

## Pemodelan Data Besar Kerugian Asuransi Kendaraan Bermotor di Indonesia Menggunakan Distribusi *Weibull-Loss*

Disa Fauzana\*, Aceng Komarudin Mutaqin

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*disafauzanaa@gmail.com, aceng.k.mutaqin@gmail.com

**Abstract.** Loss data modelling is one of important stages in predicting future premiums. Modelling distribution loss data with heavy tailed is prominent research topic. Weibull distribution is a heavy tailed distribution, so that it becomes the initial choice to be used in modeling heavy tailed losses in the finance and insurance. However, the Weibull distribution fails to modelling loss data with large losses. To overcome the problems that existed in the previous distributions, it is necessary to propose a new distribution. A new family of distributions is considered to model loss data for heavy tailed. One of the distributions included in the above distribution family is the three-parameter *Weibull-Loss* distribution. In this article the *Weibull-Loss* distribution will be applied to loss data on motor vehicle insurance losses in Indonesia. The procedures for modeling loss data using the *Weibull-Loss* distribution are: (1) formulating the research hypothesis, (2) estimating the parameters of the *Weibull-Loss* distribution using the maximum likelihood estimation method, (3) testing the fit of the distribution using the Kolmogorov-Smirnov method. The materials used are secondary data obtained from the insurance company PT. XY year 2014, the data contains partial loss data of motor vehicle insurance holders at Category 8 Region 2 which consists of the DKI Jakarta, West Java and Banten areas. The calculation results show the motor vehicle insurance loss data at the insurance company PT. XY year 2014 Category 8 Region 2 in Indonesia comes from a population with a *Weibull-Loss* distribution.

**Keywords:** *Family of Loss Distribution, Kolmogorov-Smirnov Method, Insurance, Weibull-Loss Distribution, Partial Loss Data.*

**Abstrak.** Pemodelan data besar kerugian merupakan salah satu tahapan penting dalam memprediksi premi di masa depan. Pemodelan distribusi besar kerugian dengan heavy tailed (ekor tebal) adalah topik penelitian yang menonjol. Distribusi Weibull termasuk distribusi heavy tailed, sehingga menjadi pilihan awal untuk digunakan dalam memodelkan besar kerugian dengan heavy tailed di bidang keuangan dan asuransi. Namun demikian distribusi Weibull gagal untuk memodelkan data besar kerugian yang nilainya besar-besar. Untuk mengatasi masalah yang ada pada distribusi-distribusi sebelumnya, perlu diusulkan distribusi baru. Keluarga distribusi baru dipertimbangkan untuk memodelkan data besar kerugian untuk heavy tailed. Salah satu distribusi yang termasuk keluarga distribusi di atas adalah distribusi *Weibull-Loss* tiga parameter. Dalam artikel ini distribusi *Weibull-Loss* akan diterapkan pada data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor di Indonesia. Prosedur pemodelan data besar kerugian menggunakan distribusi *Weibull-Loss* adalah: (1) merumuskan hipotesis penelitian, (2) menaksir parameter distribusi *Weibull-Loss* menggunakan metode penaksiran kemungkinan maksimum, (3) uji kecocokan distribusi menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Bahan yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan asuransi PT. XY tahun 2014, data tersebut berisi data besar kerugian Partial Loss pemegang asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 yaitu kendaraan jenis Roda dua di Wilayah 2 yang terdiri dari daerah DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Banten. Hasil perhitungan menunjukkan data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor pada perusahaan asuransi PT. XY tahun 2014 Kategori 8 Wilayah 2 di Indonesia berasal dari populasi yang berdistribusi *Weibull-Loss*.

**Kata Kunci:** *Asuransi, Distribusi Weibull-Loss, Uji Kolmogorov-Smirnov, Keluarga Distribusi Kerugian, Partial Loss.*

## A. Pendahuluan

Setiap manusia akan dihadapkan dengan risiko dalam setiap keputusan yang akan diambil olehnya. Keadaan dimana manusia dihadapkan pada kerugian yang tidak pasti, itulah yang disebut risiko. Risiko yang terjadi dapat berupa kehilangan, kecelakaan, dan lain sebagainya. Manusia tentunya tidak bisa memprediksi kapan risiko ini terjadi dan manusia tidak akan mengetahui besarnya risiko yang akan dihadapi.

Kendaraan bermotor menjadi pilihan utama manusia untuk berpergian dari satu tempat ke tempat lain yang menyebabkan jumlah kendaraan bermotor semakin meningkat dan kondisi lalu lintas menjadi semakin padat sehingga meningkatkan risiko yang mungkin terjadi kepada pengendara seperti kecelakaan, kehilangan, dan lain sebagainya. Allah berfirman dalam Q.S Al-Hasyr ayat 18 “Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok; dan bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.” yang berarti manusia hendaknya mempersiapkan masa depan atau hari esok dengan meminimalisir risiko. Oleh karena itu untuk mencegah dan meminimalisir risiko atau kerugian yang akan terjadi, manusia membutuhkan pihak lain yang dapat membantu membuat risiko yang tidak pasti menjadi sebuah kepastian dengan mengalihkan risiko kepada pihak luar, yaitu perusahaan asuransi.

Asuransi merupakan bentuk pelimpahan atau pengalihan risiko dari pihak pertama atau tertanggung kepada pihak kedua atau penanggung, dimana pelimpahan risiko tersebut diatur dengan aturan-aturan hukum yang disetujui oleh kedua belah pihak. Aturan hukum tersebut membuat kedua belah pihak memiliki keterikatan satu sama lain dimana pihak tertanggung harus membayar sejumlah dana atau premi kepada pihak penanggung dan dibuktikan dengan adanya polis asuransi.

Oleh karena pihak perusahaan asuransi (penanggung) harus menanggung risiko pihak tertanggung, maka pihak asuransi akan membayarkan uang pertanggungan jika pemilik polis asuransi mengalami kerugian. Uang pertanggungan yang dibayarkan oleh perusahaan asuransi bisa juga disebut dengan besar klaim atau besar kerugian, yaitu besar nominal yang harus diberikan oleh pihak penanggung kepada pihak tertanggung jika terjadi kerugian yang sesuai dengan polis asuransi yang sudah disetujui.

Pemodelan data besar kerugian merupakan salah satu tahapan penting dalam memprediksi premi di masa depan. Pemodelan distribusi besar kerugian dengan heavy tailed (ekor tebal) adalah topik penelitian yang menonjol. Banyak distribusi heavy tailed diusulkan untuk memodelkan distribusi besar kerugian seperti distribusi Pareto, lognormal, Lomax, Burr, Weibull, dan gamma. Distribusi Pareto tidak memberikan kecocokan yang lebih baik untuk banyak aplikasi karena bentuk fungsi densitasnya yang menurun secara monoton (Cooray dan Ananda, 2005). Di sisi lain distribusi lognormal dan gamma mempunyai bentuk fungsi distribusi yang tidak lengkap, yang menyebabkan kesulitan dalam proses estimasi dan perhitungan sifat matematis. Sedangkan distribusi Weibull yang pertama kali diperkenalkan oleh Waloddi Weibull pada tahun 1939, distribusi Weibull merupakan distribusi peluang kontinu (Adisti dan Mutaqin, 2020) termasuk distribusi heavy tailed, sehingga menjadi pilihan awal untuk digunakan dalam memodelkan besar kerugian dengan heavy tailed di bidang keuangan dan asuransi (Zubair, dkk. (2019)). Namun demikian distribusi Weibull gagal untuk memodelkan data besar kerugian yang nilainya besar-besar. Untuk mengatasi masalah yang ada pada distribusi-distribusi sebelumnya, perlu diusulkan distribusi baru. Zubair, dkk. (2019) memperkenalkan keluarga distribusi baru yang dapat dipertimbangkan untuk memodelkan data besar kerugian untuk heavy tailed. Salah satu distribusi yang termasuk keluarga distribusi di atas adalah distribusi *Weibull-Loss* tiga parameter. Zubair dkk. (2019) menerapkan distribusi *Weibull-Loss* pada data kerugian asuransi kendaraan bermotor. Dalam artikel ini distribusi *Weibull-Loss* akan diterapkan pada data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor di Indonesia. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “bagaimana menerapkan distribusi *Weibull-Loss* pada data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor di Indonesia?” Selanjutnya tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut: “untuk menerapkan distribusi *Weibull-Loss* pada data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor di Indonesia”.

## B. Metodologi Penelitian

Peneliti menggunakan metode teknik analisis korelasional dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Populasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah siswa SMA Negeri 12 Bandung yang berjumlah 1.023 siswa.

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan asuransi PT. XY tahun 2014. Data tersebut berisi data besar kerugian *Partial Loss* untuk pemegang polis asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 yaitu kendaraan jenis Roda dua di Wilayah 2 yang terdiri dari daerah DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Banten. Data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Besar Kerugian Asuransi Kendaraan Bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY Tahun 2014

No	Besar Kerugian (Rupiah)
1	86.000
2	194.700
3	206.000
4	225.000
5	225.000
⋮	⋮
74	9.985.000
75	12.275.000
76	13.630.000
77	14.200.000
78	16.124.000

Sumber: PT. XY Tahun 2014

### Langkah analisis data

Untuk mencapai tujuan penelitian perlu dilakukan beberapa tahapan analisis. Tahapan tersebut diuraikan sebagai berikut:

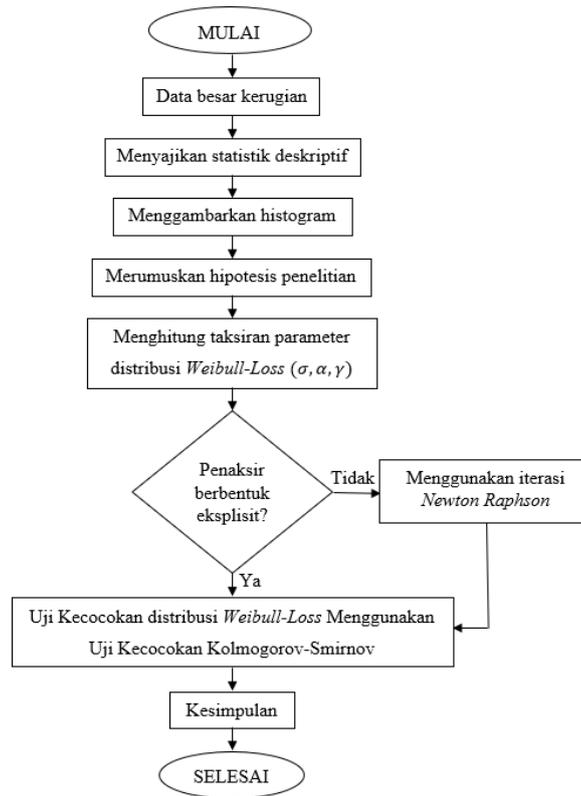
1. Membuat statistik deskriptif data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014.
2. Membuat histogram data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014.
3. Mengurutkan data besar kerugian dari nilai terkecil ke nilai terbesar
4. Membuat hipotesis penelitian untuk uji kecocokan distribusi *Weibull-Loss* menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov adalah sebagai berikut:  
 $H_0$ : Data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 berasal dari populasi yang berdistribusi *Weibull-Loss*.  
 $H_1$ : Data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 Indonesia bukan berasal dari populasi yang berdistribusi *Weibull-Loss*.
5. Menaksir parameter distribusi *Weibull-Loss* ( $\sigma, \alpha, \gamma$ ) dengan menggunakan iterasi Newton Raphson dengan langkah-langkah sebagai berikut:  
 Langkah 1: Menentukan nilai awal untuk taksiran parameter  $\sigma$  dari simpangan baku data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor kategori 8 wilayah 2 PT. XY tahun 2014.  
 Langkah 2: Menentukan nilai awal untuk taksiran parameter  $\alpha$  dan  $\gamma$  dari parameter distribusi Weibull untuk data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor kategori 8 wilayah 2 PT. XY tahun 2014.  
 Langkah 3: Menghitung nilai-nilai turunan parsial pertama dari fungsi log-likelihood pada setiap parameter distribusi *Weibull-Loss* ( $\sigma, \alpha, \gamma$ ).  
 Langkah 4: Menghitung nilai-nilai yang ada pada matriks Hessian yang merupakan turunan kedua fungsi log-likelihood.

Langkah 5: Menghitung taksiran parameter distribusi *Weibull-Loss* secara iteratif menggunakan iterasi *Newton Raphson*.

Langkah 6: Iterasi dihentikan jika nilai  $|v^{(r+1)} - v^{(r)}| \leq 1 \times 10^{-5}$

6. Menghitung fungsi distribusi kumulatif dari distribusi *Weibull-Loss*.
7. Menghitung fungsi distribusi kumulatif empirik.
8. Menghitung nilai statistik uji Kolmogorov-Smirnov.
9. Membandingkan nilai statistik uji Kolmogorov-Smirnov dengan nilai kritis untuk taraf nyata yang telah ditentukan.
10. Tolak hipotesis nol jika nilai statistik uji lebih besar dari nilai kritisnya

Gambar 1 menyajikan diagram alir penelitian pada artikel ini dari awal hingga selesai.



Gambar 1. Diagram Alir

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Statistik Deskriptif

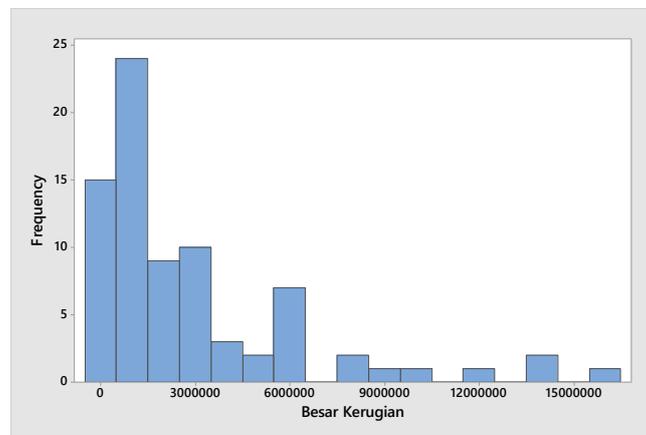
Dapat dihitung statistik data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014. Tabel 2 menyajikan statistik tersebut.

**Tabel 2.** Statistik Data Besar Kerugian Asuransi Kendaraan Bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014

Statistik	Nilai
Rata-rata	2.931.477
Simpangan Baku	3.455.523
Minimum	86.000
Maksimum	16.124.000

Berdasarkan Tabel 2, data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8

wilayah 2 PT. XY tahun 2014 memiliki nilai rata-rata sebesar Rp2.931.477, simpangan baku sebesar Rp3.455.523, dengan besar kerugian terkecil sebesar Rp86.000 dan besar kerugian terbesar sebesar Rp16.124.000.



**Gambar 2.** Histogram Data Kerugian Asuransi Kendaraan Bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa kemiringan dari distribusi datanya miring ke kanan yang artinya ekor bagian kanannya lebih panjang. Oleh karena itu data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 bisa digunakan menggunakan pendekatan distribusi *Weibull-Loss*.

#### Taksiran Parameter Distribusi *Weibull-Loss*

Dalam bagian ini akan dilakukan penaksiran parameter distribusi *Weibull-Loss*. Dikarenakan taksiran parameternya tidak dapat diselesaikan secara eksplisit, maka penaksiran parameter dilakukan menggunakan metode penaksiran kemungkinan maksimum melalui iterasi *Newton Raphson*. Perangkat lunak Rstudio akan digunakan untuk membantu menghitung taksiran parameter tersebut. Nilai awal untuk taksiran parameter  $\sigma$  menggunakan nilai simpangan baku data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY Tahun 2014, yaitu  $\sigma=3.455.523$ . Sementara itu, nilai awal untuk taksiran parameter  $\alpha$  dan  $\gamma$  menggunakan nilai taksiran parameter kemungkinan maksimum  $\alpha$  dan  $\gamma$  dari distribusi Weibull untuk data kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 yang diperoleh dengan bantuan perangkat lunak EasyFit, yaitu  $\alpha=1,0201$  dan  $\gamma= 2.646.300$ . Tabel 3 menyajikan nilai awal untuk taksiran parameter distribusi *Weibull-Loss*.

**Tabel 3.** Nilai Awal Parameter Distribusi *Weibull-Loss*

$\sigma$	$\alpha$	$\gamma$
3.455.523	1,0201	2.646.300

Dengan bantuan perangkat lunak Rstudio untuk menjalankan proses iterasi *Newton Raphson*, diperoleh nilai taksiran parameter distribusi *Weibull-Loss*, yaitu  $\hat{\sigma} = 3.419.734$ ;  $\hat{\alpha} = 0,798557$ ;  $\hat{\gamma} = 0,000006$ . Tabel 4 menyajikan nilai taksiran parameter distribusi *Weibull-Loss* untuk data kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014.

**Tabel 4.** Hasil Iterasi *Newton Raphson*

$\hat{\sigma}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$	Jumlah Iterasi
3.419.734	0,798557	0,000006	53

#### Uji Kecocokan Distribusi *Weibull-Loss*

Hipotesis uji kecocokan distribusi *Weibull-Loss* untuk data besar kerugian asuransi kendaraan

bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov adalah sebagai berikut:

$H_0$ : Data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 berasal dari populasi yang berdistribusi *Weibull-Loss*.

$H_1$ : Data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 bukan berasal dari populasi yang berdistribusi *Weibull-Loss*.

Dengan taksiran parameter distribusi *Weibull-Loss* yang terdapat pada Tabel 3, maka dapat diperoleh taksiran nilai fungsi distribusi kumulatif distribusi *Weibull-Loss* untuk data kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014. Misalkan untuk data pertama,  $x_1=86.000$ , taksiran nilai fungsi distribusi kumulatifnya sebagai berikut:

$$\hat{F}(x_1) = 1 - \frac{(3419734)e^{-((0,000006)(86.000)^{(0,798557)}}}{3419734 + (0,000006)(86.000)^{(0,798557)}} = 0,051652$$

Nilai fungsi distribusi kumulatif distribusi *Weibull-Loss* untuk data selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama seperti pada data pertama yang disajikan pada Tabel 5. Tabel 2 kolom (1) menjelaskan urutan dari data, kolom (2) merupakan data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014, kolom (3) berisikan taksiran nilai fungsi distribusi empirik dari data besar kerugian, kolom (4) merupakan nilai fungsi distribusi kumulatif dari distribusi *Weibull-Loss*, dan kolom (5) merupakan nilai mutlak dari nilai fungsi distribusi empirik dikurangi nilai fungsi distribusi kumulatif dari distribusi *Weibull-Loss*.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Uji Kolmogorov-Smirnov untuk Data Besar Kerugian Asuransi Kendaraan Bermotor Kategori 8 PT. XY tahun 2014

Data( $i$ )	$x_i$	$F_n(x_i)$	$\hat{F}(x_i)$	$ F_n(x_i) - \hat{F}(x_i) $
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	86.000	0,012821	0,051652	0,038832
2	194.700	0,025641	0,096830	0,071189
3	206.000	0,038462	0,101058	0,062597
4	225.000	0,051282	0,108022	0,056740
5	225.000	0,064103	0,108022	0,043919
6	248.000	0,076923	0,116225	0,039302
7	307.850	0,089744	0,136563	0,046819
8	311.000	0,102564	0,137597	0,035033
9	317.000	0,115385	0,139558	0,024173
10	340.000	0,128205	0,146966	0,018761
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
78	16.124.000	1,000000	0,968714	0,031286

Dari Tabel 5 kolom (5), dapat diperoleh nilai statistik uji kecocokan Kolmogorov-Smirnov untuk distribusi *Weibull-Loss* sebagai berikut:

$$D = \max_{1 \leq i \leq n} |F_n(x_i) - \hat{F}(x_i)| = 0,136475$$

Dengan taraf nyata  $\alpha=0,05$ , dapat diperoleh nilai kritis uji Kolmogorov-Smirnov yaitu:

$$\frac{1,36}{\sqrt{n}} = \frac{1,36}{\sqrt{78}} = 0,153990$$

Terlihat bahwa nilai statistik ujinya lebih kecil dari nilai kritisnya pada  $\alpha=5\%$ . Dengan demikian hipotesis nol diterima dan dapat disimpulkan bahwa data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor Kategori 8 Wilayah 2 PT. XY tahun 2014 berasal dari populasi yang berdistribusi *Weibull-Loss*.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian adalah Hasil penerapan distribusi *Weibull-Loss* pada data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor pada perusahaan asuransi PT. XY tahun 2014 Kategori 8 Wilayah 2 di Indonesia menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov didapat kesimpulan bahwa data besar kerugian asuransi kendaraan bermotor pada perusahaan asuransi PT. XY tahun 2014 Kategori 8 Wilayah 2 di Indonesia berasal dari populasi yang berdistribusi *Weibull-Loss*.

### **Acknowledge**

Penelitian ini dapat terlaksana berkat adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT, kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, Bapak Dr. Aceng Komarudin Mutaqin, S.Si., M.T., M.Si. yang telah memberikan masukan kepada penulis, bapak/ibu dosen Statistika Unisba yang telah membagikan ilmu pengetahuannya, dan teman-teman yang selalu memberikan bantuan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan perkuliahan ini.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Adisti, R. I., & Mutaqin, A. K. (2020). *Uji Kecocokan Distribusi Weibull untuk Data Besar Klaim Asuransi Kendaraan Bermotor di Indonesia*. Prosiding Statistika.
- [2] Ahmad, Z., Mahmoudi, E., & Hamedani, G. (2019). *A Family Of Loss Distribution With an Application to The Vehicle Insurance Loss Data*. Pakistan Journal Of Statistics and Operation Research, 731-744.
- [3] Cooray, K., & Ananda, M. M. (2005). *Modeling Actuarial Data With A Composite Lognormal-Pareto Model*. Scandinavian Actuarial Journal, 331-334.
- [4] Kania, Dwi Sekar, Mutaqin, Aceng Komarudin. (2022). *Perhitungan Premi Risiko Asuransi Kendaraan Bermotor Berdasarkan Data Frekuensi dan Besar Klaim*. Jurnal Riset Statistika 2(2). 111-118.