

ANALISIS DAYA TAHAN PADA KASUS KEMATIAN BAYI DI INDONESIA DENGAN *SURVIVAL TREE* DAN *RANDOM SURVIVAL FOREST*

CAHYA IRENO ANUGRAH



**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Daya Tahan pada Kasus Kematian Bayi di Indonesia dengan *Survival Tree* dan *Random Survival Forest*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Cahya Ireno Anugrah
G1401201034



ABSTRAK

CAHYA IRENO ANUGRAH. Analisis Daya Tahan pada Kasus Kematian Bayi di Indonesia dengan *Survival Tree* dan *Random Survival Forest*. Dibimbing oleh INDAH WATI dan AGUS MOHAMAD SOLEH.

Pembangunan kesehatan merupakan aspek penting dalam pembangunan nasional karena kesehatan yang baik berperan penting dalam pembangunan manusia yang berkelanjutan. Penurunan angka kematian, termasuk Angka Kematian Bayi (AKB), menunjukkan peningkatan status kesehatan masyarakat sebagai manifestasi keberhasilan pembangunan nasional. AKB di Indonesia dalam 50 tahun terakhir telah menurun secara signifikan sebesar 90%, namun masih jauh dari target tahun 2030. Tindakan pencegahan diperlukan untuk lebih menekan AKB. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan kematian bayi di Indonesia dengan menerapkan *Survival Tree* dan *Random Survival Forest* pada data kelangsungan hidup bayi. Berbeda dengan regresi Cox yang terbatas oleh asumsi *proportional hazards*, metode ini tidak memerlukan asumsi sebaran apapun dan dapat secara otomatis menangkap interaksi antara peubah dan pola *hazard* yang kompleks tanpa menyatakan interaksi sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik adalah model *Random Survival Forest* setelah *hyperparameter tuning* dengan *concordance index* (c-index) sebesar 0,808. Berdasarkan tingkat kepentingan peubah dari model terbaik, diperoleh peubah imunisasi, perilaku merokok ibu, berat badan lahir rendah, dan status ibu bekerja, sebagai empat peubah yang paling penting untuk memprediksi kelangsungan hidup bayi.

Kata kunci: analisis daya tahan, fungsi *hazard*, kematian bayi, *random survival forest*, *survival tree*.

ABSTRACT

CAHYA IRENO ANUGRAH. Survival Analysis on Infant Mortality Cases in Indonesia using Survival Tree and Random Survival Forest. Supervised by INDAHWATI and AGUS MOHAMAD SOLEH.

Health development is a crucial aspect of national development, as good health plays an important role in sustainable human development. A decrease in mortality rates, including the Infant Mortality Rate (IMR), indicates an improvement in public health status as a manifestation of successful national development. Over the past 50 years, the IMR in Indonesia has significantly decreased by 90%, yet it is still far from the 2030 target. Preventive measures are necessary to further reduce the IMR. This study aims to model infant mortality in Indonesia by applying Survival Tree and Random Survival Forest to infant survival data. Unlike Cox regression, which is limited by the proportional hazards assumption, these methods are not limited with any assumption and can automatically capture interactions between variables and complex hazard patterns without specifying interactions beforehand. The results of the study show that the best model is the Random Survival Forest model after hyperparameter tuning, with a concordance index (c-index) of 0.808. Based on the variable importance levels from the best model, the variables of immunization, mother's smoking behavior, low birth weight, and mother's employment status were identified as the four important variables for predicting infant survival.

Keywords: hazard function, infant mortality, random survival forest, survival analysis, survival tree.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS DAYA TAHAN PADA KASUS KEMATIAN BAYI DI INDONESIA DENGAN *SURVIVAL TREE* DAN *RANDOM SURVIVAL FOREST*

CAHYA IRENO ANUGRAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

Judul Skripsi : Analisis Daya Tahan pada Kasus Kematian Bayi di Indonesia
dengan *Survival Tree* dan *Random Survival Forest*

Nama : Cahya Ireno Anugrah
NIM : G1401201034

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Indahwati, M.Si



Pembimbing 2:
Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., MT



Diketahui oleh

Ketua Departemen Statistika:
Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.
NIP 197804112005011002

Tanggal Ujian:
15 Juli 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Karya tulis ilmiah ini berjudul “Analisis Daya Tahan pada Kasus Kematian Bayi di Indonesia dengan *Survival Tree* dan *Random Survival Forest*”. Karya ilmiah ini disusun oleh penulis sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Statistika pada program studi Statistika dan Sains Data, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Indahwati, M.Si. dan Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., MT yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Suparmi, Bagus Catur Wijaya, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada sahabat dan teman-teman yang selalu kebersamai dalam penulisan karya ilmiah ini khususnya Herdian Partawijaya, Mahesa Ahmad Rahmawan, Nabil Naufal, Muhammad Irsyad Robbani, Muhammad Zhillan Zakkiyan, Muhammad Farhan Zahid, Muhammad Nachnoer Novatron Fitra Arss, Muhammad Dzakwan Alifi, Nabil Izzany, Abdussalam Ahmad, Oksi Alhadi, Mufti Habibie Alayubi, Oktaviani Aisyah Putri, Akmal Riza Wibisono, Aprilia Permata Putri, Duwi Sulistianingsih, Angelika Batubara, Nana Oktaviana, Ervina Anggraheni, Ananda Herlina Lutfitasari, Indri Ramdani, Syadiyah, Tantri Gustina Dewi, Fikri Omar Hidayat, Alfidhia Rahman Nasa Juhanda, Faadiyah Ramadhani, Nabila Cahyati, Kaylila Kireinahana, Fidira Dwi Andari, Kayla Fakhiryah Jasmine, Muhammad Fadhlhan, Afris Setiya Intan Amanda, Nickyta Shavira Maharani, Abdul Haris Zulkarnain, Ovi Apricilia, Lyla Amalia, Siti Nursaumawati, Muhammad Bintang Farras, Sherly Syahrones, Nabila Adinda Devi, Mahatma Alvinia Putri, Veronica Conny Maggie, Nurfatimah Amany, Shinta Shifana Aina Salsabila, Deva Meilina, Nindi Kusumawati, dan Much Fazrin Sepranjani Fatah. Penulis juga sangat berterima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala kebaikan, doa, dukungan, dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.

Semoga karya ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Cahya Ireno Anugrah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Angka Kematian Bayi	3
2.2 Model Konseptual McCarthy dan Maine	3
2.3 Analisis Daya Tahan	4
2.4 <i>Survival Tree</i>	5
2.5 <i>Random Survival Forest</i>	6
2.6 <i>Concordance Index</i>	7
2.7 <i>Uji Log-Rank</i>	7
III METODE	8
3.1 Data	8
3.2 Prosedur Analisis	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Eksplorasi Kurva <i>Kaplan-Meier</i>	11
4.2 Hasil Pemodelan <i>Survival Tree</i>	14
4.3 <i>Hyperparameter Tuning</i>	16
4.4 Evaluasi Model	16
4.5 Hasil Model Terbaik	17
V SIMPULAN DAN SARAN	18
5.1 Simpulan	18
5.2 Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	21
RIWAYAT HIDUP	29



DAFTAR TABEL

1	Peubah yang digunakan	9
2	Ruang <i>hyperparameter</i> yang dioptimalkan	16
3	Perbandingan peubah penting	17

DAFTAR GAMBAR

1	Modifikasi Model Konseptual McCarthy dan Maine oleh Widhi(2020)	3
2	Ilustrasi Data Tersensor Kanan	4
3	Ilustrasi algoritma <i>Random Survival Forest</i>	6
4	Bagan alur seleksi data penelitian	8
5	Skema desain studi analisis daya tahan kematian bayi di Indonesia	8
6	Kurva <i>Kaplan-Meier</i> secara keseluruhan	11
7	Kurva <i>Kaplan-Meier</i> dengan (a)tingkat pendidikan, (b)tingkat ekonomi, dan (c)perilaku merokok ibu	12
8	Kurva <i>Kaplan-Meier</i> (a)umur optimal ibu, (b)akses air, dan (c)tingkat literasi ibu	12
9	Kurva <i>Kaplan-Meier</i> (a)BBLR, (b)Imunisasi, dan (c)Ibu Bekerja	13
10	Kurva <i>Kaplan-Meier</i> (a)ANC dan (b)Tipe Residen	13
11	Visualisasi <i>Survival Tree</i> pola 1	14
12	Visualisasi <i>Survival Tree</i> pola 2	15
13	Sebaran evaluasi hasil <i>c-index training</i> dan <i>testing</i> pada metode <i>Survival Tree</i> , RSF dengan <i>base parameter</i> , dan RSF dengan <i>hyperparameter</i> terbaik,	16
14	Grafik VIMP model terbaik <i>Random Survival Forest</i>	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Sintaks Praproses Data SDKI 2017	22
2	Lampiran 2 Total ada persentase kategori kejadian kematian bayi dan amatan tersensor dari masing-masing peubah penjelas	25
3	Lampiran 3 Hasil <i>Hyperparameter tuning</i>	27