

SKRIPSI

PREDIKSI TINGKAT MORTALITA ASURANSI GRUP  
CACAT JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN *NEURAL  
NETWORK*



Richard Reinhart

NPM: 6161801062

PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2022

**FINAL PROJECT**

**PREDICTION OF GROUP LONG TERM DISABILITY  
MORTALITY RATE USING NEURAL NETWORK**



**Richard Reinhart**

**NPM: 6161801062**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PREDIKSI TINGKAT MORTALITA ASURANSI GRUP CACAT JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN *NEURAL NETWORK*

Richard Reinhart

NPM: 6161801062

Bandung, 18 Januari 2022

Menyetujui,

Pembimbing 1



Prof. Dr. Julius Dharma Lesmono

Pembimbing 2



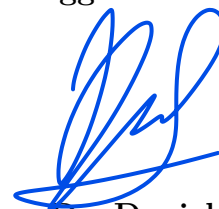
Felivia Kusnadi, M.Act.Sc.

Ketua Tim Penguji



Dr. Ferry Jaya Permana

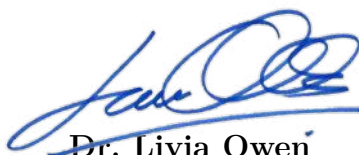
Anggota Tim Penguji



Dr. Daniel Salim

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **PREDIKSI TINGKAT MORTALITA ASURANSI GRUP CACAT JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN *NEURAL NETWORK***

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 18 Januari 2022



Richard Reinhart  
NPM: 6161801062

## ABSTRAK

Memprediksi tingkat mortalita adalah hal yang perlu dilakukan bagi suatu perusahaan asuransi untuk dapat menentukan produk asuransi, menghitung nilai premi, dan menghitung besar resiko yang akan ditanggung oleh perusahaan. Pada skripsi ini, dibahas mengenai prediksi tingkat mortalita dari data sampel Asuransi Grup Cacat Jangka Panjang dari *Society of Actuary* tahun 2017 menggunakan metode *Neural Network*. Metode *Neural Network* merupakan salah satu metode *machine learning* di mana sistem kerjanya mengikuti proses pembelajaran otak manusia yang diimplementasikan dalam sistem komputasi. Dalam proses ini, data akan dibagi menjadi *training data* dan *test data*. Model dibangun dari *training data* dan diuji akurasi dengan menghitung nilai *Mean Squared Error* menggunakan *test data*. Berdasarkan hasil prediksi dan nilai *Mean Squared Error* yang diperoleh, model *Neural Network* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan model *Random Forest*, namun tidak lebih baik dibandingkan dengan model *Decision Tree*.

**Kata-kata kunci:** Tingkat Mortalita, Asuransi Grup Cacat Jangka Panjang, *Neural Network*, *Decision Tree*, *Random Forest*, *Mean Squared Error*.

## ABSTRACT

Predicting the mortality rate is something that needs to be done for an insurance company to be able to determine insurance products, calculate premium values, and calculate the major risks that will be borne by the company. In this final project, we will discuss the prediction of the mortality rate from the Long-Term Disability Group Insurance data sample from the Society of Actuary in 2017 using the Neural Network method. The Neural Network method is one of the machine learning methods where the work system follows the learning process of the human brain which is implemented in a computing system. In the process, the data will be divided into training data and test data, then the model is built from the training data and tested for accuracy by calculating the Mean Squared Error value using test data. Based on the predicted results and Mean Squared Error obtained, the Neural Network model generate a better result than the Random Forest model, but not better than the Decision Tree model.

**Keywords:** Mortality Rate, Group Long Term Disability Insurance, Neural Network, Decision Tree, Random Forest, Mean Squared Error.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat-Nya yang setia menyertai penulis, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Skripsi yang berjudul “Prediksi Tingkat Mortalita Asuransi Grup Cacat Jangka Panjang Menggunakan *Neural Network*” ini disusun sebagai salah satu syarat wajib untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi karya yang bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya.

Penulis skripsi ini mendapat banyak ilmu, bantuan, dukungan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

- Orang tua penulis, mama Oey Indriani Widodo dan papa Auw Han Gie yang selalu berusaha memberikan yang terbaik, selalu memberikan kepercayaan kepada penulis untuk memilih jalan hidupnya, selalu mendukung baik dalam keadaan senang maupun sulit, serta adik Albert Aldridge yang menemani di rumah selama pandemi Covid-19, terima kasih.
- Bapak Prof. Dr. Julius Dharma Lesmono selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan ilmu, arahan, dan saran dengan sabar, sehingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik, terima kasih Pak Dharma.
- Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu, arahan, dan saran dengan sabar dan cepat menanggapi apabila penulis mengajukan pertanyaan, terima kasih Ibu Feli.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana selaku dosen penguji 1 yang telah memberikan arahan dan saran untuk memperbaiki dan pengembangan skripsi ini, terima kasih Pak Ferry.
- Bapak Dr. Daniel Salim selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan arahan dan saran untuk memperbaiki dan pengembangan skripsi ini, terima kasih Pak Daniel.
- Bapak Benny Yong, Ph.D. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dan nasihat sejak penulis masih menjadi mahasiswa baru (maba) sampai mampu menyelesaikan skripsinya dengan baik, terima kasih Pak Benny.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku koordinator skripsi atas segala arahannya selama menjalani mata kuliah skripsi, terima kasih Pak Liem Chin.
- Seluruh dosen FTIS, terutama dosen Program Studi Matematika, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan.
- Seluruh staf Tata Usaha dan karyawan FTIS atas bantuannya dalam menyusun jadwal, pembuatan surat, dan hal lainnya selama masa perkuliahan.

- Teman-temanku James, Rivandi, Ricardo, Michael, Felix, Andrew, Raygend, Ryo, Benny, Kenny, Vanessa, Cindy, Marilyn, Priskila, Marcella, Callista, Nadya, Vivian, dan Avelyana yang selalu menyambut saat penulis kembali ke Jakarta dan saling mendukung dalam perkuliahan dan pekerjaan.
- Teman-temanku Tung, Del, dan Jep yang selalu bersama saat bermain, berpetualang, makan, dan belajar di Bandung.
- Teman-teman Matematika 2018 yang selalu bersama dengan penulis dalam belajar, organisasi, dan bermain sejak maba sampai saat ini.
- Teman-teman Matematika angkatan 2015, 2016, 2017, 2019, dan 2020 yang siap membantu dan menjadi keluarga selama perkuliahan.
- Semua pihak yang berjasa dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat dikembangkan menjadi karya yang lebih baik lagi.

Bandung, Januari 2022

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Asuransi Grup Cacat . . . . .	5
2.2 <i>Mean Squared Error</i> (MSE) . . . . .	5
2.3 <i>Machine Learning</i> . . . . .	5
2.4 <i>Decision Tree</i> . . . . .	6
2.4.1 <i>Regression Tree</i> . . . . .	7
2.4.2 Contoh Penerapan <i>Regression Tree</i> . . . . .	8
2.5 <i>Random Forest</i> . . . . .	9
2.5.1 Contoh Penerapan <i>Random Forest</i> . . . . .	10
<b>3 <i>Neural Network</i></b>	<b>13</b>
3.1 Pengantar <i>Neural Network</i> . . . . .	13
3.2 Prinsip Dasar <i>Neural Network</i> . . . . .	13
3.3 <i>Activation Function</i> . . . . .	14
3.4 <i>Feedforward Neural Network</i> . . . . .	15
3.5 <i>Backpropagation Algorithm</i> . . . . .	16
3.6 Algoritma <i>Neural Network</i> . . . . .	19
3.7 Contoh Penerapan <i>Neural Network</i> . . . . .	20
<b>4 KONSTRUKSI MODEL DAN ANALISIS HASIL</b>	<b>23</b>
4.1 Seleksi Variabel . . . . .	23
4.1.1 Variabel Bebas yang Dimasukkan ke dalam Model Akhir . . . . .	23
4.1.2 Variabel Respon dan Pendukung . . . . .	24
4.2 Aplikasi dan Hasil Model . . . . .	24
4.3 Analisis dan Perbandingan Hasil . . . . .	26
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>29</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	29
5.2 Saran . . . . .	29



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Pemrograman Konvensional . . . . .	6
2.2	<i>Machine Learning</i> . . . . .	6
2.3	<i>Decision Tree</i> . . . . .	7
2.4	Partisi Region <i>Decision Tree</i> . . . . .	7
2.5	<i>Decision Tree</i> Data Sampel . . . . .	9
2.6	Plot <i>Random Forest</i> . . . . .	11
2.7	<i>Variable Importance</i> . . . . .	11
3.1	Arsitektur Dasar <i>Neural Network</i> . . . . .	14
3.2	Kurva <i>Sigmoid Function</i> . . . . .	15
3.3	Arsitektur <i>Feedforward Neural Network</i> . . . . .	15
3.4	<i>Backpropagation Singlelayer Perceptron</i> . . . . .	16
3.5	<i>Backpropagation Multilayer Perceptron</i> . . . . .	18
3.6	Arsitektur <i>Neural Network</i> . . . . .	20
4.1	Plot Model <i>Neural Network</i> . . . . .	25

## DAFTAR TABEL

2.1	Data Sampel <i>Regression Tree</i> . . . . .	8
2.2	Entri Data Baru yang akan Diprediksi . . . . .	8
2.3	Data Sampel <i>Random Forest</i> . . . . .	10
2.4	Data <i>Test Random Forest</i> . . . . .	10
2.5	Hasil Prediksi <i>Random Forest</i> . . . . .	11
3.1	Data Sampel . . . . .	20
3.2	Data Sampel dalam Bentuk Numerik . . . . .	20
3.3	Iterasi Pertama dari <i>Input 1</i> . . . . .	21
3.4	Iterasi Pertama dari <i>Input 2</i> . . . . .	21
3.5	Iterasi Kedua dari <i>Input 1</i> . . . . .	22
3.6	Iterasi Kedua dari <i>Input 2</i> . . . . .	22
4.1	Percobaan Pembangunan Model . . . . .	24
4.2	Hasil Prediksi Tingkat Mortalita GLTD 2017 . . . . .	25
4.3	<i>Variable Importance (%)</i> . . . . .	26
4.4	Perbandingan Nilai MSE . . . . .	26
4.5	Nilai MSE Metode <i>Neural Network</i> . . . . .	27

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan ini, manusia tidak terlepas dari banyak hal yang merugikan, seperti kesehatan yang menurun, iklim yang terus berubah tak menentu, dan kecelakaan yang tidak dapat diketahui kapan akan terjadi. Perusahaan asuransi memberikan penawaran berupa suatu produk asuransi dengan tujuan agar individu yang membeli produk asuransi tersebut dapat dibantu atau ditanggung sepenuhnya oleh perusahaan asuransi jika mengalami kerugian. Asuransi grup cacat adalah sebuah asuransi yang bertujuan untuk melindungi kelompok tenaga kerja dari risiko kerugian akibat suatu kejadian seperti kecelakaan yang mengakibatkan tertanggung tidak lagi mampu bekerja dan kehilangan pendapatannya. Asuransi grup cacat dibagi menjadi dua berdasarkan jangka waktu pemberian manfaat, yaitu asuransi grup cacat jangka pendek dan asuransi grup cacat jangka panjang. Asuransi grup cacat jangka pendek memberikan manfaat maksimal satu tahun. Asuransi grup cacat jangka panjang memberikan manfaat untuk periode waktu yang lebih lama, maksimal sampai usia pensiun. Semakin panjang masa pertanggungansan maka semakin besar premi yang dibayarkan. Namun asuransi ini hanya memberikan manfaat jika tertanggung mengalami cacat, jika tertanggung meninggal maka manfaat dari asuransi grup cacat tidak dapat diberikan.

Perusahaan asuransi memerlukan sebuah model yang dapat memprediksi tingkat mortalita untuk menghasilkan sebuah produk asuransi yang sesuai, mengingat jika tertanggung meninggal maka perusahaan asuransi tidak perlu memberikan manfaat dari asuransi grup cacat. Perhitungan matematika dapat membantu untuk membuat model tersebut, namun dikarenakan banyaknya data dan variabel bebas maka tidak mudah untuk membuat model prediksi tingkat mortalita secara manual. Pemodelan ini dapat dibantu dengan menggunakan *machine learning*.

*Machine learning* dapat diartikan sebagai mesin atau program yang dikembangkan agar mampu mempelajari data yang diberikan [1, 2]. *Machine learning* dikembangkan berdasarkan ilmu statistika, matematika, pemrograman, dan penambangan data sehingga mampu menganalisis data baru yang belum pernah dipelajari sebelumnya. Terdapat beberapa jenis metode *machine learning*, seperti *Neural Network*, *Random Forest*, dan *Nearest Neighbor*. *Neural Network* memiliki keunggulan yang berhubungan dengan data yang kompleks dan nonlinear. *Mean squared error* adalah rata-rata selisih kuadrat yang dapat digunakan untuk mengukur akurasi hasil prediksi suatu metode. Safitri dkk pada tahun 2018 menggunakan metode *Neural Network* untuk memprediksi tingkat mortalita dari penduduk Indonesia. Sawitri dkk pada tahun 2018 juga menggunakan metode *Neural Network* untuk memprediksi harga beras di kota Denpasar dari data tahun 2017. Dari kedua hasil penelitian tersebut, terlihat bahwa metode *Neural Network* mampu memprediksi dengan akurat karena diperoleh nilai MSE yang kecil, semakin kecil nilai MSE maka semakin baik hasil prediksinya [3, 4]. Pada skripsi ini, *Neural Network* akan digunakan sebagai metode dalam pembuatan model.

Dalam proses pembangunan model, setiap iterasi akan mengubah *weight value* sampai menghasilkan model dengan nilai galat terkecil. Model prediksi tingkat mortalita akan dibuat menggunakan data *Group Long Term Disability* (GLTD) dari *Society of Actuary* (SOA) tahun 2017 [5]. Data ini memiliki variabel prediktor *Disability Category*, *Duration*, *Age*, *Gender*, *Collar*, dan *Indexed Monthly Salary*, serta satu variabel respon yaitu *Actual Death Rate* atau tingkat mortalita. Berda-

sarkan [5, 6], tingkat mortalita data GLTD 2017 telah diprediksi menggunakan metode *Decision Tree* dan *Random Forest*. Hasil prediksi menggunakan model *Neural Network* akan dibandingkan dengan hasil prediksi menggunakan model *Decision Tree* dan *Random Forest*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini merupakan rumusan masalah dari skripsi ini:

1. Bagaimana cara memodelkan tingkat mortalita asuransi grup cacat menggunakan metode *Neural Network*?
2. Bagaimana cara mengetahui keakuratan pemodelan tingkat mortalita asuransi grup cacat?
3. Bagaimana pengaruh banyaknya variabel bebas dan *neuron* dalam *hidden layer* terhadap akurasi model?
4. Bagaimana perbandingan hasil prediksi tingkat mortalita menggunakan model *Decision Tree*, *Random Forest*, dan *Neural Network*?
5. Bagaimana perbandingan hasil prediksi model *Neural Network* menggunakan persentase data *training* yang berbeda-beda?

## 1.3 Tujuan

Berikut ini merupakan tujuan dari skripsi ini:

1. Memodelkan tingkat mortalita asuransi grup cacat secara regresif menggunakan metode *Neural Network*;
2. Menganalisis keakuratan prediksi tingkat mortalita asuransi grup cacat dengan menghitung nilai *Mean Squared Error*;
3. Mengetahui pengaruh banyaknya variabel bebas dan *neuron* dalam *hidden layer* terhadap akurasi model;
4. Membandingkan hasil prediksi tingkat mortalita menggunakan model *Decision Tree*, *Random Forest*, dan *Neural Network*;
5. Membandingkan hasil prediksi model *Neural Network* menggunakan persentase data *training* yang berbeda-beda.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam skripsi ini terdapat batasan masalah, yaitu orang yang telah mengalami cacat akan mengalami kematian, tidak dapat sembuh kembali.

## 1.5 Sistematika Pembahasan

- BAB 1: PENDAHULUAN  
Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika pembahasan.
- BAB 2: LANDASAN TEORI  
Bab ini membahas teori-teori yang mendukung dalam penulisan skripsi ini.
- BAB 3: *NEURAL NETWORK*  
Bab ini membahas prinsip dasar *neural network*, *activation function*, *feedforward neural network*, dan *backpropagation algorithm*.
- BAB 4: KONSTRUKSI MODEL DAN ANALISIS HASIL  
Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah pembuatan model *neural network*, menganalisis, dan membandingkan hasilnya dengan model *decision tree* dan *random forest*.

- BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis model dan memberikan saran untuk pembahasan lebih lanjut mengenai topik ini.