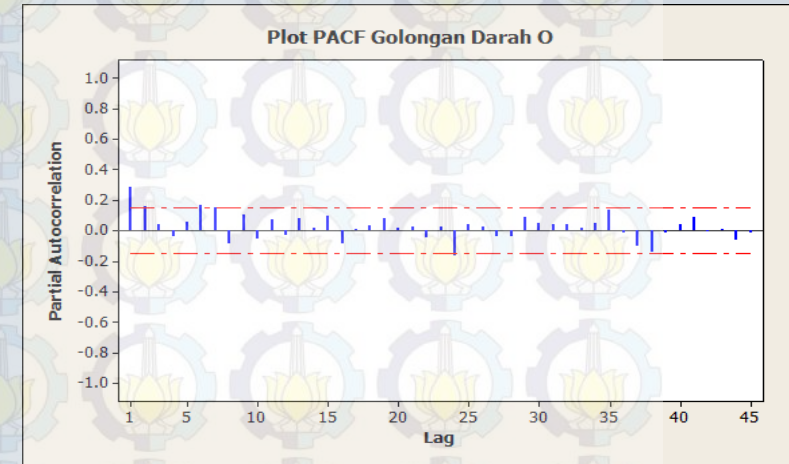
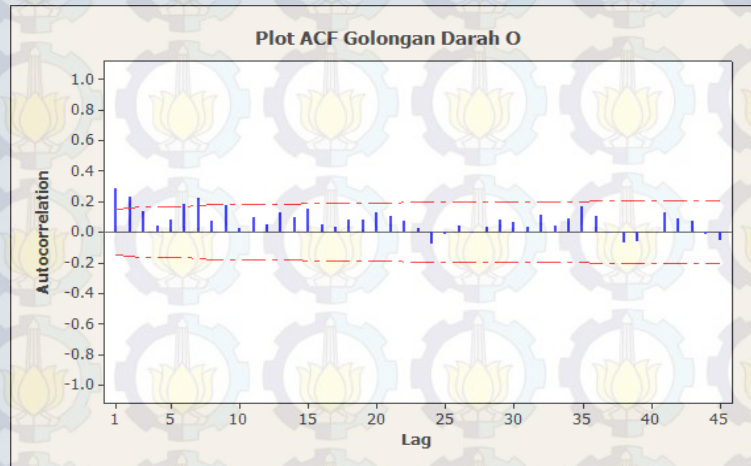
Karena nilai $T_{hitung} < T_{0,05;179}$, maka H_0 ditolak artinya data sudah stasioner terhadap *mean*.

Perumusan model ARIMA Darah O

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

KESIMPULAN



Model sementara pada golongan darah O yaitu:
 $ARIMA([1,2,6,24],0,[1,2,6,7])$

Estimasi Parameter dan uji signifikansi parameter (dengan uji *t-student*)

Uji asumsi residual *white noise* dan residual berdistribusi normal

Overfitting

Perumusan model ARIMA Darah O

| Model | Uji signifikansi | Uji White noise | Uji normalitas | AIC | SBC |
|---------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| ARIMA(1,0,[1,2,7]) | × | √ | √ | -0.5601 | -0.4891 |
| ARIMA(1,0,2) | √ | √ | √ | -0.5711 | -0.5179 |
| ARIMA(1,0,1) | √ | √ | √ | -0.5533 | -0.5179 |
| ARIMA(1,0,[7]) | √ | × | √ | -0.1157 | -0.0802 |
| ARIMA(2,0,1) | √ | √ | √ | -0.5739 | -0.5204 |

Dengan menggunakan Persamaan (2.3), maka model ARIMA(2,0,1) dapat ditulis

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

dimana $Y_t = Z_t^{0.25}$

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI

PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

KESIMPULAN



Perumusan model ARIMA

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

KESIMPULAN



Model yang sesuai pada data *in sample* 181

| Data | Model | AIC | SBC |
|-------------------|--------------|--------|--------|
| Golongan darah A | ARIMA(1,0,2) | 3.0568 | 3.1099 |
| Golongan darah B | ARIMA(1,0,2) | 2.6594 | 2.7126 |
| Golongan darah AB | ARIMA(1,0,1) | 1.5866 | 1.6221 |

Model yang sesuai pada data *in sample* 90

| Data | Model | AIC | SBC |
|-------------------|--------------|--------|--------|
| Golongan darah O | ARIMA(1,0,1) | 4.3572 | 4.4131 |
| Golongan darah A | ARIMA(1,0,1) | 2.9949 | 3.0508 |
| Golongan darah B | ARIMA(1,0,1) | 2.6396 | 2.6955 |
| Golongan darah AB | ARIMA(1,0,1) | 0.1636 | 0.2195 |

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

Estimasi Parameter Menggunakan *Kalman Filter*

Persamaan model ARIMA pada golongan darah O

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

dengan $\hat{x}_0 = [\phi_1 \quad \phi_2 \quad \theta_1 \quad Y_t]^T$ dan $H = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$

Persamaan model ARIMA pada golongan darah A

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + a_t$$

dengan $\hat{x}_0 = [\phi_1 \quad \theta_1 \quad \theta_2 \quad Y_t]^T$ dan $H = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$

Persamaan model ARIMA pada golongan darah B

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + a_t$$

dengan $\hat{x}_0 = [\phi_1 \quad \theta_1 \quad \theta_2 \quad Y_t]^T$ dan $H = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$

Persamaan model ARIMA pada golongan darah AB

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

dengan $\hat{x}_0 = [\phi_1 \quad \theta_1 \quad Y_t]^T$ dan $H = [0 \quad 0 \quad 1]$

- PENDAHULUAN
- URAIAN PENELITIAN
- METODOLOGI

PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

KESIMPULAN

Estimasi Parameter Menggunakan *Kalman Filter*

Algoritma *Kalman Filter* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Model sistem[6]:

$$x_{t+1} = A_t x_t + w_t$$

Untuk golongan darah O

$$\begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \theta_1 \\ Y_t \end{bmatrix}_{t+1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ Y_{t-1} & Y_{t-2} & -(\alpha_{t-1}) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \theta_1 \\ Y_t \end{bmatrix}_t + w_t$$

Untuk golongan darah B

$$\begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \theta_1 \\ Y_t \end{bmatrix}_{t+1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ Y_{t-1} & -(\alpha_{t-1}) & -(\alpha_{t-2}) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \theta_1 \\ \theta_2 \\ Y_t \end{bmatrix}_t + w_t$$

Untuk golongan darah A

$$\begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \theta_1 \\ Y_t \end{bmatrix}_{t+1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ Y_{t-1} & -(\alpha_{t-1}) & -(\alpha_{t-2}) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \theta_1 \\ \theta_2 \\ Y_t \end{bmatrix}_t + w_t$$

Untuk golongan darah AB

$$\begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ Y_t \end{bmatrix}_{t+1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ Y_t & -(\alpha_{t-1}) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \theta_1 \\ Y_t \end{bmatrix}_t + w_t$$

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)



Estimasi Parameter Menggunakan *Kalman Filter*

Model pengukuran[6]:

$$z = Hx_t + v_t$$

Untuk golongan darah O

$$z = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1] \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \theta_1 \\ Y_t \end{bmatrix}_t$$

Untuk golongan darah A

$$z = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1] \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \theta_1 \\ \theta_2 \\ Y_t \end{bmatrix}_t$$

Untuk golongan darah B

$$z = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1] \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \theta_1 \\ \theta_2 \\ Y_t \end{bmatrix}_t$$

Untuk golongan darah AB

$$z = [0 \quad 0 \quad 1] \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \theta_1 \\ Y_t \end{bmatrix}_t$$

Estimasi Parameter Menggunakan *Kalman Filter*

PENDAHULUAN
URAIAN PENELITIAN
METODOLOGI

PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode *Kalman Filter*](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

KESIMPULAN



Tahap inisialisasi, pada tahapan ini nilai awal \hat{x}_0 ditentukan sebagai berikut:

Untuk golongan darah O

$$R = 10^{-6}, Q = 10^{-6}$$

$$\hat{x}_0 = \begin{bmatrix} 1.109 \\ -0.109 \\ 0.456 \\ 2.991 \end{bmatrix}$$

Untuk golongan darah A

$$R = 10^{-6}, Q = 10^{-6}$$

$$\hat{x}_0 = \begin{bmatrix} 1.00 \\ 0.69 \\ -0.22 \\ 6.48 \end{bmatrix}$$

Nilai awal kovarian golongan darah O, A, dan B sama, yaitu:

$$P_0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, Q_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot Q$$

Untuk golongan darah B

$$R = 10^{-6}, Q = 10^{-6}$$

$$\hat{x}_0 = \begin{bmatrix} 0.98 \\ 0.69 \\ -0.11 \\ 9.59 \end{bmatrix}$$

Untuk golongan darah AB

$$R = 10^{-6}, Q = 10^{-6}$$

$$\hat{x}_0 = \begin{bmatrix} 0.96 \\ 0.69 \\ 2.64 \end{bmatrix}$$

Nilai awal kovarian golongan AB

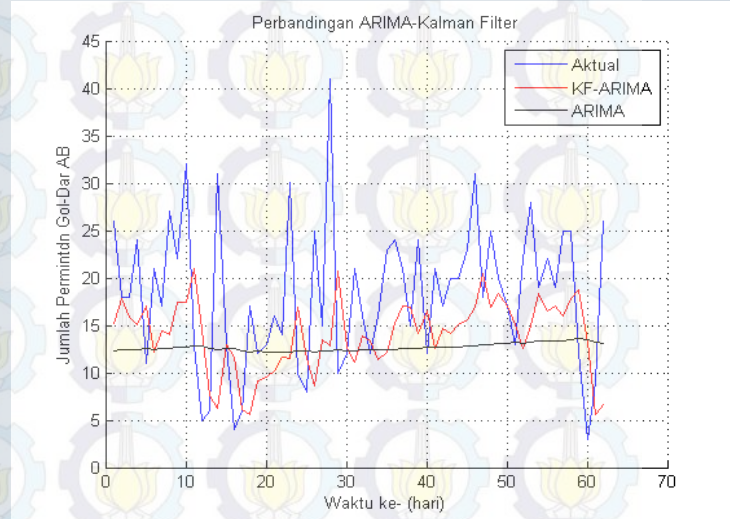
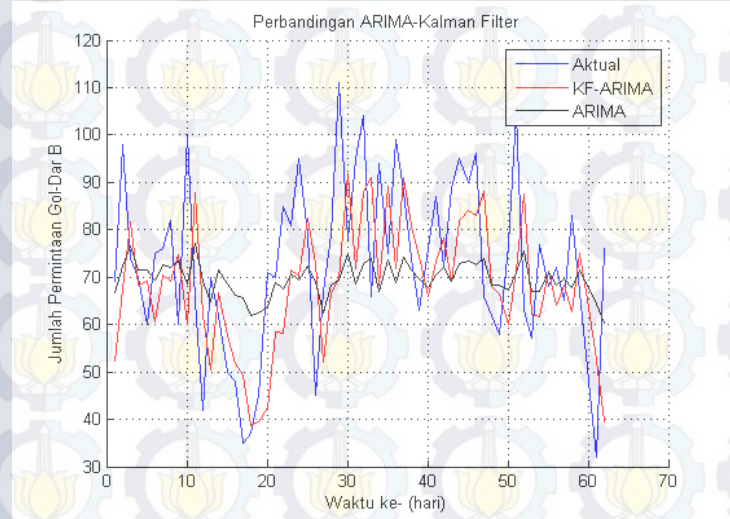
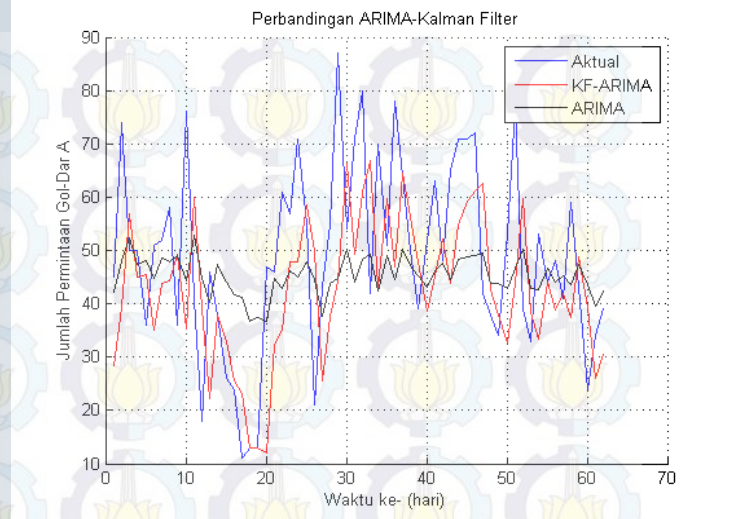
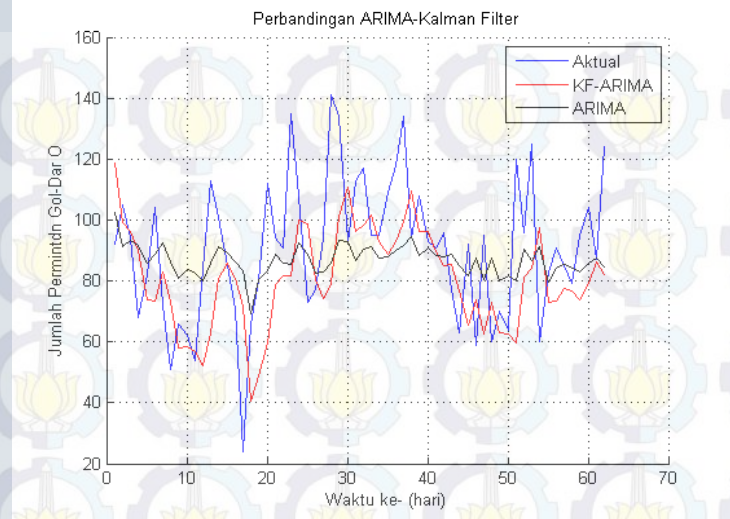
$$P_0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, Q_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot Q$$

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI

PEMBAHASAN

- Data Penelitian
- Perumusan Model ARIMA
- Penerapan Metode Kalman Filter
- Simulasi dan Hasil

KESIMPULAN



Hasil simulasi menggunakan *Kalman Filter* pada masing-masing golongan darah saat *in sample* 181

Hasil Estimasi parameter menggunakan Kalman Filter dan Metode *Least Square*

| Model | Parameter | (1)* | | (2)* | |
|-------------------|------------|----------|---------|----------|---------|
| | | Estimasi | MAPE | Estimasi | MAPE |
| Golongan Darah O | | | | | |
| ARIMA (2,0,1) | ϕ_1 | 1.1044 | 23.3203 | 1.1760 | 24.6334 |
| | ϕ_2 | -0.1030 | | -0.1760 | |
| | θ_1 | -0.4558 | | -0.9826 | |
| Golongan Darah A | | | | | |
| ARIMA (1,0,2) | ϕ_1 | 1.0011 | 34.8269 | 0.9988 | 36.9208 |
| | θ_1 | -0.6873 | | -0.7904 | |
| | θ_2 | 0.2190 | | -0.1894 | |
| Golongan Darah B | | | | | |
| ARIMA (1,0,2) | ϕ_1 | 0.9809 | 21.1992 | 0.9992 | 22.0938 |
| | θ_1 | -0.6913 | | -0.7941 | |
| | θ_2 | 0.1108 | | -0.1868 | |
| Golongan Darah AB | | | | | |
| ARIMA (1,0,1) | ϕ_1 | 0.9579 | 45.0744 | 0.9991 | 46.5353 |
| | θ_1 | -0.6910 | | -0.9861 | |

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI

PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

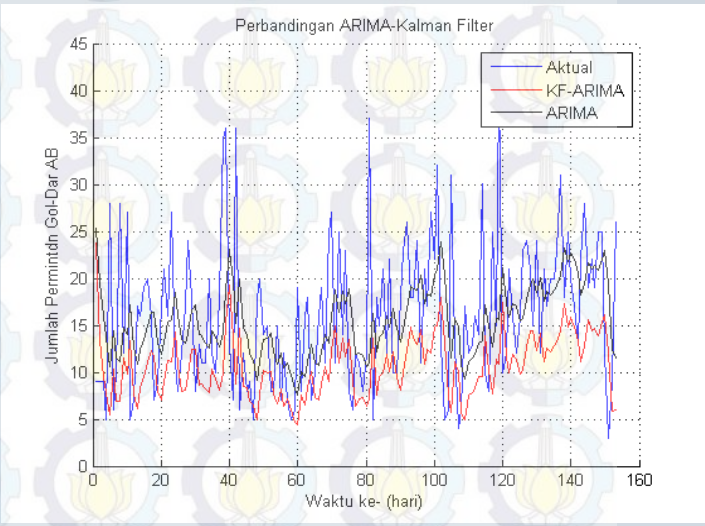
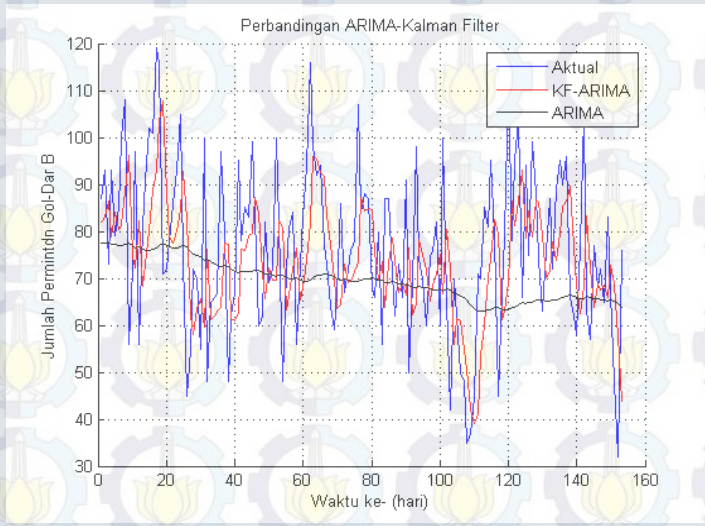
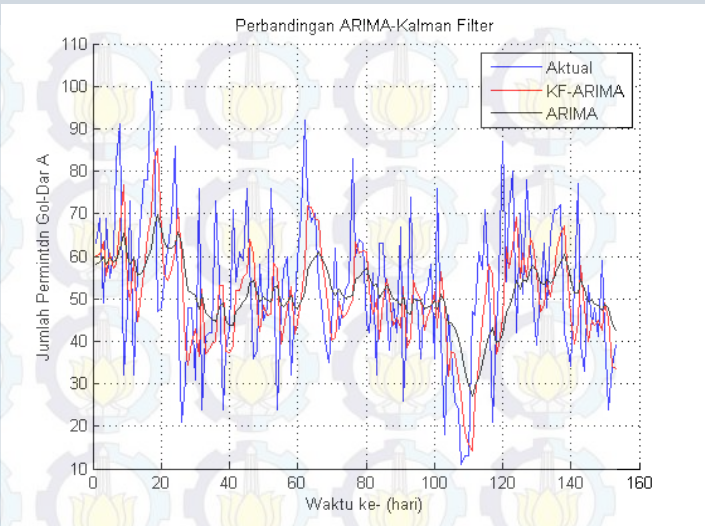
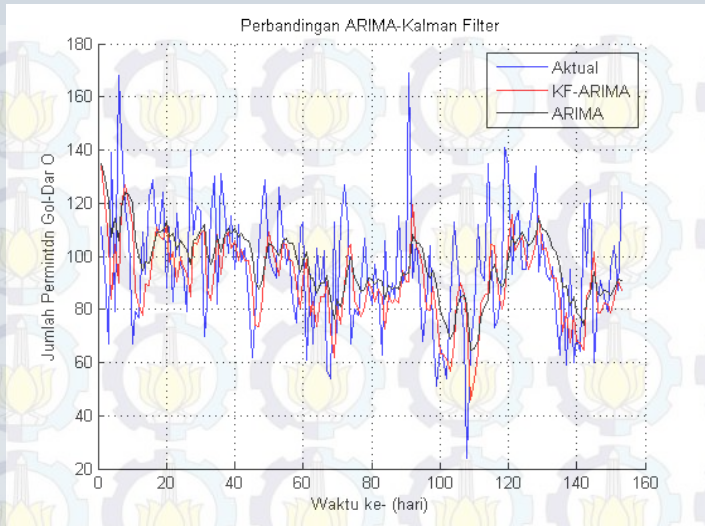
KESIMPULAN



PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
PEMBAHASAN

- Data Penelitian
- Perumusan Model ARIMA
- Penerapan Metode Kalman Filter
- Simulasi dan Hasil

KESIMPULAN



Hasil simulasi menggunakan *Kalman Filter* pada masing-masing golongan darah saat *in sample* 90

Hasil Estimasi parameter menggunakan Kalman Filter dan Metode *Least Square* saat *in sample* 90

| Model | Parameter | (1)* | | (2)* | |
|-------------------|------------|----------|---------|----------|---------|
| | | Estimasi | MAPE | Estimasi | MAPE |
| Golongan Darah O | | | | | |
| ARIMA (1,0,1) | ϕ_1 | 0.9904 | 20.8903 | 1.0014 | 22.0980 |
| | θ_1 | -0.4908 | | -0.7765 | |
| Golongan Darah A | | | | | |
| ARIMA (1,0,1) | ϕ_1 | 0.9846 | 31.0627 | 0.9991 | 33.1006 |
| | θ_1 | -0.4704 | | -0.8618 | |
| Golongan Darah B | | | | | |
| ARIMA (1,0,1) | ϕ_1 | 0.9976 | 19.8621 | 0.9986 | 22.5131 |
| | θ_1 | -0.4513 | | -0.9799 | |
| Golongan Darah AB | | | | | |
| ARIMA (1,0,1) | ϕ_1 | 0.9567 | 46.5454 | 1.0013 | 54.5694 |
| | θ_1 | -0.4174 | | -0.7166 | |

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI

PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

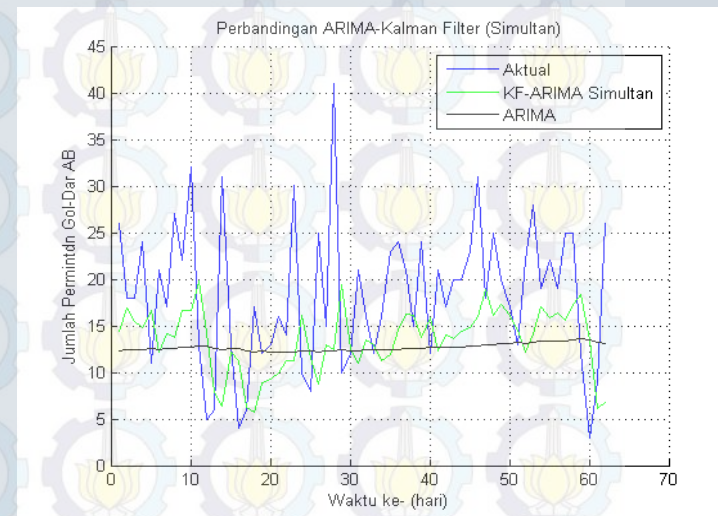
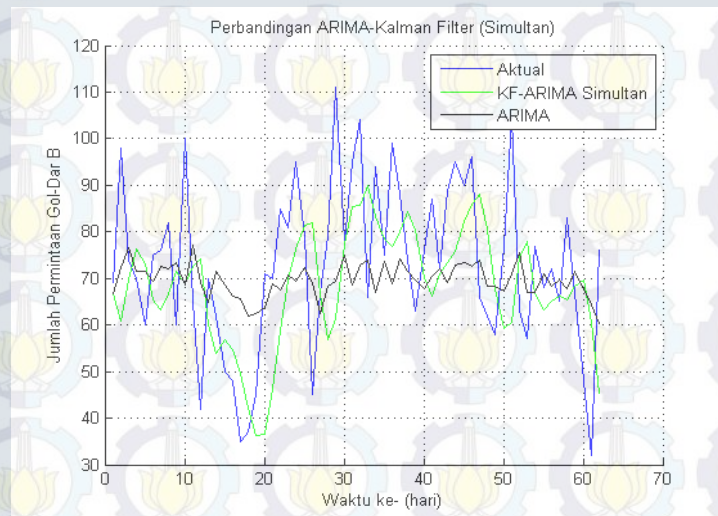
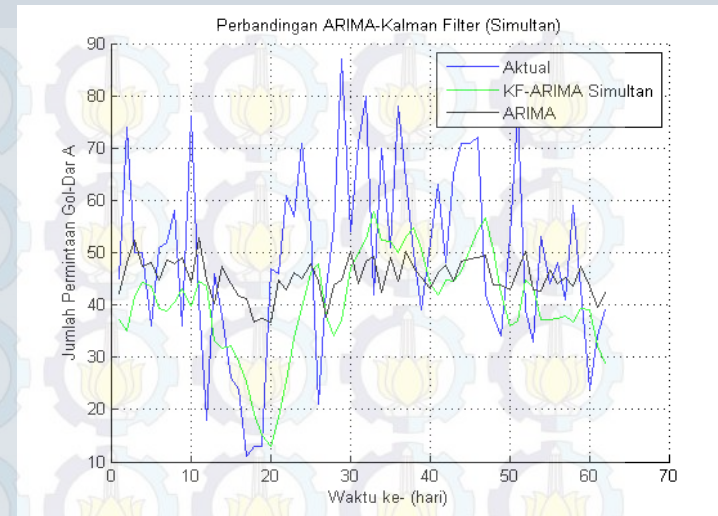
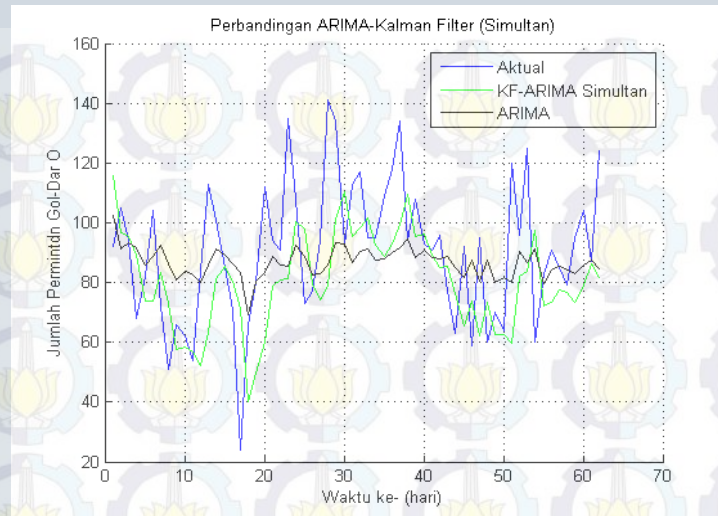
KESIMPULAN



PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
PEMBAHASAN

- Data Penelitian
- Perumusan Model ARIMA
- Penerapan Metode Kalman Filter
- Simulasi dan Hasil

KESIMPULAN

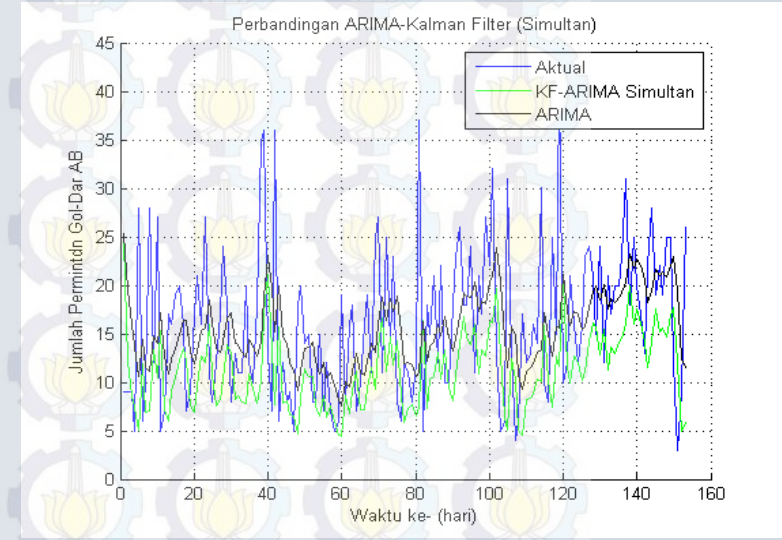
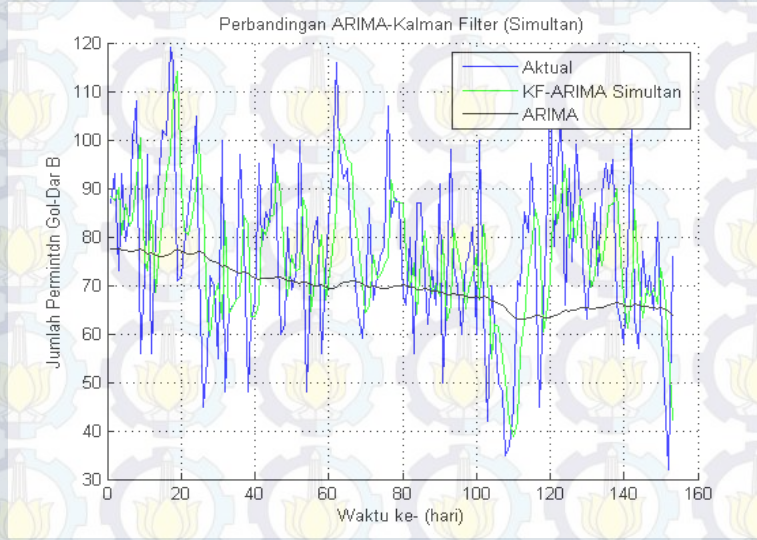
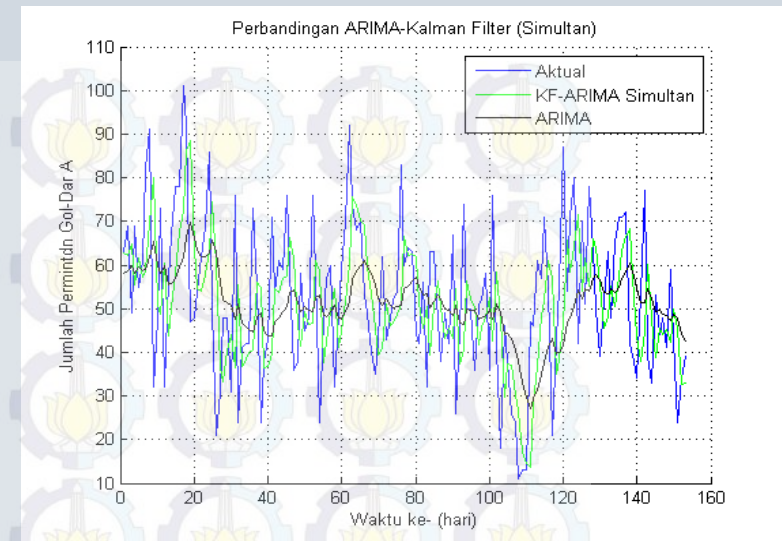
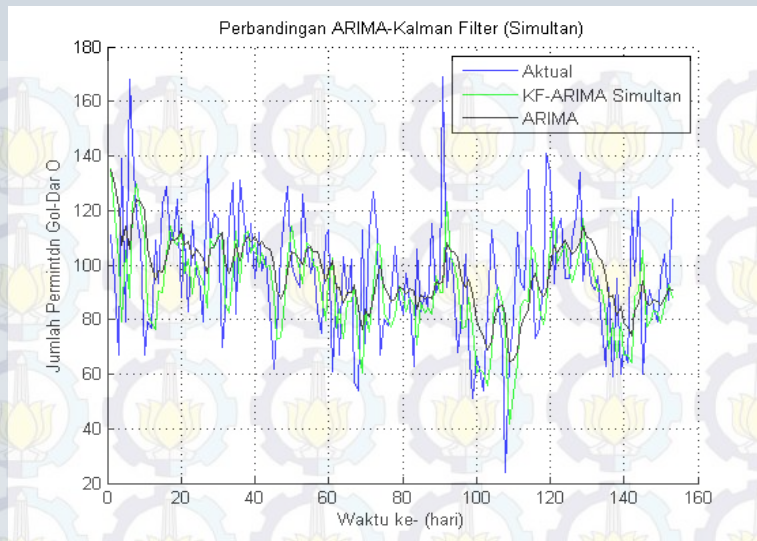


Hasil simulasi KF-ARIMA Simultan pada masing-masing golongan darah saat *in sample* 181

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
PEMBAHASAN

- Data Penelitian
- Perumusan Model ARIMA
- Penerapan Metode Kalman Filter
- Simulasi dan Hasil

KESIMPULAN



Hasil simulasi KF-ARIMA Simultan pada masing-masing golongan darah saat *in sample* 90

Nilai MAPE KF-ARIMA Simultan dan ARIMA

| Ukuran data <i>In Sample</i> | Data | MAPE | |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|---------|
| | | KF-ARIMA Simultan | ARIMA |
| 181 | Golongan Darah O | 23.9932 | 24.6334 |
| | Golongan Darah A | 35.8383 | 36.9208 |
| | Golongan Darah B | 21.7579 | 22.0938 |
| | Golongan Darah AB | 45.5564 | 46.5352 |
| 90 | Golongan Darah O | 21.1074 | 22.0980 |
| | Golongan Darah A | 31.3083 | 33.1006 |
| | Golongan Darah B | 20.2335 | 22.5131 |
| | Golongan Darah AB | 46.6107 | 54.5699 |

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

KESIMPULAN



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

- [Data Penelitian](#)
- [Perumusan Model ARIMA](#)
- [Penerapan Metode Kalman Filter](#)
- [Simulasi dan Hasil](#)

KESIMPULAN



Rata-rata error hasil prediksi pada masing-masing golongan darah

| No. | Model | MAPE | | |
|-----|--------------|----------|-------------------|---------|
| | | KF-ARIMA | KF-ARIMA Simultan | ARIMA |
| (1) | ARIMA(2,0,1) | 23.3757 | 23.9012 | 24.6334 |
| | ARIMA(1,0,2) | 34.9543 | 35.8769 | 36.9208 |
| | ARIMA(1,0,2) | 21.0614 | 21.9204 | 22.0938 |
| | ARIMA(1,0,1) | 45.0904 | 45.8289 | 46.5352 |
| (2) | ARIMA(1,0,1) | 21.0904 | 21.5041 | 22.0980 |
| | ARIMA(1,0,1) | 31.6465 | 31.9142 | 33.1006 |
| | ARIMA(1,0,1) | 19.9899 | 20.3648 | 22.5131 |
| | ARIMA(1,0,1) | 46.6682 | 46.8644 | 54.5699 |

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data *time series* jumlah permintaan darah di UTD PMI Surabaya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Model peramalan yang sesuai pada masing-masing golongan darah adalah sebagai berikut:

Model peramalan pada golongan darah O adalah ARIMA(2,0,1) dengan MAPE 24.6334 dan dinotasikan

$$Y_t = 1.1760Y_{t-1} - 0.1760Y_{t-2} + 0.52107a_{t-1} + a_t$$

dengan $Y_t = Z_t^{0.25}$

Model peramalan golongan darah A adalah ARIMA (1,0,2) dengan MAPE 36.9208 dan dinotasikan

$$Y_t = 0.9988Y_{t-1} + 0.7904a_{t-1} + 0.1894a_{t-2} + a_t$$

dengan $Y_t = Z_t^{0.5}$

Model peramalan golongan darah B adalah ARIMA (1,0,2) dengan MAPE 22.0938 dan dinotasikan

$$Y_t = 0.9992Y_{t-1} + 0.7941a_{t-1} + 0.1868a_{t-2} + a_t$$

dengan $Y_t = Z_t^{0.5}$

Model peramalan golongan darah AB adalah ARIMA (1,0,1) dengan MAPE 46.5352 dan dinotasikan

$$Y_t = 0.9991Y_{t-1} + 0.9861a_{t-1} + a_t$$

dengan $Y_t = \ln Z_t$

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

PEMBAHASAN

KESIMPULAN



KESIMPULAN

2. Dengan menggunakan *Kalman Filter*, diperoleh model peramalan sebagai berikut:

Model peramalan pada golongan darah O dengan MAPE 23.3203 dan dinotasikan

$$Y_t = 1.044Y_{t-1} - 0.1083Y_{t-2} - 0.4558 + a_t$$

dengan $Y_t = Z_t^{0.25}$

Model peramalan pada golongan darah A dengan MAPE 34.8269 dan dinotasikan

$$Y_t = 1.0011Y_{t-1} + 0.6873a_{t-1} - 0.2190a_{t-2} + a_t$$

dengan $Y_t = Z_t^{0.5}$

Model peramalan pada golongan darah B dengan MAPE 21.1992 dan dinotasikan

$$Y_t = 0.9809Y_{t-1} + 0.6913a_{t-1} - 0.1108a_{t-2} + a_t$$

dengan $Y_t = Z_t^{0.5}$

Model peramalan pada golongan darah AB adalah dengan MAPE 45.0744 dan dinotasikan

$$Y_t = 0.9579Y_{t-1} + 0.6910a_{t-1} + a_t$$

dengan $Y_t = \ln Z_t$

3. Berdasarkan hasil simulasi, dapat disimpulkan bahwa *Kalman Filter* dapat digunakan untuk mengestimasi parameter model ARIMA dan model yang parameternya diestimasi menggunakan Kalman Filter (KF-ARIMA maupun KF-ARIMA Simultan) hasil prediksinya lebih akurat dibandingkan hasil prediksi ARIMA yang diestimasi menggunakan metode *Least Square*.

Daftar Pustaka

- [1] Suminar, S.R. (2011) "Analisis Hukum Terhadap Pemberian Tranfusi Darah di Rumah Sakit Berdasarkan Undang-undang No. 4 Tahun 2009 Tentang Rumah Sakit". FH. UNISBA. Vol. XIII No. 3.
- [2] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., dan McGee, V.E. (1999). "Metode dan Aplikasi Peramalan". Jilid satu. Jakarta: Binarupa Aksara.
- [3] Tresnawati, R., Nuraini, T.A., dan Hanggoro, W. (2010). "Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Metode Kalman Filter dengan Prediktor SST Nino 3.4 Diprediksi". **Jurnal Meteorologi dan Geofisika**. Volume 11. No. 2: 106-251. Puslitbang BMKG. Jakarta.
- [4] Factmawati, M. (2014). "Estimasi Parameter Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)". **Tugas Akhir**. Jurusan Matematika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [5] Wei, W.S. (2006). "*Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*". Second Edition. United State of America: Pearson Education inc.
- [6] Lewis, F.L., Xie, L., dan Popa. (2008). "*Optimal and Robust Estimation with an Introduction to Stochastic Control Theory*". Second Edition. London: CRC Press.

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
PENDAHULUAN
PEMBAHASAN
KESIMPULAN



TERIMA KASIH