

# DAFTAR ISI

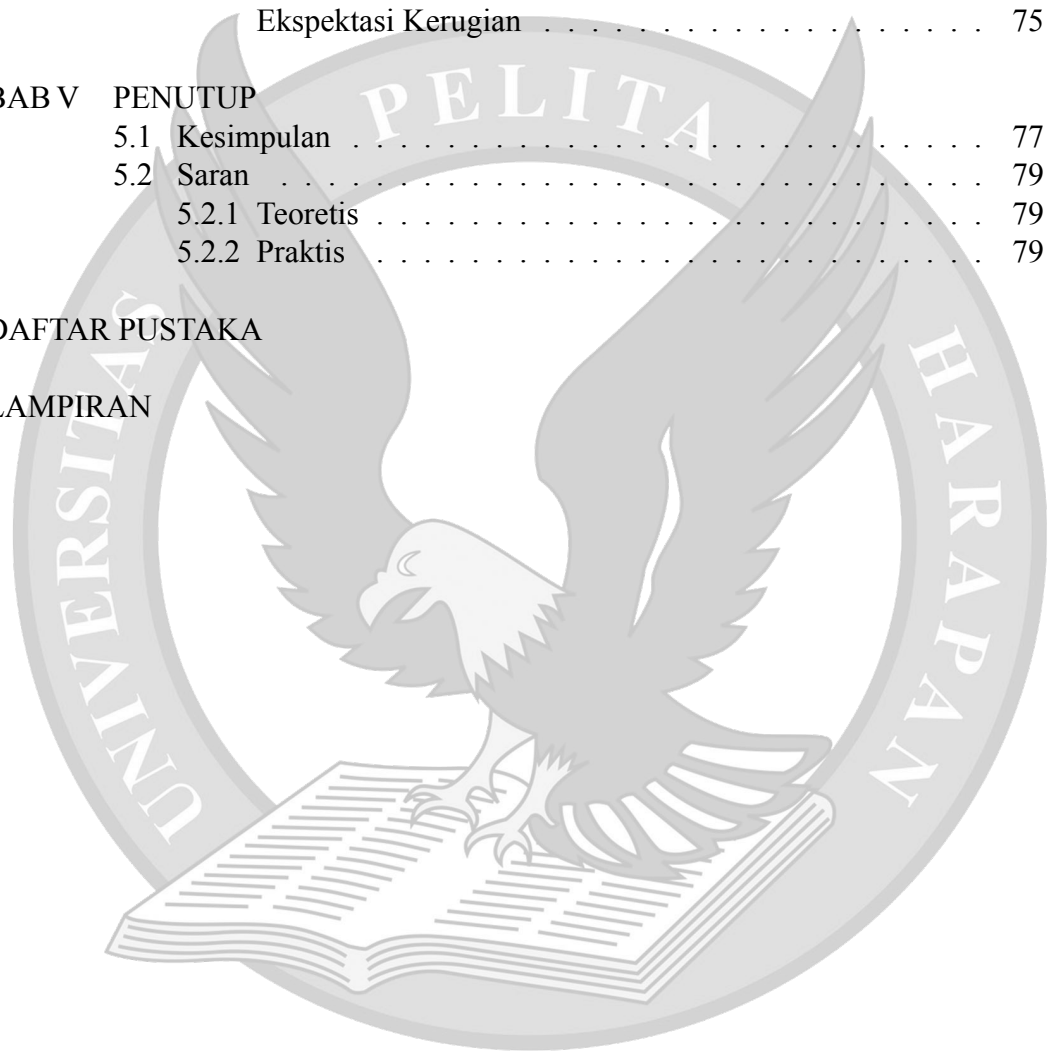
halaman

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	
ABSTRAK . . . . .	v
<i>ABSTRACT</i> . . . . .	vi
KATA PENGANTAR . . . . .	vii
DAFTAR ISI . . . . .	ix
DAFTAR GAMBAR . . . . .	xiii
DAFTAR TABEL . . . . .	xiv
DAFTAR LAMPIRAN . . . . .	xvii
BABI PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan Penelitian . . . . .	3
1.4 Batasan Masalah . . . . .	3
1.5 Manfaat Penelitian . . . . .	3
1.5.1 Manfaat Teoretis . . . . .	4
1.5.2 Manfaat Praktis . . . . .	4
1.6 Sistematika Penulisan . . . . .	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Model Regresi Linier Umum . . . . .	6
2.2 <i>Generalized Linear Models</i> (GLM) . . . . .	7
2.2.1 Asumsi (GLM) . . . . .	8
2.2.2 <i>Exponential Family Distributions</i> . . . . .	9
2.2.2.1 Fungsi Variansi dan Hubungan antara Variansi dan Rata-Rata . . . . .	11
2.2.3 Fungsi Hubung . . . . .	12
2.2.3.1 Fungsi Hubung Kanonik . . . . .	13
2.2.4 <i>Maximum Likelihood Estimation</i> (MLE) . . . . .	14
2.2.5 Aplikasi . . . . .	16
2.2.5.1 <i>Offset</i> . . . . .	17
2.3 <i>Frequency and Severity Models</i> . . . . .	17
2.3.1 Notasi . . . . .	17
2.3.2 Distribusi Data Frekuensi Klaim . . . . .	18
2.3.2.1 Poisson . . . . .	18
2.3.2.2 Negatif Binomial . . . . .	19
2.3.3 Distribusi Data Kejadian Klaim (Binomial) . . . . .	20
2.3.4 Distribusi Data Besar Klaim . . . . .	20

2.3.4.1	Gamma	20
2.3.4.2	Inverse Gaussian	21
2.3.5	Premi Murni	21
2.4	<i>Linear Mixed Model (LMM)</i>	22
2.4.1	Asumsi dan Notasi	22
2.4.2	<i>Random Effects</i>	23
2.5	<i>Generalized Linear Mixed Models</i>	25
2.5.1	<i>Extending GLM with Random Effects</i>	25
2.6	<i>Model Adequacy</i>	26
2.6.1	<i>Log-likelihood</i>	26
2.6.2	<i>Akaike Information Criterion (AIC)</i>	27
2.6.3	<i>Mean Squared Error (MSE)</i>	27
2.6.4	<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	27
2.7	Tinjauan Pustaka	28
BAB III	METODE PENELITIAN	
3.1	Pra-Pemrosesan Data	30
3.1.1	Pengambilan Data	30
3.1.2	Pembersihan Data	31
3.2	Pembagian Data	31
3.3	Pembentukan Model	31
3.3.1	Pembentukan GLM	32
3.3.1.1	Fungsi Hubung	33
3.3.1.2	Variabel <i>offset</i>	33
3.3.1.3	Pemodelan Frekuensi Klaim dan Besarnya Klaim	33
3.3.1.4	Prediksi	33
3.3.1.5	Pemodelan Premi Murni	34
3.3.2	Pembentukan GLMM	34
3.3.2.1	Kategori Variabel	35
3.3.2.2	Pemodelan Frekuensi Klaim dan Besarnya Klaim	35
3.3.2.3	Pemodelan Premi Murni	35
3.3.3	Kombinasi GLM dan GLMM dalam memodelkan Premi Murni	36
3.4	Evaluasi Performa GLM dan GLMM	37
3.5	Analisis Faktor Risiko	38
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1	Data	39
4.2	Pemodelan dengan Seluruh Data	40
4.2.1	Model GLM Poisson	40
4.2.2	Model GLMM Poisson	40
4.2.3	Model GLM Negatif Binomial	43
4.2.4	Model GLMM Negatif Binomial	44
4.2.5	Model GLM Binomial	46

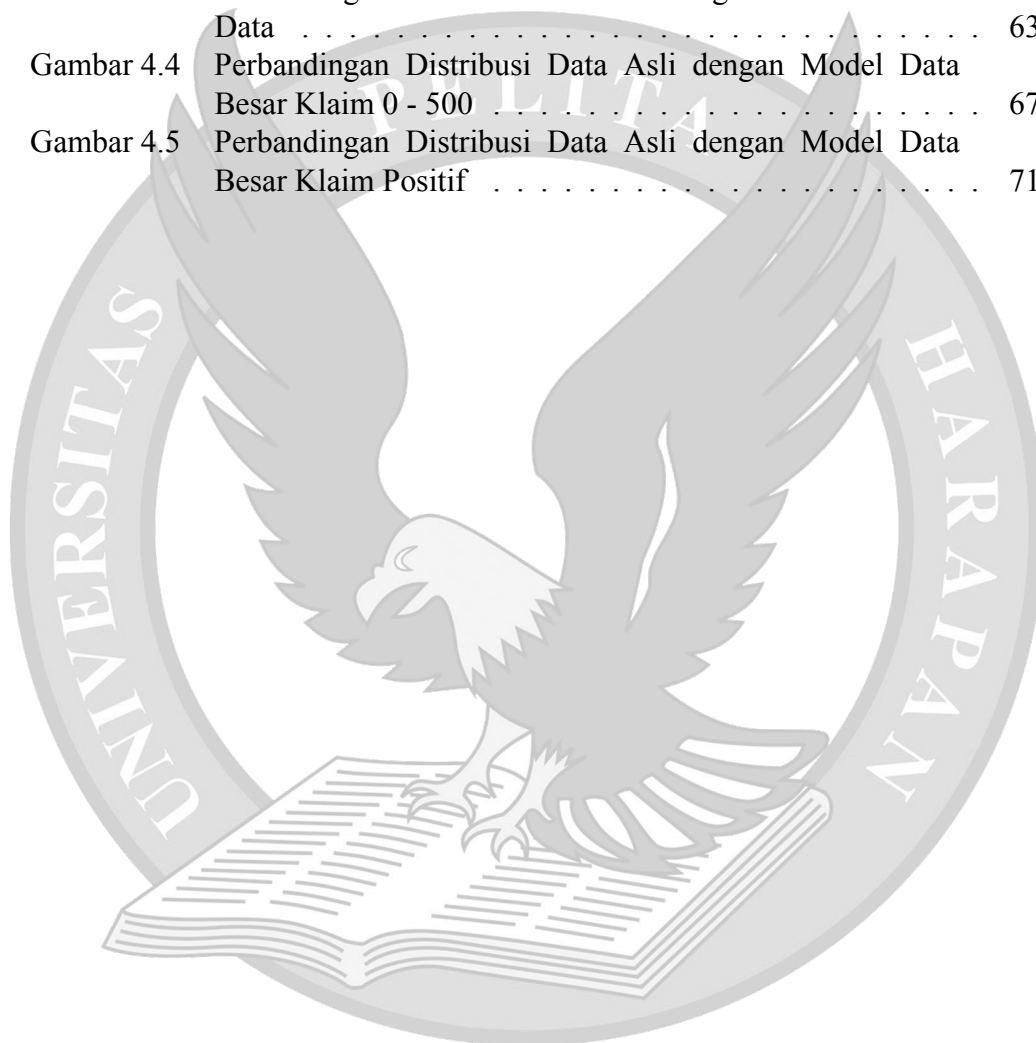
4.2.6	Model GLMM Binomial . . . . .	47
4.2.7	Model GLM Inverse Gaussian . . . . .	49
4.2.7.1	Pembayaran Klaim Individual . . . . .	49
4.2.7.2	Pembayaran Jumlah Klaim . . . . .	50
4.2.8	Model GLMM Inverse Gaussian . . . . .	51
4.2.8.1	Pembayaran Klaim Individual . . . . .	51
4.2.8.2	Pembayaran Jumlah Klaim . . . . .	53
4.2.9	Model GLM Gamma . . . . .	55
4.2.9.1	Pembayaran Klaim Individual . . . . .	55
4.2.9.2	Pembayaran Jumlah Klaim . . . . .	56
4.2.10	Model GLMM Gamma . . . . .	57
4.2.10.1	Pembayaran Klaim Individual . . . . .	57
4.2.10.2	Pembayaran Jumlah Klaim . . . . .	58
4.3	Analisis Performa Model dengan Seluruh Data . . . . .	60
4.3.1	GLM untuk Frekuensi dan Besar Klaim . . . . .	60
4.3.2	GLMM untuk Frekuensi dan Besar Klaim . . . . .	60
4.3.3	GLMM untuk Frekuensi Klaim dan GLM untuk Besar Klaim . . . . .	61
4.3.4	GLM untuk Frekuensi Klaim dan GLMM untuk Besar Klaim . . . . .	61
4.3.5	Kombinasi Model dari Setiap Kelas untuk Seluruh Data . . . . .	62
4.4	Analisis Performa Model dengan Besar Klaim Bernilai antara 0 hingga 500 . . . . .	63
4.4.1	GLM untuk Frekuensi dan Besar Klaim . . . . .	64
4.4.2	GLMM untuk Frekuensi dan Besar Klaim . . . . .	64
4.4.3	GLMM untuk Frekuensi Klaim dan GLM untuk Besar Klaim . . . . .	65
4.4.4	GLM untuk Frekuensi Klaim dan GLMM untuk Besar Klaim . . . . .	65
4.4.5	Kombinasi Model dari Setiap Kelas untuk Data Besar Klaim 0 - 500 . . . . .	66
4.5	Analisis Performa Model dengan Besar Klaim Positif . . . . .	67
4.5.1	GLM untuk Frekuensi dan Besar Klaim . . . . .	68
4.5.2	GLMM untuk Frekuensi dan Besar Klaim . . . . .	68
4.5.3	GLMM untuk Frekuensi Klaim dan GLM untuk Besar Klaim . . . . .	69
4.5.4	GLM untuk Frekuensi Klaim dan GLMM untuk Besar Klaim . . . . .	69
4.5.5	Kombinasi Model dari Setiap Kelas untuk Data Besar Klaim Positif . . . . .	70
4.6	Analisis Performa Model dengan Seluruh Data dari Masing-Masing Jenis Kendaraan Bermotor . . . . .	71
4.7	Analisis Faktor Risiko . . . . .	73

4.7.1 Analisis Pengaruh Variabel <i>Gender</i> terhadap Ekspektasi Kerugian . . . . .	73
4.7.2 Analisis Pengaruh Variabel <i>DrivAge</i> terhadap Ekspektasi Kerugian . . . . .	73
4.7.3 Analisis Pengaruh Variabel <i>VehValue</i> terhadap Ekspektasi Kerugian . . . . .	74
4.7.4 Analisis Pengaruh Variabel <i>VehAge</i> terhadap Ekspektasi Kerugian . . . . .	75
4.7.5 Analisis Pengaruh Variabel <i>VehBody</i> terhadap Ekspektasi Kerugian . . . . .	75
 BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan . . . . .	77
5.2 Saran . . . . .	79
5.2.1 Teoretis . . . . .	79
5.2.2 Praktis . . . . .	79
 DAFTAR PUSTAKA	
 LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian . . . . .	29
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembentukan GLM . . . . .	32
Gambar 3.3 Diagram Alir Pembentukan GLMM . . . . .	34
Gambar 4.1 Cuplikan Data Penelitian . . . . .	39
Gambar 4.2 Rangkuman Data Penelitian . . . . .	39
Gambar 4.3 Perbandingan Distribusi Data Asli dengan Model Seluruh Data . . . . .	63
Gambar 4.4 Perbandingan Distribusi Data Asli dengan Model Data Besar Klaim 0 - 500 . . . . .	67
Gambar 4.5 Perbandingan Distribusi Data Asli dengan Model Data Besar Klaim Positif . . . . .	71

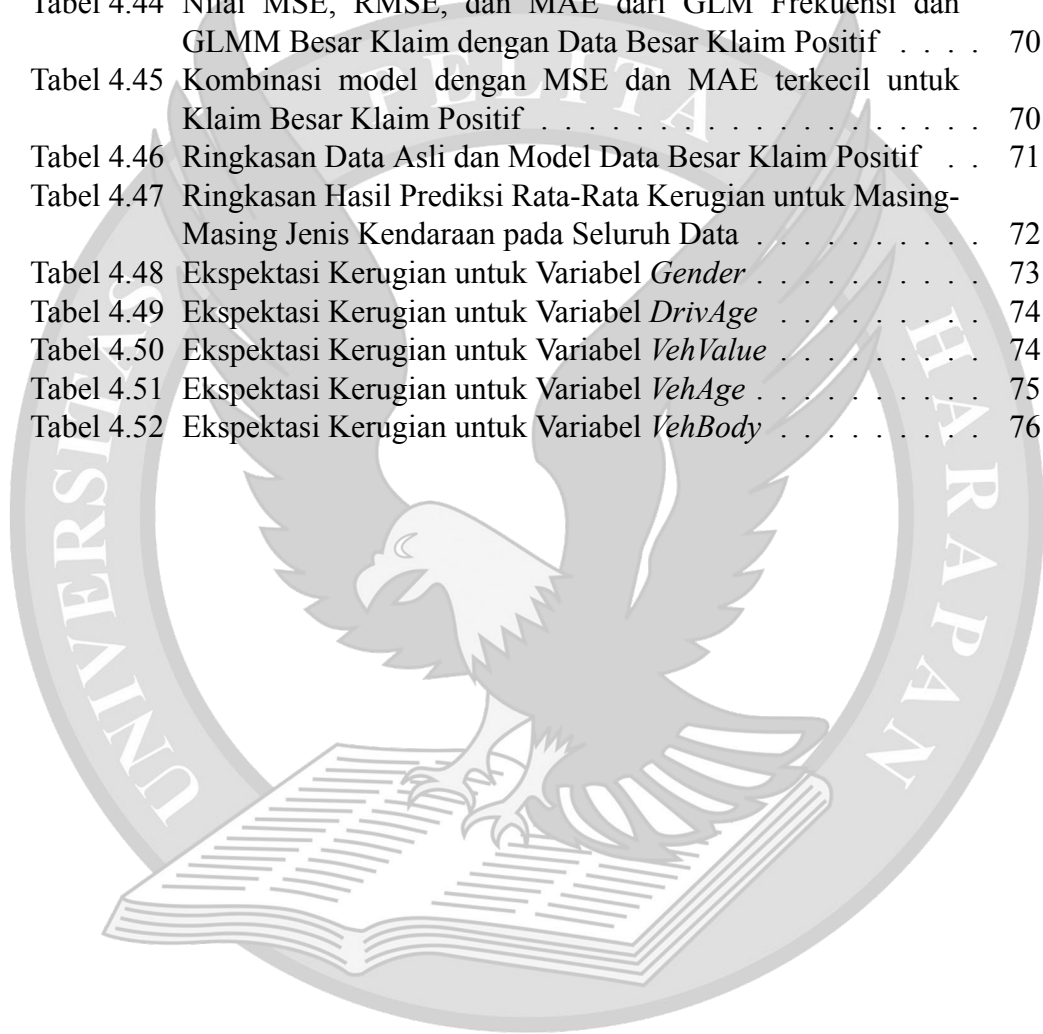


## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 <i>Exponential Family Form</i> Sumber: <i>Predictive Modeling Applications in Actuarial Science: Volume I</i> [2]. . . . .	10
Tabel 2.2 <i>Variance Functions <math>V(\mu)</math></i> Sumber: <i>Predictive Modeling Applications in Actuarial Science: Volume I</i> [2]. . . . .	12
Tabel 2.3 <i>Common Link Functions</i> Sumber: <i>Predictive Modeling Applications in Actuarial Science: Volume I</i> [2]. . . . .	12
Tabel 2.4 <i>Claim Count Data</i> . . . . .	16
Tabel 3.1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian Ini . . . .	30
Tabel 4.1 Estimasi Koefisien GLM Frekuensi Klaim dengan Distribusi Poisson pada Seluruh Data . . . . .	41
Tabel 4.2 Estimasi Koefisien GLMM Frekuensi Klaim dengan Distribusi Poisson pada Seluruh Data . . . . .	42
Tabel 4.3 Prediksi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Frekuensi Klaim dengan Distribusi Poisson pada Seluruh Data . . . . .	43
Tabel 4.4 Variansi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Frekuensi Klaim dengan Distribusi Poisson pada Seluruh Data . . . . .	43
Tabel 4.5 Estimasi Koefisien GLM Frekuensi Klaim dengan Distribusi Negatif Binomial pada Seluruh Data . . . . .	44
Tabel 4.6 Estimasi Koefisien GLMM Frekuensi Klaim dengan Distribusi Negatif Binomial pada Seluruh Data . . . . .	45
Tabel 4.7 Prediksi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Frekuensi Klaim dengan Distribusi Negatif Binomial pada Seluruh Data . . . .	45
Tabel 4.8 Variansi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Frekuensi Klaim dengan Distribusi Negatif Binomial pada Seluruh Data . . . .	45
Tabel 4.9 Estimasi Koefisien GLM Kejadian Klaim dengan Distribusi Binomial pada Seluruh Data . . . . .	46
Tabel 4.10 Estimasi Koefisien GLMM Kejadian Klaim dengan Distribusi Binomial pada Seluruh Data . . . . .	48
Tabel 4.11 Prediksi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Kejadian Klaim dengan Distribusi Binomial pada Seluruh Data . . . . .	48
Tabel 4.12 Variansi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Kejadian Klaim dengan Distribusi Binomial pada Seluruh Data . . . . .	48
Tabel 4.13 Estimasi Koefisien GLM Besar Klaim Individual dengan Distribusi Inverse Gaussian pada Seluruh Data . . . . .	49
Tabel 4.14 Estimasi Koefisien GLM Besar Klaim Total dengan Distribusi Inverse Gaussian pada Seluruh Data . . . . .	50
Tabel 4.15 Estimasi Koefisien GLMM Besar Klaim Individual dengan Distribusi Inverse Gaussian pada Seluruh Data . . . . .	52
Tabel 4.16 Prediksi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Besar Klaim Individual dengan Distribusi Inverse Gaussian pada Seluruh Data . . . . .	52

Tabel 4.17	Variansi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Besar Klaim Individual dengan Distribusi Inverse Gaussian pada Seluruh Data . . . . .	52
Tabel 4.18	Estimasi Koefisien GLMM Besar Klaim Total dengan Distribusi Inverse Gaussian pada Seluruh Data . . . . .	54
Tabel 4.19	Prediksi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Besar Klaim Total dengan Distribusi Inverse Gaussian pada Seluruh Data . . . . .	54
Tabel 4.20	Variansi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Besar Klaim Total dengan Distribusi Inverse Gaussian pada Seluruh Data . . . . .	54
Tabel 4.21	Estimasi Koefisien GLM Besar Klaim Individual dengan Distribusi Gamma pada Seluruh Data . . . . .	55
Tabel 4.22	Estimasi Koefisien GLM Besar Klaim Total dengan Distribusi Gamma pada Seluruh Data . . . . .	56
Tabel 4.23	Estimasi Koefisien GLMM Besar Klaim Individual dengan Distribusi Gamma pada Seluruh Data . . . . .	57
Tabel 4.24	Prediksi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Besar Klaim Individual dengan Distribusi Gamma pada Seluruh Data . . . . .	58
Tabel 4.25	Variansi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Besar Klaim Individual dengan Distribusi Gamma pada Seluruh Data . . . . .	58
Tabel 4.26	Estimasi Koefisien GLMM Besar Klaim Total dengan Distribusi Gamma pada Seluruh Data . . . . .	59
Tabel 4.27	Prediksi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Besar Klaim Total dengan Distribusi Gamma pada Seluruh Data . . . . .	59
Tabel 4.28	Variansi <i>Random Intercept</i> pada GLMM Besar Klaim Total dengan Distribusi Gamma pada Seluruh Data . . . . .	59
Tabel 4.29	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLM Frekuensi dan GLM Besar Klaim dengan Seluruh Data . . . . .	60
Tabel 4.30	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLMM Frekuensi dan GLMM Besar Klaim dengan Seluruh Data . . . . .	61
Tabel 4.31	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLMM Frekuensi dan GLM Besar Klaim dengan Seluruh Data . . . . .	61
Tabel 4.32	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLM Frekuensi dan GLMM Besar Klaim dengan Seluruh Data . . . . .	62
Tabel 4.33	Kombinasi model dengan MSE dan MAE terkecil untuk Seluruh Data . . . . .	62
Tabel 4.34	Ringkasan Data Asli dan Model Seluruh Data . . . . .	63
Tabel 4.35	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLM Frekuensi dan GLM Besar Klaim dengan Data Besar Klaim 0 - 500 . . . . .	64
Tabel 4.36	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLMM Frekuensi dan GLMM Besar Klaim dengan Data Besar Klaim 0 - 500 . . . . .	65
Tabel 4.37	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLMM Frekuensi dan GLM Besar Klaim dengan Data Besar Klaim 0 - 500 . . . . .	65
Tabel 4.38	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLM Frekuensi dan GLMM Besar Klaim dengan Data Besar Klaim 0 - 500 . . . . .	66

Tabel 4.39	Kombinasi model dengan MSE dan MAE terkecil untuk Data Klaim 0 - 500 . . . . .	66
Tabel 4.40	Ringkasan Data Asli dan Model Data Klaim 0 - 500 . . . . .	67
Tabel 4.41	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLM Frekuensi dan GLM Besar Klaim dengan Data Besar Klaim Positif . . . . .	68
Tabel 4.42	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLMM Frekuensi dan GLMM Besar Klaim dengan Data Besar Klaim Positif . . . . .	69
Tabel 4.43	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLMM Frekuensi dan GLM Besar Klaim dengan Data Besar Klaim Positif . . . . .	69
Tabel 4.44	Nilai MSE, RMSE, dan MAE dari GLM Frekuensi dan GLMM Besar Klaim dengan Data Besar Klaim Positif . . . . .	70
Tabel 4.45	Kombinasi model dengan MSE dan MAE terkecil untuk Klaim Besar Klaim Positif . . . . .	70
Tabel 4.46	Ringkasan Data Asli dan Model Data Besar Klaim Positif . . . . .	71
Tabel 4.47	Ringkasan Hasil Prediksi Rata-Rata Kerugian untuk Masing-Masing Jenis Kendaraan pada Seluruh Data . . . . .	72
Tabel 4.48	Ekspektasi Kerugian untuk Variabel <i>Gender</i> . . . . .	73
Tabel 4.49	Ekspektasi Kerugian untuk Variabel <i>DrivAge</i> . . . . .	74
Tabel 4.50	Ekspektasi Kerugian untuk Variabel <i>VehValue</i> . . . . .	74
Tabel 4.51	Ekspektasi Kerugian untuk Variabel <i>VehAge</i> . . . . .	75
Tabel 4.52	Ekspektasi Kerugian untuk Variabel <i>VehBody</i> . . . . .	76





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Pemodelan GLM dan GLMM dengan Data Besar Klaim 0 - 500	A-1	halaman
Lampiran B	Pemodelan GLM dan GLMM dengan Data Besar Klaim Positif	B-1	
Lampiran C	Persebaran <i>Claim Amount</i> Jenis Kendaraan dalam Seluruh Data	C-1	

