

Prediksi Umur Kematian Raja menggunakan Model ARIMA

Metode Peramalan (A)



Kelompok 1 :

Kayla Adzka Amanda Budilaksono - 2106637662

Muhamad Rakan Akmal - 2106635745

Tsabita Asir Saladin - 2106707864

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN AJARAN 2022/2023**

TABEL KONTRIBUSI

Nama Mahasiswa	Pembagian Tugas	Persentase Pengerjaan
Kayla Adzka Amanda Budilaksono (2106637662)	Menyusun latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian	100%
Muhamad Rakan Akmal (2106635745)	Menyusun interpretasi dan analisis hasil	100%
Tsabita Asir Saladin (2106707864)	Mengolah data dan <i>coding</i> .	100%

DAFTAR ISI

1. BAB I
 - 1.1 Latar Belakang
 - 1.2 Rumusan Masalah
 - 1.3 Batasan Masalah
 - 1.4 Tujuan Penelitian
2. BAB II
 - 2.1 Pengolahan Data
 - 2.2 Interpretasi dan Analisis Hasil
3. BAB III
 - 3.1 Kesimpulan
4. LAMPIRAN
5. REFERENSI

BAB I

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu negara yang menggunakan sistem monarki, Inggris memiliki sejarah panjang mengenai raja-raja yang pernah memerintah. Negara tersebut melanjutkan kepemimpinan dengan keturunan, sehingga raja baru akan dilantik setelah raja sebelumnya wafat. Umur kematian raja-raja Inggris mencerminkan beragam faktor, termasuk masa pemerintahan mereka, kondisi kesehatan, serta situasi politik dan sosial yang mereka hadapi. Dalam rangka mempersiapkan kepemimpinan selanjutnya, tentu akan dilihat umur saat raja-raja sebelumnya wafat untuk memprediksi pergantian raja selanjutnya.

Dimulai dari Raja William the Conqueror, beliau wafat pada usia 60 tahun akibat akibat luka-luka yang dideritanya selama pengepungan Mantes di Prancis. Terdapat beberapa raja lain yang wafat karena kondisi kesehatan juga, dengan usia kematian beragam seperti usia 55 dan 69 tahun. Selain karena kondisi kesehatan, terdapat raja yang wafat karena dieksekusi yaitu Raja Charles I yang wafat pada usia 48 tahun.

Maka dari itu, kami memilih topik usia kematian raja-raja Inggris untuk diprediksi menggunakan *forecasting*. Akan dicari model runtun waktu dengan plot ACF.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Model runtun waktu apa yang cocok untuk memodelkan umur kematian dari para Raja Inggris?
2. Apakah model runtun waktu tersebut dapat merepresentasikan data atau tidak?
3. Bagaimana perkiraan umur kematian para Raja Inggris untuk 5 raja kedepan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, digunakan *plotting ACF* dan kurva densitas. Dataset “Kings” berasal dari <http://robjhyndman.com/tsdldata/misc/kings.dat>. Data ini berisi umur kematian dari 42 raja yang pernah berkuasa di Inggris. *Software* yang digunakan adalah R yang merupakan sebuah *software* matematika untuk mengolah data statistik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui model yang cocok untuk memodelkan umur kematian dari Raja Inggris.
2. Mengetahui perkiraan umur kematian para Raja Inggris untuk 5 raja ke depan.

BAB II

2.1 Pengolahan Data

2.1.1 Deskripsi Data

Kami menggunakan data “Kings” yang bersumber dari <http://robjhyndman.com/tsdldata/misc/kings.dat>

```
> kings_data
[1] 60 43 67 50 56 42 50 65 68 43 65 34 47 34 49 41 13 35 53 56 16 43 69 59 48 59 86
[28] 55 68 51 33 49 67 77 81 67 71 81 68 70 77 56
```

Data terdiri dari 42 observasi yang berisi usia kematian dari raja-raja Inggris secara runtut dalam waktu.

2.1.2 Penentuan Model Runtun Waktu

a) Import data

```
> kings_data <- scan("http://robjhyndman.com/tsdldata/misc/kings.dat",
+                     skip=3)
Read 42 items
> kings_data
[1] 60 43 67 50 56 42 50 65 68 43 65 34 47 34 49 41 13 35 53 56 16 43 69 59 48 59 86
[28] 55 68 51 33 49 67 77 81 67 71 81 68 70 77 56
```

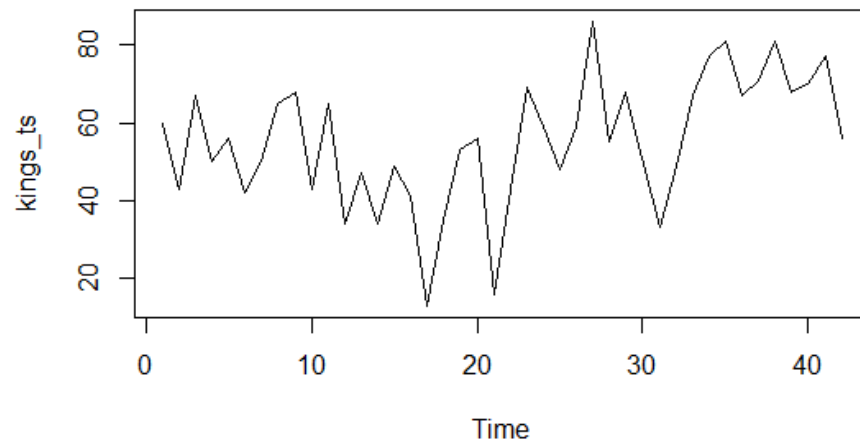
b) Mengubah data menjadi format time series

```
> kings_ts <- ts(kings_data)
> kings_ts
Time Series:
Start = 1
End = 42
Frequency = 1
[1] 60 43 67 50 56 42 50 65 68 43 65 34 47 34 49 41 13 35 53 56 16 43 69 59 48 59 86 55
[29] 68 51 33 49 67 77 81 67 71 81 68 70 77 56
```

c) Melakukan plot data

```
plot.ts(kings_ts)
```

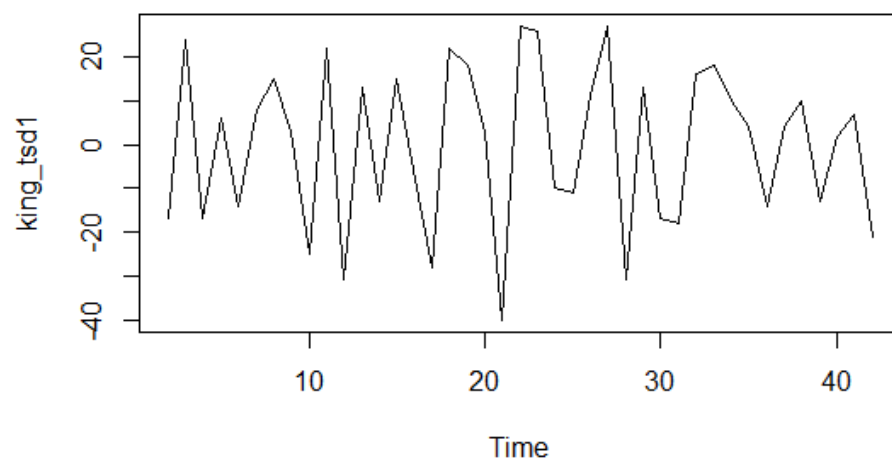
Diperoleh plot sebagai berikut:



d) Melakukan differencing data

Dikarenakan data belum stasioner, maka diperlukan differencing data satu kali sehingga data stasioner.

```
> king_tsd1 <- diff(kings_ts, differences=1)
> king_tsd1
Time Series:
Start = 2
End = 42
Frequency = 1
[1] -17 24 -17 6 -14 8 15 3 -25 22 -31 13 -13 15 -8 -28 22 18 3 -40 27
[22] 26 -10 -11 11 27 -31 13 -17 -18 16 18 10 4 -14 4 10 -13 2 7 -21
> plot.ts(king_tsd1)
```



Data sudah stasioner.

e) Mencari nilai dan melakukan plot ACF & PACF

Untuk menentukan model dari runtun waktu ini, akan dilihat dari plot ACF dan PACF. Jika plot ACF dari runtun waktu ini memiliki tiang

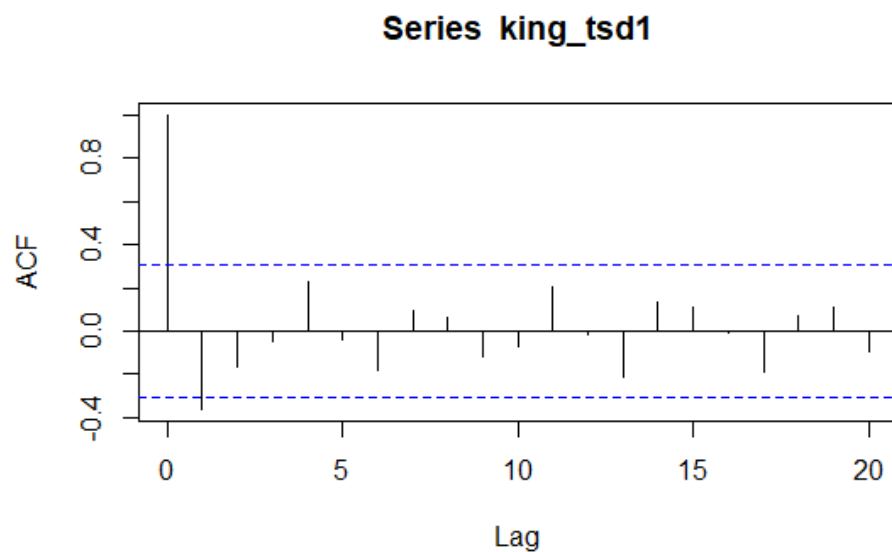
pancang pada lag ke-i, maka runtun waktu ini memiliki model MA(i). Plot PACF juga menunjukkan penurunan secara eksponen. Namun, jika plot ACF menunjukkan penurunan secara eksponen dan PACF memiliki tiang pancang pada lag ke-i, maka runtun waktu ini memiliki model AR(i).

- ACF

```
> acf(king_tsd1, lag.max=20, plot=FALSE)
Autocorrelations of series 'king_tsd1', by lag
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1.000	-0.360	-0.162	-0.050	0.227	-0.042	-0.181	0.095	0.064	-0.116	-0.071	0.206

```
> acf(king_tsd1, lag.max=20)
```



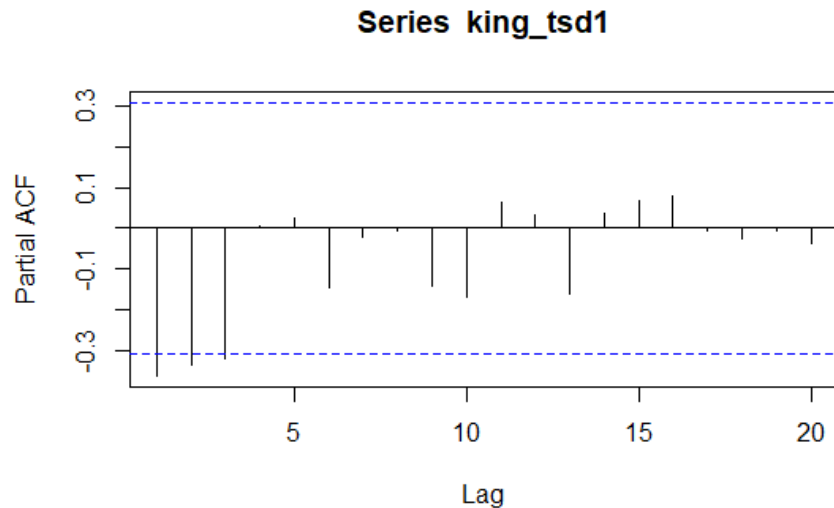
Dapat dilihat terdapat tiang pancang pada tiang ke 1, maka runtun waktu ini memiliki model MA(1).

- PACF

```
> pacf(king_tsd1, lag.max=20, plot=FALSE)
Partial autocorrelations of series 'king_tsd1', by lag
```

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-0.360	-0.335	-0.321	0.005	0.025	-0.144	-0.022	-0.007	-0.143	-0.167	0.065	0.034

```
> pacf(king_tsd1, lag.max=20)
```



Dapat dilihat plot PACF menunjukkan penurunan.

f) Melakukan fit data terhadap model yang dipilih

```
> king_tsarima <- arima(kings_ts, order=c(0,1,1))
> king_tsarima

Call:
arima(x = kings_ts, order = c(0, 1, 1))

Coefficients:
          ma1
      -0.7218
s.e.      0.1208

sigma^2 estimated as 230.4:  log likelihood = -170.06,  aic = 344.13
```

Dilakukan fit data untuk mencari estimasi dari koefisien dari persamaan ARIMA (0,1,1),

2.1.3 Forecast model

- Perhitungan forecast

Akan dilakukan perhitungan forecast dengan $h = 5$ untuk melakukan prediksi usia kematian yang diestimasi untuk 5 raja ke depan.

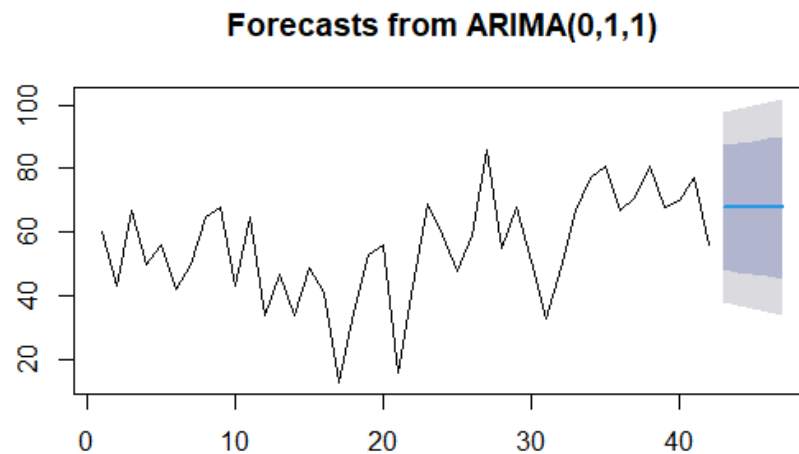
```
> king_tsforecast <- forecast(king_tsarima, h=5)
> king_tsforecast
```

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
43	67.75063	48.29647	87.20479	37.99806	97.50319
44	67.75063	47.55748	87.94377	36.86788	98.63338
45	67.75063	46.84460	88.65665	35.77762	99.72363
46	67.75063	46.15524	89.34601	34.72333	100.77792
47	67.75063	45.48722	90.01404	33.70168	101.79958

Dipero

- Plotting forecast

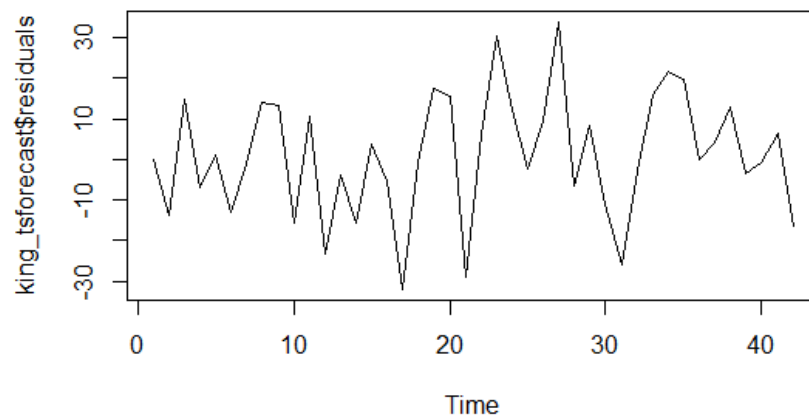
```
plot(king_tsforecast)
```

2.1.4 Asumsi model

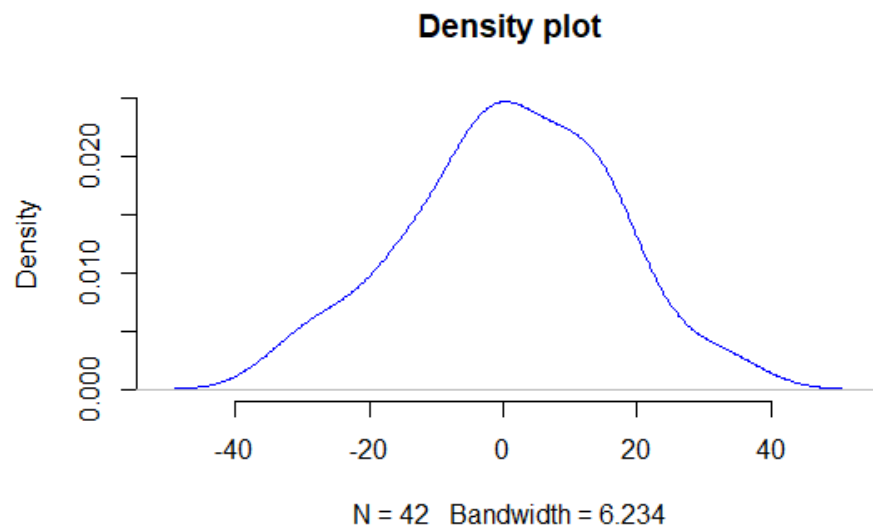
Menguji asumsi model forecast yang dibuat dengan melakukan plot terhadap residualnya untuk melihat apakah residual model telah berdistribusi normal dengan mean 0 dan variansi konstan.

```
plot.ts(king_tsforecast$residuals)
```



Dari plot yang diberikan terlihat bahwa variansi dari error konstan setiap waktunya.

```
den <- density(king_tsforecast$residual)
plot(den, frame = FALSE, col = "blue", main = "Density plot")
```



Dari plot density yang diberikan terlihat bahwa values berdistribusi pada nilai 0, sehingga dapat dikatakan bahwa error memiliki mean 0. Disimpulkan bahwa asumsi model forecast yang dibuat dapat diterima, karena residual berdistribusi normal dengan mean 0 dan variansi konstan.

2.2 Interpretasi dan Analisis Hasil

Berdasarkan kurva ACF yang didapat, model dari umur kematian Raja Inggris adalah ARIMA (0,1,1) yang dilihat dari tiang pancang pada lag 1 di model yang telah didiferensikan 1 kali. Model tersebut sudah cocok untuk memodelkan umur kematian Raja Inggris karena errornya berdistribusi normal yang dilihat dari kurva densitas error.

BAB III

3.1 Kesimpulan

Dari penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa model yang cocok untuk memodelkan umur kematian raja-raja Inggris adalah ARIMA (0,1,1). Hal ini dikarenakan tiang pancang yang berada pada lag 1 di model yang telah didiferensikan satu kali.

LAMPIRAN

Syntax R

```
## library
library("forecast")
library("ggplot2")

## input data
kings_data <-
scan("http://robjhyndman.com/tsdldata/misc/kings.dat",
      skip=3)
kings_data

## mengubah data menjadi time series
kings_ts <- ts(kings_data)
kings_ts

## plotting data
plot.ts(kings_ts)

## differencing
king_tsd1 <- diff(kings_ts, differences=1)
king_tsd1
plot.ts(king_tsd1)

## mencari acf dan membuat plot acf
acf(king_tsd1, lag.max=20, plot=FALSE)
acf(king_tsd1, lag.max=20)

## mencari pacf dan membuat plot pacf
pacf(king_tsd1, lag.max=20, plot=FALSE)
pacf(king_tsd1, lag.max=20)

## melakukan fit data terhadap model ARIMA(0,1,1)
king_tsarima <- arima(kings_ts, order=c(0,1,1))
```

```
king_tsarima

## membuat forecast
king_tsforecast <- forecast(king_tsarima, h=5)
king_tsforecast

## membuat plot forecast
plot(king_tsforecast)

## membuat plot residual
plot.ts(king_tsforecast$residuals)

den <- density(king_tsforecast$residual)
plot(den, frame = FALSE, col = "blue", main = "Density
plot")
```

REFERENSI

Wikipedia.org. (2023). List of monarchs of the British Isles by cause of death.
Diakses pada 14 Juni 2023 melalui
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_monarchs_of_the_British_Isles_by_cause_of_death