

- 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.

PERBANDINGAN OPTIMASI PADA MODEL *SURVIVAL* BERBASIS *MACHINE LEARNING* DENGAN INTEGRASI ALGORITMA LSTM DAN PENERAPANNYA PADA PASIEN ICU

SYELLA ZIGNORA LIMBA



PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR
2026



@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.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Perbandingan Optimasi pada Model *Survival* Berbasis *Machine Learning* dengan Integrasi Algoritma LSTM dan Penerapannya pada Pasien ICU” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister Statistika dan Sains Data. Karya ini 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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Syella Zignora Limba
M0501241027



RINGKASAN

SYELLA ZIGNORA LIMBA. Perbandingan Optimasi pada Model Survival Berbasis Machine Learning dengan Integrasi Algoritma LSTM dan Penerapannya pada Pasien ICU. Dibimbing oleh ANWAR FITRIANTO dan INDAHAWATI.

Unit Perawatan Intensif (ICU) merupakan lingkungan klinis dengan tingkat keparahan penyakit tinggi dan risiko mortalitas signifikan, sehingga kemampuan memprediksi waktu bertahan hidup pasien secara akurat menjadi sangat penting untuk mendukung pengambilan keputusan klinis, perencanaan terapi, serta alokasi sumber daya kesehatan yang lebih optimal. Model survival tradisional seperti *Cox Proportional Hazard* memiliki keterbatasan dalam menangkap hubungan non-linier antarvariabel serta dinamika temporal pada data klinis longitudinal, karena bergantung pada asumsi *proportional hazard* dan hubungan linier antara kovariat dan log-hazard. Keterbatasan ini menjadi semakin nyata pada data pasien ICU yang bersifat dinamis, di mana parameter fisiologis seperti tanda vital dan hasil analisis gas darah dicatat berulang kali sepanjang masa perawatan, sehingga pendekatan berbasis nilai statis tunggal kurang mampu memanfaatkan informasi tren perkembangan kondisi pasien secara optimal.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi performa tiga model survival berbasis machine learning yang diintegrasikan dengan *Long Short-Term Memory* (LSTM) sebagai pengekstraksi fitur temporal, yaitu DeepSurv, DeepHit, dan NNet-Survival, yang masing-masing dilatih dengan tiga algoritma optimasi (AdamW, RAdam, Lion), serta mengidentifikasi pengaruh algoritma optimasi, tingkat kolinieritas antar variabel prediktor, dan bentuk fungsi hazard terhadap kemampuan diskriminasi model.

Penelitian dilakukan dalam dua tahap yang saling melengkapi. Tahap pertama adalah kajian simulasi terkontrol dengan desain empat faktor (arsitektur model, algoritma optimasi, tingkat kolinieritas, dan bentuk hazard Weibull), menghasilkan 1.620 kombinasi pengamatan dari 20 replikasi dan evaluasi *5-fold cross-validation*, yang dianalisis menggunakan ANOVA empat arah dan uji lanjut Tukey HSD. Skema *nested cross-validation* diterapkan secara konsisten pada tahap ekstraksi fitur LSTM, baik pada kajian simulasi maupun data empiris, untuk mencegah kebocoran data yang dapat menghasilkan estimasi performa yang terlalu optimistis. Tahap kedua adalah validasi pada data empiris 106 pasien Unit Perawatan Intensif Rumah Sakit Unggul Karsa Medika, dengan 424 observasi longitudinal mencakup tanda vital, hasil analisis gas darah, dan data demografis, dievaluasi lewat skema *nested 5-fold stratified cross-validation* dengan dua metrik pelengkap: *concordance index* (*C-index*) untuk mengukur diskriminasi, dan *Integrated Brier Score* (IBS) untuk mengukur akurasi kalibrasi probabilitas. Optimasi hyperparameter dilakukan melalui grid search bertingkat pada setiap fold, dengan konfigurasi terbaik dipilih berdasarkan *validation split internal* agar data uji tetap independen dari proses pemilihan model.

Hasil kajian simulasi menunjukkan bahwa arsitektur model dan tingkat kolinieritas merupakan faktor paling dominan yang mempengaruhi *C-index*, dengan DeepSurv dan AdamW pada kolinieritas rendah menghasilkan performa tertinggi dan paling stabil, sedangkan DeepHit dengan Lion secara konsisten menghasilkan performa terendah. Analisis lanjutan berupa ANOVA tiga arah per tingkat

kolinieritas mengonfirmasi bahwa kolinieritas tidak hanya menekan rata-rata performa, tetapi juga meredam kekuatan hampir seluruh faktor lain, termasuk interaksi Model×Optimizer yang kehilangan signifikansinya pada kolinieritas tinggi.

Pada data empiris, model Cox-PH baseline dengan 17 kovariat klinis menghasilkan *C-index* in-sample 0,7631, dengan hanya *Glasgow Coma Scale*, Tekanan Darah Diastolik, dan Suhu Tubuh yang signifikan secara statistik, mengindikasikan multikolinieritas kuat antarparameter gas darah yang menginflasi standard error koefisien. Pada perbandingan model machine learning, NNet-Survival dengan AdamW mencapai *C-index* tertinggi (0,6639), diikuti RAdam (0,6302), sementara Cox-PH terintegrasi PCA-LSTM tetap kompetitif (0,5687), menunjukkan bahwa model statistik parametrik sederhana masih dapat bersaing dengan arsitektur deep learning pada ukuran sampel klinis yang terbatas. Evaluasi IBS mengungkap pola berkebalikan dari *C-index* (korelasi Spearman=-0,515): DeepHit, meski *C-index*-nya rendah, justru menghasilkan kalibrasi probabilitas terbaik, menegaskan bahwa diskriminasi dan kalibrasi merupakan dua dimensi kinerja model yang independen dan perlu dievaluasi secara bersamaan. Analisis *feature importance* lebih lanjut mengonfirmasi bahwa representasi temporal hasil ekstraksi LSTM merupakan prediktor paling dominan terhadap risiko kematian pasien ICU, jauh melampaui seluruh fitur klinis individual, termasuk HCO₃ dan pH sebagai dua parameter keseimbangan asam-basa dengan kepentingan tertinggi berikutnya, sejalan dengan dominasi kasus gangguan sistem respirasi pada populasi penelitian ini.

Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan model *survival machine learning* terbaik bergantung pada tujuan aplikasi klinis, yaitu stratifikasi risiko atau estimasi probabilitas, serta pentingnya evaluasi multi-metrik dan praktik metodologis yang ketat, seperti *nested cross-validation* dan regularisasi model, dalam pengembangan model prediksi survival berbasis deep learning pada data klinis dengan ukuran sampel terbatas. Secara metodologis, kajian simulasi terkontrol pada penelitian ini terbukti bermanfaat sebagai tahap validasi awal sebelum penerapan pada data empiris yang lebih kompleks dan mahal untuk diperoleh, memungkinkan identifikasi dini terhadap kombinasi model dan optimizer yang secara sistematis berperforma rendah. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pemilihan model dan algoritma optimasi yang tepat untuk memprediksi waktu bertahan hidup pasien ICU berdasarkan data klinis longitudinal, sekaligus mendukung pentingnya pencatatan dan pemanfaatan data longitudinal secara sistematis dalam sistem rekam medis elektronik.

Kata kunci: *cox Proportional hazard*, LSTM, Pasien ICU, *Survival Machine Learning*.



SUMMARY

SYELLA ZIGNORA LIMBA. Comparison of Optimization in Machine Learning-Based Survival Models with LSTM Integration and Its Application to ICU Patients. Supervised by ANWAR FITRIANTO and INDAH WATI.

The Intensive Care Unit (ICU) is a clinical environment characterized by high disease severity and significant mortality risk, making accurate prediction of patient survival time essential for supporting clinical decision-making, treatment planning, and more optimal allocation of healthcare resources. Conventional survival models such as Cox Proportional Hazard have limitations in capturing non-linear relationships and temporal dynamics in longitudinal clinical data, as they rely on the proportional hazard assumption and a linear relationship between covariates and log-hazard. This limitation becomes increasingly apparent in ICU patient data, which is inherently dynamic, with physiological parameters such as vital signs and blood gas analysis results recorded repeatedly throughout the treatment period, making single-value static approaches insufficient to fully capture the trend of a patient's clinical progression.

This study aims to evaluate the performance of three machine learning-based survival models integrated with Long Short-Term Memory (LSTM) as a temporal feature extractor, namely DeepSurv, DeepHit, and NNet-Survival, each trained with three optimization algorithms (AdamW, RAdam, Lion), and to identify the influence of optimization algorithm, predictor collinearity level, and hazard function shape on model discrimination ability.

The study was conducted in two complementary stages. The first stage was a controlled simulation study with a four-factor design (model architecture, optimizer, collinearity level, Weibull hazard shape), producing 1,620 observation combinations from 20 replications and 5-fold cross-validation, analyzed using four-way ANOVA and Tukey HSD post-hoc tests. A nested cross-validation scheme was applied consistently at the LSTM feature extraction stage, both in the simulation study and on empirical data, to prevent data leakage that could result in overly optimistic performance estimates. The second stage validated the findings on empirical data from 106 patients of the Intensive Care Unit at Unggul Karsa Medika Hospital, comprising 424 longitudinal observations covering vital signs, blood gas analysis results, and demographic data, evaluated through a nested 5-fold stratified cross-validation scheme with two complementary metrics: concordance index (*C-index*) for discrimination, and Integrated Brier Score (IBS) for calibration accuracy. Hyperparameter optimization was performed through tiered grid search at each fold, with the best configuration selected based on an internal validation split to keep the test data independent from the model selection process.

The simulation results showed that model architecture and collinearity level were the most dominant factors affecting *C-index*, with DeepSurv and AdamW at low collinearity producing the highest and most stable performance (*C-index* 0.69-0.71), while DeepHit with Lion consistently produced the lowest performance (*C-index* 0.48-0.50). Further analysis using three-way ANOVA stratified by collinearity level confirmed that collinearity not only suppressed average



performance but also dampened the strength of nearly all other factors, including the Model×Optimizer interaction, which lost significance at high collinearity.

On empirical data, the baseline Cox-PH model with 17 clinical covariates achieved an in-sample *C-index* of 0.7631, with only Glasgow Coma Scale, Diastolic Blood Pressure, and Body Temperature being statistically significant, indicating strong multicollinearity among blood gas parameters that inflated the standard errors of the coefficients. In the comparison of machine learning models, NNet-Survival with AdamW achieved the highest *C-index* (0.6639), followed by RAdam (0.6302), while Cox-PH integrated with PCA-LSTM remained competitive (0.5687), showing that simple parametric statistical models can still compete with more complex deep learning architectures on limited clinical sample sizes. IBS evaluation revealed a pattern inverse to *C-index* (Spearman correlation=-0.515): DeepHit, despite its low *C-index*, produced the best calibration, confirming that discrimination and calibration are independent performance dimensions that must be evaluated jointly. Further feature importance analysis confirmed that LSTM-derived temporal representations were the most dominant predictor of ICU patient mortality risk, far surpassing all individual clinical features, including HCO₃ and pH as the two acid-base balance parameters with the next-highest importance, consistent with the predominance of respiratory system disorder cases in the study population.

These findings confirm that the choice of the best survival machine learning model depends on the clinical application goal, namely risk stratification or probability estimation, as well as the importance of multi-metric evaluation and rigorous methodological practices, such as nested cross-validation and model regularization, in developing deep learning-based survival prediction models on clinical data with limited sample sizes. Methodologically, the controlled simulation study in this research proved valuable as an initial validation stage prior to application on more complex and costly-to-obtain empirical data, enabling early identification of model-optimizer combinations that systematically underperform. Practically, the results of this study are expected to serve as a reference for selecting appropriate models and optimization algorithms to predict ICU patient survival time based on longitudinal clinical data, while also supporting the importance of systematic longitudinal data recording and utilization in ICU electronic medical record systems.

Keywords: Cox *Proportional hazard*, ICU patients, LSTM, survival machine learning



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 2026
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.

PERBANDINGAN OPTIMASI PADA MODEL *SURVIVAL* BERBASIS *MACHINE LEARNING* DENGAN INTEGRASI ALGORITMA LSTM DAN PENERAPANNYA PADA PASIEN ICU

SYELLA ZIGNORA LIMBA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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

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.



Judul Tesis : Perbandingan Optimasi pada Model Survival Berbasis *Machine Learning* dengan Integrasi Algoritma LSTM dan Penerapannya pada Pasien ICU

Nama : Syella Zignora Limba
NIM : M0501241027

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Anwar Fitrianto, M.Sc.



Pembimbing 2:
Dr. Indahwati, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T
NIP 197503151999031004

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika
Prof. Dr. Ir. Agus Bueno, M.Si., M.Kom.
NIP 196607021993021001

Tanggal Ujian: 03 Agustus 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Judul dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Agustus 2026 ini ialah Perbandingan Optimasi pada Model Survival Berbasis *Machine Learning* dengan Integrasi Algoritma LSTM dan Penerapannya pada Pasien ICU.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Anwar Fitrianto, S.Si., M.Sc. dan Ibu Dr. Indahwati, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, ilmu, serta saran yang sangat berharga dalam penyempurnaan penelitian ini.
2. Ibu Cici Suhaeni, Ph.D, selaku penguji luar komisi pembimbing yang telah memberikan saran, masukan, dan wawasan yang berharga dalam menyempurnakan karya ilmiah ini.
3. Bapak Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T. selaku pimpinan sidang tesis sekaligus Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data atas arahan, saran, dan masukan yang bermanfaat bagi penyempurnaan karya ilmiah ini.
4. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Statistika dan Sains Data IPB University atas ilmu, pengalaman, serta pelayanan akademik yang telah diberikan selama masa studi.
5. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP), Kementerian Keuangan Republik Indonesia, atas dukungan pendanaan yang diberikan selama penulis menempuh studi magister.
6. Seluruh jajaran direksi dan pegawai pada Rumah Sakit Unggul Karsa Medika Bandung yang sudah memberikan ijin serta akses bagi saya untuk melakukan proses pengambilan data penelitian yang dalam hal ini adalah data pasien ICU demi penyelesaian tugas akhir saya.
7. Orang tua, kedua adik serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, semangat, dan dukungan yang tiada henti selama proses studi dan penyusunan tesis ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Statistika dan Sains Data IPB University serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan, kebersamaan, dan dukungan yang diberikan selama masa perkuliahan dan penelitian.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang.

Bogor, Agustus 2026

Syella Zignora Limba



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Survival Analysis</i>	5
2.2 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	6
2.3 Model <i>Survival</i> berbasis <i>Machine Learning</i>	8
2.4 <i>Cox Proportional hazard</i>	9
III KAJIAN PERBANDINGAN OPTIMASI METODE <i>SURVIVAL MACHINE LEARNING</i> DENGAN INTEGRASI LSTM PADA DATA SIMULASI	10
3.1 Abstrak	10
3.2 Pendahuluan	10
3.3 Skenario Simulasi	11
3.4 Hasil dan Pembahasan	15
3.5 Simpulan	26
IV KAJIAN PERBANDINGAN OPTIMASI PADA MODEL <i>SURVIVAL MACHINE LEARNING</i> DENGAN INTEGRASI LSTM PADA PASIEN ICU	28
4.1. Abstrak	28
4.2. Pendahuluan	28
4.3. Metodologi	29
4.4. Hasil dan Pembahasan	33
4.5. Simpulan	49
V PEMBAHASAN UMUM	51
5.1 Sintesis Alur Penelitian	51
5.2 Konvergensi dan Divergensi Temuan Antarkajian	51
5.3 Implikasi Metodologis	52
5.4 Implikasi Praktis dan Klinis	53
VI SIMPULAN UMUM DAN SARAN	54
6.1 Simpulan Umum	54
6.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	60
RIWAYAT HIDUP	61

DAFTAR TABEL

1. Deskripsi peubah dan parameter data simulasi	13
2. Hasil analisis ragam empat arah terhadap <i>C-index</i> model survival pada data simulasi	16
3. Hasil uji lanjut tukey hsd antararsitektur model survival	19
4. Hasil uji lanjut tukey hsd antar-algoritma optimasi	19
5. Hasil uji lanjut tukey hsd antartingkat kolinieritas	20
6. Hasil uji lanjut tukey hsd antarnilai parameter bentuk weibull/alfa	20
7. Ringkasan <i>C-index</i> pada kondisi performa ekstrem (20 replikasi, 5-fold <i>cross validation</i>)	22
8. Hasil anova tiga arah (model $\times$ optimizer $\times$ alfa) per tingkat	23
9. Distribusi pasien berdasarkan kategori diagnosa	33
10. Hasil analisis <i>cox Proportional hazard</i> pada data pasien ICU	37
11. Nilai <i>C-index</i> per fold untuk seluruh kombinasi model dan optimizer	41
12. Nilai ibs per fold untuk seluruh kombinasi model dan optimizer	46

DAFTAR GAMBAR

1. Ilustrasi kasus data tersensor kanan	5
2. Plot peluang normal sisaan	18
3. Plot Sisaan vs Dugaan (<i>Residuals vs Fitted Values</i>)	19
4. Plot interaksi rata-rata <i>C-index</i> berdasarkan model. Optimizer, kolinieritas dan nilai alfa	20
5. Distribusi <i>C-index</i> per model, optimizer, kolinieritas, dan alfa	21
6. Plot interaksi kolinieritas rendah	24
7. Plot interaksi kolinieritas sedang	24
8. Plot interaksi kolinieritas tinggi	25
9. Diagnostik sisaan: kolinieritas rendah	25
10. Diagnostik sisaan: kolinieritas sedang	26
11. Diagnostik sisaan: kolinieritas tinggi	26
12. Ilustrasi <i>right censoring</i> pada data empiris pasien ICU	30
13. Kurva kaplan meier keseluruhan pasien ICU	34
14. Kurva kaplan-meier berdasarkan kategori diagnosis	35
15. Kurva kaplan-meier berdasarkan jenis kelamin	36
16. Hazard ratio <i>cox Proportional hazard</i>	39
17. Distribusi <i>C-index</i> per model (5-fold <i>cross validation</i> , gabungan optimizer)	42
18. Distribusi <i>C-index</i> per model x optimizer (5-fold <i>cross validation</i>)	43
19. Kurva pelatihan (<i>validation loss per epoch</i>) deepsurv	43
20. Kurva pelatihan (<i>validation loss per epoch</i>) deephit	44
21. Kurva pelatihan (<i>validation loss per epoch</i>) NNet-survival	45
22. Ranking kalibrasi (ibs) seluruh kombinasi model dan optimizer	47
23. <i>Feature importance</i>	50



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 Dokumen etik penelitian (Pakta Integritas)

62