

**PERAMALAN TINGKAT MORTALITAS PENDUDUK MENGGUNAKAN
LEE CARTER MODEL DENGAN METODE ARIMA**

SKRIPSI



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh
RAHMAH AN NISAA
H02217012

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rahmah An Nisaa

NIM : H02217012

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul " PERAMALAN TINGKAT MORTALITAS INDONESIA MENGGUNAKAN *LEE CARTER* DENGAN METODE ARIMA ". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 29 Desember 2023

Yang menyatakan,



Rahmah An Nisaa

NIM. H02217012

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

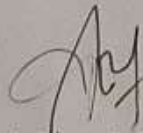
Skripsi oleh

Nama : Rahmah An Nisaa
NIM : H02217012
Judul Skripsi : PERAMALAN TINGKAT MORTALITAS PENDUDUK
MENGGUNAKAN *LEE CARTER* MODEL DENGAN
METODE ARIMA

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 05 Januari 2024

Pembimbing I



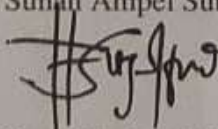
Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Pembimbing II



Lutfi Hakim, M.Ag
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

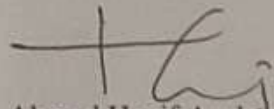
Skripsi oleh

Nama : Rahmah An Nisaa
NIM : H02217012
Judul Skripsi : PERAMALAN TINGKAT MORTALITAS PENDUDUK
MENGUNAKAN *LEE CARTER* MODEL DENGAN
METODE ARIMA

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 05 Januari 2024

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



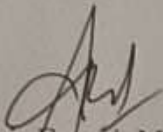
Ahmad Hanif Asyhar, M.Si.
NIP. 19860123014031001

Penguji II



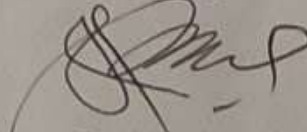
Wika Dianita Utami, M.Si.
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Aris Fapani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji IV



Lutfi Hakim, M.Ag
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Abdul Hamdani, M.Pd.
NIP. 19507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : RAHMAH AN NISAA
NIM : H02217012
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI
E-mail address : _____

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PERAMALAN TINGKAT MORTALITAS PENDUDUK MENGGUNAKAN
LEE CARTER MODEL DENGAN METODE ARIMA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, **JANUARI 2024**

Penulis

(RAHMAH AN NISAA)

ABSTRAK

PERAMALAN TINGKAT MORTALITAS PENDUDUK MENGGUNAKAN *LEE CARTER* MODEL DENGAN METODE ARIMA

Salah satu komponen demografi yaitu mortalitas merupakan faktor penting dalam struktur dan jumlah penduduk. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah meramalkan tingkat mortalitas dikarenakan penting perancaan pembangunan berkelanjutan, serta penting dalam industri asuransi, antara lain untuk menentukan besarnya premi. Informasi data mortalitas yang baik adalah dibedakan berdasarkan jenis kelamin, guna untuk penilaian risiko yang lebih akurat. Salah satu model stokastik yang paling sederhana adalah model *Lee Carter*. Model ini memiliki tiga parameter yang nantinya akan diestimasi dengan *Singular Value Decomposition*. Data yang digunakan dalam penelitian yaitu data penduduk Indonesia untuk masing-masing jenis kelamin pada periode 1960 sampai 2020. Tahap awal penelitian adalah membuat logaritma natural dari data penelitian. Tahap kedua yaitu mengestimasi nilai parameter. Ketiga mencari nilai eror untuk perbandingan nilai aktual dengan hasil estimasi. Terakhir melakukan peramalan dengan ARIMA. Hasil penelitian menunjukkan nilai MSE pada hasil estimasi menunjukkan kedekatan dengan nilai aktual yaitu 0,0248 untuk data laki-laki dan 0,0084 untuk data perempuan. Selanjutnya hasil peramalan menjelaskan bahwa untuk data penduduk laki-laki cocok menggunakan model ARIMA(0,0,0) dengan AIC sebesar 99,58 dan data penduduk perempuan menggunakan model ARIMA(0,0,0) dengan AIC sebesar 77,64. Komparasi nilai MAPE pada data aktual dan data *forecast* yaitu kurang dari 10%, yang artinya hasil peramalan berkategori sangat baik.

Kata kunci: Mortalitas, *Singular Value Decomposition*, *Lee Carter*, ARIMA.

ABSTRACT

FORECASTING THE MORTALITY USING *LEE CARTER* BASED ON GENDER WITH ARIMA METHOD

One of the demographic components, mortality, is an important factor in population structure and size. The purpose of this research is to forecast mortality rates because it is important for sustainable development planning, as well as important in the insurance industry, among others, to determine the amount of premiums. Good mortality data information is differentiated by gender, for more accurate risk assessment. One of the simplest stochastic models is the *Lee Carter* model. This model has three parameters that will later be estimated with a *Singular Value Decomposition*. The data used in the study is Indonesian population data for each sex in the period 1960 to 2020. The initial stage of the research is to make the natural logarithm of the research data. The second stage is to estimate the parameter values. The third is to find the error value for comparison of the actual value with the estimated results. Then, do forecasting with ARIMA. The results showed that the MSE value in the estimation results showed closeness to the actual value, are 0.0248 for male data and 0.0084 for female data. Furthermore, the forecasting results explain that for male population data it is suitable to use the ARIMA(0,0,0) model with an AIC of 99.58 and female population data using the ARIMA(0,0,0) model with an AIC of 77.64. Comparison of MAPE values on actual data and data *forecast* which is less than 10%, it means that those forecast have a good value

Keywords: Lee Carter, Mortality, ARIMA, Svd

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	7
1.5. Batasan Masalah	7
1.6. Sistematika Penulisan	7
II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Tingkat Mortalitas	9
2.2. Peramalan	10
2.3. Time Series	11
2.4. <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	14
2.4.1. Stasioneritas Data	17
2.5. <i>Singular Value Decomposition</i>	18
2.6. Model <i>Lee Carter</i>	23

2.7. Nilai Peramalan	25
2.8. Integrasi Keislaman	25
III METODE PENELITIAN	31
3.1. Jenis Penelitian	31
3.2. Sumber Data Penelitian	31
3.3. Kerangka Penelitian	31
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Deskripsi Data	34
4.2. Estimasi parameter	36
4.2.1. Estimasi parameter a_x	37
4.2.2. Membentuk matriks Z	39
4.2.3. Estimasi parameter b_x, k_t	41
4.3. Peramalan k_t	48
4.4. Integrasi Keislaman	54
V PENUTUP	58
5.1. Simpulan	58
5.2. Saran	58
A DATA TINGKAT MORTALITAS PENDUDUK INDONESIA	64
B HASIL PERHITUNGAN MATRIKS Z	69
C HASIL PERHITUNGAN SVD DATA LAKI-LAKI	74
D HASIL PERHITUNGAN SVD DATA PEREMPUAN	80

DAFTAR TABEL

2.1 Kategori presentase nilai MAPE	25
3.1 Data Tingkat Mortalitas Laki-laki	32
3.2 Data Tingkat Mortalitas Perempuan	32
4.1 Data Tingkat Mortalitas Laki-laki	35
4.2 Data Tingkat Mortalitas Perempuan	36
4.3 Data $\ln(m_{x,t})$ perempuan	36
4.4 Data $\ln(m_{x,t})$ laki-laki	37
4.5 data a_x laki-laki dan perempuan	38
4.6 Matriks Z data $\ln(m_{x,t})$ laki-laki	40
4.7 Matriks Z data $\ln(m_{x,t})$ perempuan	41
4.8 Hasil estimasi b_x laki-laki dan perempuan	44
4.9 Hasil estimasi k_t laki-laki dan perempuan	46
4.10 Hasil estimasi $\hat{k}_t^*$ laki-laki dan perempuan setelah dilakukan penyesuaian menggunakan rumus 4.2.3.	47
4.11 nilai $m(\hat{x}, t)$ data laki-laki	48
4.12 data $m(\hat{x}, t)$ perempuan	48
4.13 Nilai MSE laki-laki dan perempuan	49
4.14 Perbandingan nilai k_t Laki-laki	51
4.15 Perbandingan nilai $\hat{k}_t$ Perempuan	51
4.16 Hasil peramalan $\hat{k}_t$ laki-laki dan perempuan	51
4.17 Hasil peramalan tingkat mortalitas $\hat{m}_{x,t}$ perempuan	52
4.18 Hasil peramalan tingkat mortalitas $\hat{m}_{x,t}$ laki-laki	53

DAFTAR GAMBAR

2.1	Pola Data Trend Supply Chain Management Book	12
2.2	Pola Data Trend Supply Chain Management Book	13
2.3	Pola Data Trend Supply Chain Management Book	13
3.1	Diagram Alir Penelitian	33
4.1	Data Tingkat Mortalitas Pada Usia Ke-40	34
4.2	Cek stasioneritas data dalam <i>mean</i>	49
4.3	Model ARIMA yang cocok untuk peramalan penduduk perempuan	50
4.4	Model ARIMA yang cocok untuk peramalan penduduk laki-laki	50
1.1	Data Aktual Tingkat Mortalitas Laki-laki	65
1.2	Data Aktual Tingkat Mortalitas Perempuan	67
2.1	Matriks Z Laki-laki	70
2.2	Matriks Z Perempuan	72

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Akritas, A. G. and Malaschonok, G. I. (2004). Applications of singular-value decomposition (SVD). *Mathematics and Computers in Simulation*, 67(1):15–31.
- Aksara, P. B. (2021). *Metodologi penelitian kuantitatif*. Bumi Aksara.
- Alfana, M. A. F., Iffani, M., and Hanif, W. A. N. P. (2018). Mortalitas di Indonesia (Sejarah Masa Lalu dan Proyeksi ke Depan). *Seminar Nasional dan PIT IGI XVIII*, pages 1–24.
- Anggie, A. (2022). *MAKNA DAN FUNGSI TRADISI KENDURI PADA PERINGATAN HARI KEMATIAN BAGI MASYARAKAT DI KELURAHAN SUMUR BATU KECAMATAN TELUK BETUNG UTARA*. PhD thesis, UIN RADEN INTAN LAMPUNG.
- Arumsari, M. and Dani, A. (2021). Peramalan Data Runtun Waktu menggunakan Model Hybrid Time Series Regression – Autoregressive Integrated Moving Average. *Jurnal Siger Matematika*, 2(1):1–12.
- Chan, W. S., Li, S.-H., and Cheung, S. H. (2008). Testing Deterministic versus Stochastic Trends in the Lee-Carter Mortality Indexes and Its Implications for Projecting Mortality Improvements at Advanced Ages.
- Chiu, L.-Y., Rustia, D. J. A., Lu, C.-Y., and Lin, T.-T. (2019). Modelling and forecasting of greenhouse whitefly incidence using time-series and arimax analysis. *IFAC-PapersOnLine*, 52(30):196–201.
- Effendie, A. R. (2015). *Matematika Aktuaria dengan Software R*.

Ida Bagoes Mantra (2013). *Demografi Umum edisi 2 cetakan ke-15*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Khalilah and Aksan, I. N. (2020). Aplikasi Metode Arima Box-Jenkins Untuk Meramalkan Penggunaan Harian Data Seluler. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, pages 5—10.

Lee, R. D. and Carter, L. R. (1992). Modeling and Forecasting U. S. Mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87(419):659–671.

Lipsky, Martin S and Su, Sharon and Crespo, Carlos J and Hung, M. (2021). Men and oral health: a review of sex and gender differences. *American journal of men's health*, 15(3):15579883211016361.

Lubis, I. (2018). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Penduduk Di Kota Pekanbaru*. PhD thesis, Universitas Islam Riau.

Luo, S.-F., Teng, H.-W., and Lee, Y.-H. (2016). No Title. *Asia-Pacific Journal of Risk and Insurance*, 10(1):1–20.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., and McGee, V. E. (1999). Metode dan aplikasi peramalan. *Jakarta: Erlangga*.

Nabillah, I. and Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, 5:250–255.

Nations, U. (2022). World Population Prospects 2022.

Ngataman, N., Ibrahim, R. I., and Yusuf, M. M. (2016). Forecasting the mortality rates of Malaysian population using Lee-Carter method. *AIP Conference Proceedings*, 1750.

- Nofiyanto, A., Nugroho, R. A., and Kartini, D. (2015). Peramalan Permintaan Paving Blok dengan Metode ARIMA.
- OJK (2006). Perasuransian. In *SERI LITERASI KEUANGAN PERGURUAN TINGGI*, pages 1—85.
- Organization, W. H. (2019). Age-standardized mortality rate (per 100 000 population).
- Panggabean, M. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Dependency Ratio di Indonesia. *Prosiding Seminar Akademik Tahunan Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan*, page 17.
- Permatasari, L. S. (2022). *Analisis prediksi harga saham PT unilever Indonesia (tbk) menggunakan metode dekomposisi*. PhD thesis, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Rahayu, W. S., Juwono, P. T., and Soetopo, W. (2019). Analisis prediksi debit sungai amprong dengan model arima (autoregressive integrated moving average) sebagai dasar penyusunan pola tata tanam. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 10(2):110–119.
- Rahma, A., Pariska, E., F.M, O., Indah, S., Violena, and Yunita (2020). Pengaruh dan Dampak yang Ditimbulkan oleh Keseimbangan Penduduk terhadap Kehidupan Sosial Masyarakat. *Pengaruh Dan Dampak Yang Ditimbulkan Oleh Keseimbangan Penduduk Terhadap Kehidupan Sosial Masyarakat*.
- Sabarina, A. M., Rustamaji, H. C., and Himawan, H. (2021). Prediction of drug sales using methods forecasting double exponential smoothing (case study:

- Hospital pharmacy of condong catur). *Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, 18(1):106–117.
- Setiadi, O. (2017). Kematian Dalam Prespektif Al-Quran. *Al Ashriyyah*, 3(2):25.
- Setiadi, O. (2020). Kematian Dalam Prespektif Al-Quran. *Al Ashriyyah*, 6:45—62.
- Sidi, P. (2016). Penerapan ilmu matematika dalam perlindungan kehidupan terhadap risiko. *Hak Cipta© dan Hak Penerbitan dilindungi Undang-undang ada pada Universitas Terbuka-Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan-15418 Banten–Indonesia Telp.:(021) 7490941 (hunti, page 243.*
- Umam, K. (2018). *Memahami dan Memilih Produk Asuransi*. Mediapressindo.
- Wang, J. (2007). Fitting and Forecasting Mortality for Sweden: Applying the Lee-Carter Model. *Mathematical Statistics, Stockholm University*.
- Yahma and Pontoh, R. S. R. C. D., Rianza, A. U., and Nurhasanah (2022). Peramalan Data Deret Waktu Kenaikan Konsentrasi Atmosfer CO2 Dunia Menggunakan Model ARIMA. *Departemen Statistika FMIPA Universitas Padjadjaran*, 1:117–125.