



**ANALISIS RISIKO PEMBERIAN KREDIT OLEH BANK
MENGUNAKAN MODEL *COMPOUND MIXED POISSON***

SKRIPSI

Oleh

**Elsa Lorensa
NIM 141810101050**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**ANALISIS RISIKO PEMBERIAN KREDIT OLEH BANK
MENGUNAKAN MODEL *COMPOUND MIXED POISSON***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Elsa Lorensa
NIM 141810101050

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Subhanahu wa Ta'ala yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang serta Sholawat atas Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi wa Sallam, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Siswono dan ibu Sutartilah, serta kakakku Vista Dwi Yolanda dan Adikku George Akbar Siswono yang telah mendoakan, memberi kasih sayang serta semangat selama perjalanan studi;
2. Dr. Mohamad Fatekurohman, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dian Anggraeni, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing secara intensif dalam menyempurnakan tugas akhir ini;
3. Seluruh dosen dan guru sejak sekolah dasar sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, SMA Negeri 2 Jember, SMP Negeri 4 Jember dan SD Negeri Lengkong I.
5. Teman – teman Extreme'14 yang selalu memberikan semangat kepada penulis selama dalam perkuliahan;
6. Semua pihak yang membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Asy – Syarh: 6) *)

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirmu dan apa yang ditakdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu”

(Umar Bin Khattab) **)

*) Kementerian Agama Republik Indonesia. 2014. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.

**) Umar Bin Khattab.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Elsa Lorensa

NIM : 141810101050

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Risiko Pemberian Kredit Oleh Bank Menggunakan Model *Compound Mixed Poisson*” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2018

Yang menyatakan,

Elsa Lorensa

NIM 141810101050

SKRIPSI

**ANALISIS RISIKO PEMBERIAN KREDIT OLEH BANK
MENGUNAKAN MODEL *COMPOUND MIXED POISSON***

Oleh

Elsa Lorensa

NIM. 141810101050

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Mohamat Fatekurohman, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dian Anggraeni, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Risiko Pemberian Kredit Oleh Bank Menggunakan Model *Compound Mixed Poisson*” karya Elsa Lorensa telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Dr. Mohamat Fatekurohman, S.Si., M.Si.
NIP. 196906061998031001

Dian Anggraeni, S.Si., M.Si.
NIP. 198202162006042002

Anggota II,

Anggota III,

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195912201985031002

Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si.
NIP. 197407192000121001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Analisis Risiko Pemberian Kredit Oleh Bank Menggunakan Model *Compound Mixed Poisson*; Elsa Lorensa; 141810101050; 2018; 57 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Bank merupakan lembaga keuangan yang tugas utamanya sebagai tempat menyimpan atau menabung serta meminjam uang. Usaha Bank dalam menyalurkan dana berhasil dihimpun dari masyarakat melalui pemberian pinjaman atau kredit. Risiko yang berasal dari pemberian kredit yaitu risiko kredit bermasalah, atau keadaan suatu ketidakmampuan debitur dalam menyelesaikan pembayaran kredit. Hal yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi adanya risiko yaitu dengan penerapan teori peluang serta melakukan analisis risiko. Analisis risiko adalah penggunaan informasi secara sistematis untuk mengidentifikasi sumber dan menetapkan nilai risiko (Aven, 2003).

Identifikasi risiko yang dapat terjadi pada Bank didasarkan pada aktivitas fungsional misalnya aktivitas prekreditasi. Hal tersebut memicu terjadinya risiko dengan masalah proses operasional yang berasal dari eksternal suatu Bank seperti dalam hal pembayaran kredit oleh debitur. Estimasi model risiko operasional berdasarkan pendekatan distribusi kerugian memerlukan evaluasi distribusi kerugian agregat (*compound*) yang merupakan salah satu masalah klasik dalam teori risiko (Shevchenko, 2010). Distribusi *compound mixed Poisson* merupakan perluasan dari *compound Poisson* dengan distribusi pertamanya adalah *mixed Poisson* dan distribusi keduanya adalah sebarang distribusi. Intensitas atau peluang kegagalan debitur dilihat sebagai hasil dari dua bagian yang berbeda yaitu efek tetap dan efek acak sebagaimana hal ini termasuk dalam kerangka kerja *Generalized Linear Mixed Model (GLMM)*. Model *mixed* diperluas oleh model regresi linear klasik dengan memasukkan efek acak atau subjek spesifik kemudian dilanjutkan dengan efek tetap (Antonio dan Beirlant, 2007).

Hasil dari penelitian ini ada dua yaitu model *compound mixed Poisson* dan hasil estimasi parameter. Model *compound mixed Poisson* terbaik yang didapatkan dengan nilai AIC minimum sebesar 74,12 yaitu $\log(Y) = -0,01995 + 0,14153 X_5 + (1|X_1)$ dengan variabel X_1 (jenis kelamin) sebagai *random effects* yang menghasilkan nilai $\text{Var}[X_1] = 5,8514 \times 10^{-14}$ dan model yang didapat dari efek tetap (*fixed effects*) yang memiliki pengaruh konstan yaitu variabel X_5 (tanggungan keluarga) yang dapat menjadi penentu faktor risiko dari suatu data kredit sedangkan variabel lain yaitu variabel X_1 (jenis kelamin) merupakan faktor pengelompokkan. Dan hasil estimasi parameter dari model yang didapatkan bahwa parameter tanggungan memiliki pengaruh yang signifikan pada jumlah tanggungan yang semakin banyak memiliki kecenderungan berstatus kolektibilitas 2 (dalam perhatian khusus) sehingga jumlah tanggungan keluarga yang dimiliki semakin banyak menjadi penentu faktor risiko pada suatu data kredit.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Risiko Pemberian Kredit Oleh Bank Menggunakan Model *Compound Mixed Poisson*". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Mohamad Fatekurohman, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dian Anggraeni, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji I dan Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Drs. Rusli Hidayat, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi dan pengarahan selama penulis menjadi mahasiswa;
4. seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember;
5. teman – teman seperjuangan dalam menapaki tahap – tahap tugas akhir Isyana, Putri, Ririn dan teman – teman sebidang yang telah meluangkan waktu dan membagi semangatnya;
6. sahabat – sahabatku Firda, Gita, Elia, Dede, dan Tika yang selalu memberi semangat, menemani mengerjakan skripsi, dan selalu memberikan dukungan.
7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Risk Analysis (Analisis Risiko).....	4
2.2 Kredit	4
2.2.1 Analisis Kelayakan Kredit.....	5
2.2.2 Kolektibilitas Kredit	6
2.3 Distribusi Compound (Compound Distribution)	7
2.4 Generalized Linear Mixed Model (GLMM).....	8
2.5 Metode Maksimum Likelihood (MLE)	8
2.5.1 Metode Pendekatan Laplace untuk MLE.....	9
2.6 Risk Models (Model Risiko).....	10
2.6.1 The Compound Poisson Model (Model Compound Poisson)	11
2.6.2 The Compound Mixed Poisson Model (Model Compound Mixed Poisson)	11

2.7 Uji Signifikansi Parameter.....	12
2.8 Pemilihan Model Terbaik	12
2.9 Uji Kecocokan Keseluruhan Model (<i>Goodness of Fit – Test</i>).....	13
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Data Penelitian	13
3.2 Langkah – Langkah Penelitian.....	14
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1 Analisis deskriptif tiap variabel penjelas.....	16
4.2 Model <i>compound mixed Poisson</i>	21
4.3 Estimasi Parameter.....	23
4.4 Uji Kecocokan Model	24
BAB 5. PENUTUP.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Skema metode penelitian	15



DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Analisis deskriptif variabel jenis kelamin	16
4.2 Analisis deskriptif variabel jangka waktu	17
4.3 Analisis deskriptif variabel omset	18
4.4 Analisis deskriptif variabel penghasilan	19
4.5 Analisis deskriptif variabel tanggungan.....	20
4.6 Analisis deskriptif variabel sektor ekonomi.....	21
4.7 Nilai AIC pada formula model <i>compound mixed Poisson</i>	21
4.8 Estimasi parameter model Estimasi parameter model $Y \sim X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + (1 X_1)$	22
4.9 Hasil pembentukan formula $Y \sim X_5 + (1 X_1)$	22
4.10 Estimasi parameter $Y \sim X_5 + (1 X_1)$	23
4.11 Uji statistik <i>deviance</i>	24

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bank merupakan lembaga keuangan yang tugas utamanya sebagai tempat menyimpan atau menabung serta meminjam uang. Usaha pokok Bank adalah menghimpun dana dan menyalurkannya kepada masyarakat, serta kegiatan pendukung lainnya seperti memberikan jasa melalui keluar masuknya pembayaran dan peredaran uang. Usaha Bank dalam menyalurkan dana berhasil dihimpun dari masyarakat melalui pemberian pinjaman atau kredit. Kredit adalah salah satu penyediaan uang, berdasarkan persetujuan atau kesepakatan pinjam – meminjam antara Bank dengan pihak lain yang mewajibkan pihak peminjam untuk melunasi utangnya setelah jangka waktu tertentu dengan pemberian bunga.

Pemberian kredit oleh Bank termasuk kegiatan yang mengandung risiko, apabila nasabah tidak memenuhi kewajibannya kepada Bank. Risiko yang berasal dari pemberian kredit yaitu risiko kredit bermasalah, atau keadaan suatu ketidakmampuan debitur dalam menyelesaikan pembayaran kredit. Menurut Hanafi (dalam Purnama *et al.*, (2014)) mengatakan, “Risiko adalah kemungkinan hasil yang diperoleh menyimpang dari yang diharapkan”. Bank memiliki keberanian dalam mengambil risiko bahkan mampu bertahan akibat risiko yang diambil disebabkan penempatan dana pada fasilitas kredit adalah usaha yang paling besar dalam memberikan pendapatan bagi Bank. Namun jika risiko tersebut tidak dikelola dengan baik, Bank dapat mengalami kegagalan bahkan pada akhirnya mengalami kebangkrutan.

Hal yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi adanya risiko yaitu dengan penerapan teori peluang serta melakukan analisis risiko. Analisis risiko adalah penggunaan informasi secara sistematis untuk mengidentifikasi sumber dan menetapkan nilai risiko. Analisis risiko memberikan dasar untuk evaluasi risiko, penanganan risiko dan penerimaan risiko. Informasi dapat mencakup data historis, analisis teoritis, opini informasi, dan keprihatinan para pemangku kepentingan (Aven, 2003).

Identifikasi risiko yang dapat terjadi pada Bank didasarkan pada aktivitas fungsional misalnya aktivitas prekreditasi. Hal tersebut memicu terjadinya risiko dengan masalah proses operasional yang berasal dari eksternal suatu Bank seperti dalam hal pembayaran kredit oleh debitur. Estimasi model risiko operasional berdasarkan pendekatan distribusi kerugian memerlukan evaluasi distribusi kerugian agregat (*compound*) yang merupakan salah satu masalah klasik dalam teori risiko (Shevchenko, 2010). Pemodelan pada teori risiko dapat dilakukan dengan model *compound binomial*, model *compound Poisson*, model *compound mixed Poisson*, dan model *compound binomial negative*. Distribusi *compound* digunakan pada model risiko kolektif dikarenakan adanya distribusi pertama (*primary distribution*) yaitu sebagai jumlah kejadian pada periode waktu tertentu dan distribusi kedua (*secondary distribution*) sebagai jumlah kerugian yang dimodelkan sebagai efek acak. Perbedaan keempat model tersebut mengacu pada distribusi yang digunakan oleh masing – masing model.

Menurut Teugels dan Sundt (2004) terdapat dua distribusi *compound* yang sangat penting dalam aplikasi aktuarial yaitu distribusi *compound Poisson* dan distribusi *compound binomial negative* sedangkan kelas distribusi diskrit yang penting dalam kelas asuransi adalah distribusi *compound mixed Poisson*. Distribusi *compound mixed Poisson* merupakan perluasan dari *compound Poisson* dengan distribusi pertamanya adalah *mixed Poisson* dan distribusi keduanya adalah sebarang distribusi. Penerapan pada distribusi *compound binomial negative* merupakan contoh dari distribusi *compound mixed Poisson* yaitu distribusi pertamanya adalah Poisson – gamma dan distribusi keduanya adalah sebarang distribusi. Penggunaan model *mixed Poisson* pada distribusi *compound* digunakan untuk menggambarkan dinamika kejadian default pada kekurangan model risiko lainnya. Konsep *compound mixed Poisson* dalam ilmu aktuarial digunakan untuk mewakili variabel seperti jumlah total kerugian perusahaan asuransi (Nadarajah dan Kotz, 2006). Distribusi total kerugian yang harus dibayar oleh perusahaan dipertimbangkan bila frekuensi kegagalan variabel acak adalah berdistribusi *mixed Poisson*.

Intensitas atau peluang kegagalan debitur dilihat sebagai hasil dari dua bagian yang berbeda yaitu efek tetap dan efek acak sebagaimana hal ini termasuk dalam kerangka kerja *Generalized Linear Mixed Model* (GLMM). Efek tetap adalah variabel penjelas atau kovariat yang diyakini berdampak pada standar kewajiban dan dicatat secara reguler, seperti pada tingkat suku bunga bebas risiko atau rasio utama pada neraca debitur, dll. Efek acak merupakan bagian stokastik dari intensitas atau peluang kegagalan. GLMM menggabungkan gagasan ketergantungan melalui pencampuran variabel dengan konsep dari pemodelan linear untuk memasukkan data seperti data biner atau data cacahan (McNeil dan Wendin, 2003). GLMM merupakan perluasan dari *Generalized Linear Model* (GLM) dengan memasukkan variabel acak pada prediktor linear. Model *mixed* diperluas oleh model regresi linear klasik dengan memasukkan efek acak atau subjek spesifik kemudian dilanjutkan dengan efek tetap (Antonio dan Beirlant, 2007).

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti menganalisis risiko pada suatu kumpulan data kredit menggunakan penerapan model risiko dengan model yang digunakan adalah model *compound mixed Poisson* pada teori risiko dengan menggunakan penerapan pada GLMM, karena proses *compound mixed Poisson* digunakan untuk menggambarkan dinamika kejadian default pada fluktuasi risiko jangka pendek dengan model *mixed* yang diperluas dengan cara memasukkan variabel acak pada penerapan GLMM. Data yang akan dianalisis yaitu data pemberian kredit oleh Bank pada data bulan Juli 2016 dengan identifikasi variabel yang dilakukan adalah melakukan perhitungan estimasi model *compound mixed Poisson*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, diperoleh permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana model *compound mixed Poisson* untuk risiko pemberian kredit oleh Bank ?
- b. Bagaimana hasil estimasi parameter dari model *compound mixed Poisson* dalam teori risiko ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini yaitu:

- a. Mendapatkan model *compound mixed Poisson* untuk risiko pemberian kredit oleh Bank.
- b. Mendapatkan hasil estimasi parameter dari model *compound mixed Poisson* dalam teori risiko.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penulisan penelitian ini adalah mengetahui peranan matematika khususnya statistika dalam ilmu aktuaria mengenai analisis dari data debitur yang diduga dapat mengalami risiko dengan menggunakan penerapan model risiko. Selain itu hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan masukan kepada tenaga kerja dalam bidang keuangan dalam menangani risiko kredit agar lebih memperhatikan faktor – faktor dari variabel yang dapat mengakibatkan risiko.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Risk Analysis* (Analisis Risiko)

Analisis risiko adalah penggunaan informasi secara sistematis untuk mengidentifikasi sumber dan menetapkan nilai risiko. Analisis risiko memberikan dasar untuk evaluasi risiko, penanganan risiko dan penerimaan risiko. Informasi dapat mencakup data historis, analisis teoritis, opini informasi, dan keprihatinan para pemangku kepentingan. Terdapat dua pendekatan dalam melakukan analisis risiko yaitu pendekatan sederhana dan pendekatan klasik. Pendekatan sederhana disebut sebagai pendekatan estimasi terbaik. Mengembangkan model aktivitas atau sistem yang dianalisis, dengan menghubungkan elemen sistem yang lebih rinci serta melakukan estimasi parameter yang tidak diketahui dari model merupakan hal yang digunakan untuk langkah – langkah analisis risiko yang diperoleh dari pendekatan sederhana. Pendekatan klasik termasuk dalam analisis ketidakpastian dengan cara menggunakan nilai seperti variansi, standar deviasi dan interval kepercayaan, sehingga mungkin untuk mengekspresikan variasi statistik berdasarkan data yang diobservasi. Interval kepercayaan menunjukkan variasi statistik, sedangkan pendekatan nilai ekstrim menghasilkan interval yang mencerminkan semua jenis ketidakpastian yang terkait dengan parameter model, dan interval ini didasarkan pada evaluasi subjektif (Aven, 2003).

2.2 Kredit

Perkataan “kredit” berasal dari bahasa Latin *credo* yang berarti “saya percaya”, yang merupakan kombinasi dari bahasa Sanskerta *cred* yang artinya “kepercayaan”, dan bahasa Latin *do* yang artinya “saya tempatkan”. Memperoleh kredit berarti memperoleh kepercayaan. Atas dasar kepercayaan kepada seseorang yang memerlukannya maka diberikan uang, barang atau jasa dengan syarat membayar kembali atau memeberikan penggantiannya dalam suatu jangka waktu yang telah diperjanjikan. Yang terpenting dalam perbankan adalah penyerahan uang, karena uang merupakan pengganti barang atau jasa dan telah luas

dipergunakan (Hariyani, 2010). Menurut UU Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1993 tentang Pokok – Pokok Perbankan, Kredit adalah penyediaan uang atau tagihan yang dapat dipersamakan dengan itu, berdasarkan persetujuan atau kesepakatan pinjam meminjam antara bank dengan pihak lain yang mewajibkan pihak peminjam untuk melunasi utangnya setelah jangka waktu tertentu dengan jumlah bunga, imbalan atau pembagian hasil keuntungan.

2.2.1 Analisis Kelayakan Kredit

Menurut Djohanputro dalam (Rahminta, 2009) analisis kredit berdasarkan prinsip 5C yang meliputi:

a. *Character*

Character (karakter) berkaitan dengan perilaku debitur atau pembeli secara kredit mengenai keinginan untuk membayar dan memenuhi kewajiban. Perusahaan menggunakan data masa lalu mengenai *track record* calon debitur. Karakter dapat dikaitkan dengan pelanggaran moral (*moral hazard*) yaitu kecenderungan seseorang dengan sengaja menyimpangkan wewenang dan kemampuan untuk kepentingan pribadi dengan mengorbankan kepentingan orang lain dan menggunakan kemampuan atau kekayaan orang lain.

b. *Capacity*

Capacity (kapasitas) menunjukkan kemampuan calon debitur atau pembeli untuk secara kredit membayar kewajiban pinjam meminjam. Potensi pembayaran kewajiban debitur dapat dilihat dari laporan keuangan historis dan kinerja berupa performa arus kas, neraca, dan laba rugi, rasio lancar dan rasio kas dapat menunjukkan kemampuan pemenuhan kewajiban.

c. *Capital*

Capital (modal) digunakan untuk mengetahui sumber – sumber pembiayaan yang dimiliki nasabah terhadap usaha yang akan dibiayai oleh Bank. Modal dapat ditunjukkan oleh perbandingan antara pinjaman dan modal sendiri (ekuitas).

d. *Collateral*

Collateral (jaminan) merupakan piranti pengaman pinjaman yang terakhir. Jaminan akan dieksekusi apabila debitur atau pembeli secara kredit menyatakan

tidak dapat membayar dan pinjaman tidak mungkin direstrukturisasi. Perusahaan kreditur perlu memperhatikan prinsip kehati – hatian dalam menetapkan kredit karena faktor status hukum jaminan, nilai jaminan terhadap kewajiban, kemudahan likuidasi jaminan.

e. *Condition*

Condition (kondisi) mengacu kepada kondisi eksternal perusahaan yang mempengaruhi kelangsungan perusahaan. Kondisi perusahaan berupa kondisi makro (ekonomi, politik, selera konsumen, dan lingkungan) dan intervensi pihak berkepentingan (*stakeholders*).

2.2.2 Kolektibilitas Kredit

Kategori kolektibilitas kredit berdasarkan Surat Keputusan Direksi Bank Indonesia di dalam Utama (2006), sebagai berikut:

a. Lancar

- 1) Kredit dengan angsuran pokok, dimana tidak terdapat tunggakan angsuran pokok, tunggakan bunga, atau cerukan karena penarikan kredit.
- 2) Kredit untuk KPR: (1) tidak terdapat angsuran pokok; atau (2) terdapat angsuran pokok tidak lebih dari satu bulan.
- 3) Kredit dengan angsuran atau kredit rekening Koran, dimana kredit belum jatuh tempo dan tidak terdapat tunggakan bunga.

b. Perhatian khusus

- 1) Terdapat tunggakan angsuran pokok, dan belum melampaui 3 bulan.
- 2) Terdapat tunggakan bunga belum melampaui 3 bulan, bagi kredit yang masa angsurannya bulanan.
- 3) Terdapat cerukan karena penarikan, tapi jangka waktunya belum melewati 15 hari kerja.
- 4) Terdapat indikasi masalah keuangan yang dihadapi oleh debitur; atau
- 5) Dokumen pinjaman lemah.

c. Kurang lancar

- 1) Kredit dengan angsuran di luar KPR, terdapat tunggakan pokok yang;

- a) Melampaui 1 bulan dan belum melampaui 2 bulan bagi kredit yang masa angsurannya bulanan.
 - b) Melampaui 3 bulan dan melampaui 6 bulan bagi kredit yang angsurannya bulanan, dua bulanan, dan tiga bulanan.
 - 2) Terdapat cerukan yang akibat penarikan yang jangkawaktunya telah melampaui 15 hari kerja tetapi belum melampaui 30 hari kerja.
 - 3) Kredit dengan angsuran untuk KPR terdapat tunggakan angsuran pokok yang telah melampaui 4 bulan tetapi belum melampaui 6 bulan.
 - 4) Kredit tanpa angsuran, terdapat tunggakan bunga yang melampaui 4 bulan tetapi belum lebih dari 6 bulan.
- d. Diragukan
- e. Macet

2.3 Distribusi *Compound (Compound Distribution)*

Misalkan X_1, \dots, X_N adalah variabel acak *iid* (independen dan terdistribusi secara identik) yang bernilai integer tidak negatif, masing – masing didistribusikan seperti X . Terdapat S yang dinotasikan sebagai penjumlahan dari variabel acak tersebut sehingga

$$S = X_1 + \dots + X_N \quad (2.1)$$

dengan konvensi bahwa $S = 0$, jika $N = 0$. Jika N merupakan peubah acak bernilai integer tidak negatif yang terdistribusi secara independen dari X_1, \dots, X_N maka S dikatakan berdistribusi *compound*. Distribusi N disebut sebagai distribusi pertama (*primary distribution*) dan distribusi X disebut sebagai distribusi kedua (*secondary distribution*). Penamaan distribusi ini disebut juga dengan *primary-secondary distribution*. Jika N adalah Poisson dan X adalah geometri maka S memiliki distribusi Poisson-geometri. Sebuah distribusi *compound Poisson* dengan distribusi pertama adalah Poisson dan distribusi kedua adalah sebarang distribusi (Tse, 2009). Untuk distribusi *compound mixed Poisson* yaitu ketika N adalah distribusi *mixed Poisson*.

2.4 Generalized Linear Mixed Model (GLMM)

Generalized linear mixed model (GLMM) merupakan kombinasi antara *linear mixed models* (model campuran linear) dengan *generalized linear models* (model linear tergeneralisasi). GLMM adalah GLM yang mencakup variabel acak normal multivariat pada prediktor linear. GLMM dapat ditulis sebagai

$$g(\mu_{ij}) = \mathbf{x}'_{ij}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{z}'_{ij}\mathbf{b}_i \quad (2.2)$$

$g(\cdot)$ merupakan fungsi link yang bernilai vektor (Fitzmaurice *et al.*, 2009). $\boldsymbol{\beta}$ ($p \times 1$) dinotasikan sebagai vektor parameter efek tetap dan \mathbf{b}_i ($q \times 1$) vektor efek acak. \mathbf{x}_{ij} ($p \times 1$) dan \mathbf{z}_{ij} ($q \times 1$) berisi informasi subjek kovariat untuk efek tetap (*fixed effects*) dan efek acak (*random effects*). Spesifikasi GLMM diselesaikan dengan mengasumsikan bahwa efek acak, \mathbf{b}_i ($i = 1, \dots, N$) saling independen dan terdistribusi secara identik dengan fungsi kepadatan $f(\mathbf{b}_i|\boldsymbol{\alpha})$. Korelasi antara pengamatan terhadap subjek yang sama muncul karena memiliki efek acak yang sama \mathbf{b}_i (Antonio dan Beirlant, 2007).

2.5 Metode Maksimum Likelihood (MLE)

Metode Maksimum *Likelihood* (MLE) banyak digunakan untuk mendapatkan estimasi parameter. Dengan menggunakan metode ini, estimator *likelihood* maksimum diperoleh dengan memaksimalkan fungsi *likelihood* (Handayani dkk., 2017). Menurut (Bain dan Engelhardt, 1992) fungsi *likelihood* merupakan fungsi densitas bersama $f(x_1, x_2, \dots, x_n; \beta)$ dari variabel – variabel acak X_1, X_2, \dots, X_n dinamakan fungsi *likelihood*. Untuk x_1, x_2, \dots, x_n yang konstan, fungsi *likelihood* merupakan fungsi dari β dan sering dinotasikan dengan $L(\beta)$, yakni $L(\beta) = f(x_1, x_2, \dots, x_n; \beta)$. Jika X_1, X_2, \dots, X_n adalah sampel acak dari $f(x, \beta)$ maka

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n f(x_i, \beta) \quad (2.1)$$

Misalkan $L(\beta) = f(x_1, x_2, \dots, x_n; \beta)$, $\beta \in \Omega$ adalah fungsi densitas bersama dari variabel-variabel acak X_1, X_2, \dots, X_n . Estimator maksimum *likelihood* untuk β dinotasikan dengan $\hat{\beta}$ yaitu nilai β yang memaksimumkan fungsi *likelihood* $L(\beta)$. Jika Ω merupakan interval terbuka dan jika $L(\beta)$ terdiferensialkan dan mencapai

nilai maksimum pada Ω maka MLE $\hat{\beta}$ merupakan penyelesaian dari persamaan maksimum *likelihood*,

$$\frac{d}{d\beta} L(\beta) = 0 \quad (2.2)$$

Metode estimasi ini sering melibatkan integral dimensi tinggi dengan solusi analitis untuk integral ini seringkali sulit didapat, terutama jika variabel respon tidak berdistribusi normal sehingga untuk solusi masalah ini, metode pendekatan numerik tidak dapat dihindari (Handayani dkk., 2017).

2.5.1 Metode Pendekatan *Laplace* untuk MLE

Pada model *mixed*, konstruksi fungsi *likelihood* didasarkan pada kepadatan marjinal. Misalkan ada kelompok m dan jumlah unit untuk setiap kelompok adalah $n_i; i = 1, 2, \dots$. Maka fungsi *likelihood* untuk kelompok m adalah

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^m f(y_{ij}) = \prod_{i=1}^m \int \prod_{j=1}^{n_i} f(y_{ij}|b_i) f(b_i) db_i \quad (2.3)$$

$f(y_{ij})$ adalah kepadatan marjinal dari distribusi kondisional untuk variabel respon Y untuk unit j dalam i dan n_i adalah besarnya sampel untuk setiap i . Dan pendekatan *Laplace* dapat digunakan untuk mengaproksimasi integral pada (2.3) sebagai

$$\begin{aligned} \int \prod_{j=1}^{n_i} f(y_{ij}|b_i) f(b_i) db_i &= \int f(\mathbf{y}|\mathbf{b}) f(\mathbf{b}) d\mathbf{b} \\ &= \int e^{\log f(\mathbf{y}|\mathbf{b}) f(\mathbf{b})} d\mathbf{b} = \int e^{g(\mathbf{b})} d\mathbf{b} \end{aligned}$$

dengan $g(\mathbf{b}) = \log f(\mathbf{y}|\mathbf{b}) f(\mathbf{b})$. Kemudian memilih $\hat{\mathbf{b}}$ agar $g(\mathbf{b})$ dimaksimalkan untuk memenuhi kondisi $g'(\mathbf{b}) = 0$ dan $g''(\mathbf{b}) < 0$. Orde kedua dari perluasan Taylor disekitar $\hat{\mathbf{b}}$ untuk $g(\mathbf{b})$ adalah

$$\begin{aligned} g(\mathbf{b}) &\approx \tilde{g}(\mathbf{b}) = g(\hat{\mathbf{b}}) + (\mathbf{b} - \hat{\mathbf{b}})g'(\hat{\mathbf{b}}) + \frac{1}{2}(\mathbf{b} - \hat{\mathbf{b}})g''(\hat{\mathbf{b}}) \\ &= g(\hat{\mathbf{b}}) - \frac{1}{2}(\mathbf{b} - \hat{\mathbf{b}})^2 (-g''(\hat{\mathbf{b}})) \end{aligned}$$

diperoleh bahwa $e^{\tilde{g}(\mathbf{b})}$ adalah proporsional untuk kepadatan (μ_L, σ_L^2) dengan $\mu_L = \hat{\mathbf{b}}$ dan $\sigma_L^2 = -\frac{1}{g''(\hat{\mathbf{b}})}$. Maka pendekatan *Laplace* untuk *likelihood* $L(\beta)$ adalah

$$\begin{aligned} L(\beta) &= \int e^{g(\mathbf{b})} d\mathbf{b} \approx \int e^{\tilde{g}(\mathbf{b})} d\mathbf{b} \\ &= \exp(g(\hat{\mathbf{b}})) \int \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_L^2}(\mathbf{b} - \mu_L)^2\right) d\mathbf{b} = \exp(g(\hat{\mathbf{b}})) \sqrt{2\pi\sigma_L^2} \quad (2.4) \end{aligned}$$

2.6 Risk Models (Model Risiko)

Aktuaris mengembangkan model risiko untuk menggambarkan dan mengukur berbagai risiko yang timbul dalam pekerjaan mereka. Model ini bersifat probabilistik. Ide dasarnya adalah untuk setiap model risiko diatur oleh distribusi probabilitas yang mendasari kemudian mencoba untuk mengestimasi distribusi yang mendasari ini dengan mengumpulkan data sampel, dan pengolahan data sesuai dengan prosedur estimasi, selanjutnya menganalisa kualitas dari hasil estimasi yang dihasilkan (Kellison dan London, 2011).

Menurut Schmidli (2006) Misal N dinotasikan sebagai jumlah klaim pada $(0, T]$ dengan $T = 1$ tahun dan X_1, X_2, \dots, X_N bersesuaian dengan banyaknya klaim. Maka

$$S = \sum_{i=1}^N X_i \quad (2.5)$$

merupakan jumlah akumulasi dari klaim. Diasumsikan bahwa

- i. N dan X_1, X_2, \dots adalah independen.
- ii. X_1, X_2, \dots memiliki fungsi distribusi yang sama, misal fungsi G .

Diasumsikan bahwa $G(0) = 0$. Misal fungsi pembangkit momen dari Y yaitu $M_X(r) = E[e^{rX_i}]$, dengan $r = 1, 2, \dots$, nilai *mean* $\mu_n = E[X_1^n]$ dengan $n \in \mathbb{N}$ dan $\mu = \mu_1$. Distribusi dari S dapat ditulis sebagai

$$P[S \leq x] = E[P[S \leq x | N]] = \sum_{n=0}^{\infty} P[S \leq x | N = n] P[N = n] \quad (2.6)$$

Karakteristik dari distribusi S yaitu:

$$E[S] = E\left[\sum_{i=1}^N X_i\right] = E\left[E\left[\sum_{i=1}^N X_i | N\right]\right] = E\left[\sum_{i=1}^N \mu\right] = E[N\mu] = E[N]\mu \quad (2.7)$$

dan

$$\begin{aligned} E[S^2] &= E\left[\left(\sum_{i=1}^N X_i\right)^2 | N\right] = E\left[E\left[\sum_{i=1}^N X_i \sum_{j=1}^N X_j | N\right]\right] \\ &= E[N\mu_2 + N(N-1)\mu^2] = E[N^2]\mu^2 + E[N](\mu_2 - \mu^2) \end{aligned} \quad (2.8)$$

oleh karena itu

$$\text{Var}[S] = \text{Var}[N]\mu^2 + E[N]\text{Var}[X_1] \quad (2.9)$$

Fungsi pembangkit momen dari Y menjadi;

$$M_S(r) = E[e^{rS}] = E[\exp\{r \sum_{i=1}^N X_i\}] = E[\prod_{i=1}^N e^{rX_i}] = E\left[E\left[\prod_{i=1}^N e^{rX_i} | N\right]\right]$$

$$\begin{aligned}
&= E[\prod_{i=1}^N M_X(r)] = E[(M_X(r))^N] \\
&= E[e^{N \log(M_X(r))}] = M_N(\log(M_X(r)))
\end{aligned} \tag{2.10}$$

dengan $M_N(r)$ adalah fungsi pembangkit momen dari N dan koefisien kemiringan $E[(S - E[S])^3]/(\text{Var}[S])^{\frac{3}{2}}$ dapat dihitung menggunakan fungsi pembangkit momen dengan rumus;

$$E[(S - E[S])^3] = \frac{d^3}{dr^3} \log(M_S(r)). \tag{2.11}$$

2.6.1 The Compound Poisson Model (Model Compound Poisson)

Model *compound Poisson* adalah model dengan distribusi pertama adalah distribusi Poisson dan distribusi kedua adalah sebarang distribusi (Tse, 2009).

Berikut ini adalah karakteristik dari distribusi *compound Poisson*:

$$E[S] = \lambda\mu, \quad \text{Var}[S] = \lambda\mu^2 + \lambda(\mu_2 - \mu^2) = \lambda\mu_2, \text{ dan}$$

$M_S(r) = \exp\{\lambda(M_X(r) - 1)\}$, selanjutnya untuk hasil perhitungan koefisien kemiringan.

$$\frac{d^3}{dr^3} \log(M_S(r)) = \frac{d^3}{dr^3} (\lambda(M_X(r) - 1)) = \lambda M_X'''(r) \text{ dan } E[(S - E[S])^3] = \lambda\mu^3$$

sehingga diperoleh koefisien kemiringannya adalah;

$$\frac{E[(S - E[S])^3]}{(\text{Var}[S])^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_3}{\sqrt{\lambda\mu_2^3}} > 0 \text{ (Schimidli, 2006)}. \tag{2.12}$$

2.6.2 The Compound Mixed Poisson Model (Model Compound Mixed Poisson)

Berdasarkan persamaan (2.12) bahwa kerugian dari Model *Compound Poisson* yaitu distribusinya memiliki koefisien kemiringan yang selalu positif, dan dalam prakteknya juga sering terjadi ternyata model tersebut tidak mengijinkan fluktuasi yang cukup. Misalnya $E[N] = \text{Var}[N]$, maka cara untuk memperbolehkan fluktuasi lebih adalah memisalkan parameter λ menjadi stokastik. Misalkan H menunjukkan fungsi distribusi dari λ .

$$P[N = n] = \int_0^\infty \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-(\lambda t)} dH(\lambda), \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Momennya adalah;

$$E[S] = E[E[S|\lambda]] = E[\lambda\mu] = E[\lambda]\mu, \tag{2.14}$$

$$E[S^2] = E[E[S^2|\lambda]] = E[\lambda\mu_2 + \lambda^2\mu^2] = E[\lambda^2]\mu^2 + E[\lambda]\mu_2 \quad (2.15)$$

dan

$$E[S^3] = E[\lambda\mu_3 + 3\lambda^2\mu_2\mu + \lambda^3\mu^3] = E[\lambda^3]\mu^3 + 3E[\lambda^2]\mu_2\mu + E[\lambda]\mu_3 \quad (2.16)$$

sehingga diperoleh nilai variansinya adalah;

$$\text{Var}[S] = \text{Var}[\lambda]\mu^2 + E[\lambda]\mu_2$$

dan ketiga momen pusat menjadi

$$\begin{aligned} E[(S - E[\lambda]\mu)^3] &= E[\lambda^3]\mu^3 + 3E[\lambda^2]\mu_2\mu + E[\lambda]\mu_3 - 3(E[\lambda^2]\mu^2 + E[\lambda]\mu_2)E[\lambda]\mu + 2[\lambda]^3\mu^3 \\ &= E[(\lambda - E[\lambda])^3]\mu^3 + 3\text{Var}[\lambda]\mu_2\mu + E[\lambda]\mu_3 \end{aligned} \quad (2.17)$$

dapat dilihat bahwa koefisien kemiringan juga bisa negatif, dan untuk menghitung fungsi pembangkit momen yaitu;

$$M_S(r) = E[E[e^{rY}|\lambda]] = E[\exp\{\lambda(M_X(r) - 1)\}] = M_\lambda(M_X(r) - 1) \quad (\text{Schimidli, 2006}).$$

2.7 Uji Signifikansi Parameter

Menurut Bowerman dan O'Connell (dalam Evianti (2015)) Model yang dapat mendeskripsikan suatu kejadian dengan baik adalah model yang salah satunya menunjukkan bahwa estimasi – estimasi parameternya signifikan berbeda dengan nol. Secara umum, misalkan φ adalah suatu parameter pada model dan $\hat{\varphi}$ adalah nilai estimasi dari parameter φ dan $s_{\hat{\varphi}}$ adalah standar error dari estimasi $\hat{\varphi}$, maka uji signifikansi parameternya adalah

Hipotesis : $H_0 : \varphi = 0$ (parameter model tidak signifikan)

$H_1 : \varphi \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik uji : $t_{hit} = \frac{\hat{\varphi}}{s_{\hat{\varphi}}}$

Daerah penolakan : tolak H_0 jika $|t_{hit}| > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-n_p}$, n_p = jumlah parameter.

2.8 Pemilihan Model Terbaik

Metode *Akaike's Information Criterion (AIC)* adalah metode yang dapat digunakan untuk memilih model terbaik yang ditemukan oleh Akaike. Model ini didasarkan pada metode *maximum likelihood estimation (MLE)* (Fathurahman,

2009). AIC memiliki keunggulan dalam menguji signifikansi perbedaan antara fungsi spesifik model yang berbeda. Besarnya nilai AIC dapat dilihat dari persamaan berikut.

$$AIC = -2 \ln(\text{maksimum likelihood}) + 2m \quad (2.18)$$

dengan m adalah jumlah estimasi parameter pada model. Model dengan nilai AIC yang minimum merupakan model terbaik (Wang dan Liu, 2005).

2.9 Uji Kecocokan Keseluruhan Model (*Goodness of Fit – Test*)

Menurut Hair, *et al.* dalam (Mardilis, 2010) Uji kecocokan keseluruhan model adalah mengevaluasi secara umum derajat kecocokan model dengan data. Salah satu uji yang digunakan untuk mengevaluasi kecocokan model adalah uji statistik *deviance*, dengan hipotesis:

H_0 : Model diduga tidak cocok dengan data.

H_1 : Model diduga cocok dengan data.

Statistik uji yang digunakan adalah uji *deviance*, yaitu:

$$Deviance = -2 \ln(\text{maksimum likelihood}) \quad (2.19)$$

Kriteria Pengujian:

Statistik *deviance* mengikuti pola distribusi *chi-square* (χ^2) dengan derajat kebebasan p . Jika menggunakan taraf signifikan α , maka kriteria pengujiannya adalah tolak H_0 untuk nilai *Deviance* $\geq \chi^2_{(\alpha,p)}$ dan terima H_0 jika nilai sebaliknya (Maldina dkk., 2016).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Data penelitian ini diambil dari data nasabah yang melakukan kredit terhadap Bank. Data penelitian ini berasal dari PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Unit Tegalbesar Cabang Jember pada bulan Juli 2016. Data berupa data sekunder yang diperoleh dari data karyawan Bank yang mengetahui langsung tentang pemberian kredit untuk nasabah. Pada kasus ini variabel-variabel yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Variabel tidak bebas (Y) adalah jenis kolektibilitas kredit, yaitu:
 1. $Y = 1$, untuk kolektibilitas 1 (lancar).
 2. $Y = 2$, untuk kolektibilitas 2 (dalam perhatian khusus).
- b. Variabel bebas (X) yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 1. Jenis Kelamin (X_1)
 - 1 = Laki – laki (L)
 - 2 = Perempuan (P)
 2. Jangka Waktu (X_2)
Jumlah waktu pelunasan kredit oleh debitur (dalam bulan)
 3. Omset (X_3)
Jumlah pemasukan yang didapat oleh debitur (pendapatan kotor)
 4. Penghasilan (X_4)
Pendapatan bersih debitur setiap bulan
 5. Tanggungan (X_5)
Jumlah anggota keluarga yang ditanggung oleh debitur.
 6. Sektor Ekonomi (X_6)
 - 1 = Pedagang
 - 2 = Petani
 - 3 = Industri
 - 4 = Jasa

3.2 Langkah – Langkah Penelitian

Langkah – langkah yang akan dilakukan dalam penelitian tentang “Analisis Risiko Pemberian Kredit Oleh Bank Menggunakan Model *Compound Mixed Poisson*” secara skematik dapat dilihat pada gambar 3.1.

a. Studi Pustaka

Mengkaji sumber pustaka yang relevan digunakan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam penelitian. Pustaka penelitian ini diambil dari berbagai sumber seperti buku – buku dan artikel – artikel yang berkaitan dengan analisis risiko dan model *compound mixed Poisson*. Setelah sumber pustaka terkumpul dilanjutkan dengan mempelajari dari sumber pustaka tersebut kemudian dijadikan landasan untuk menganalisis permasalahan.

b. Pengambilan data

Data penelitian ini berasal dari PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Unit Tegalbesar Cabang Jember pada bulan Juli 2016. Data berupa data sekunder yang diperoleh dari data karyawan Bank yang mengetahui langsung tentang pemberian kredit untuk nasabah.

c. Analisis deskriptif tiap variabel penjelas.

Peneliti memperoleh sekelompok data variabel tertentu yang diperoleh dari langkah (b). Analisis deskriptif yang digunakan yaitu menggunakan teknik statistik yang disebut modus, median, dan mean yang digunakan untuk menjelaskan kelompok dari setiap variabel.

d. Memodelkan data dari (b) dengan model

Mendapatkan model risiko menggunakan model *compound mixed Poisson*.

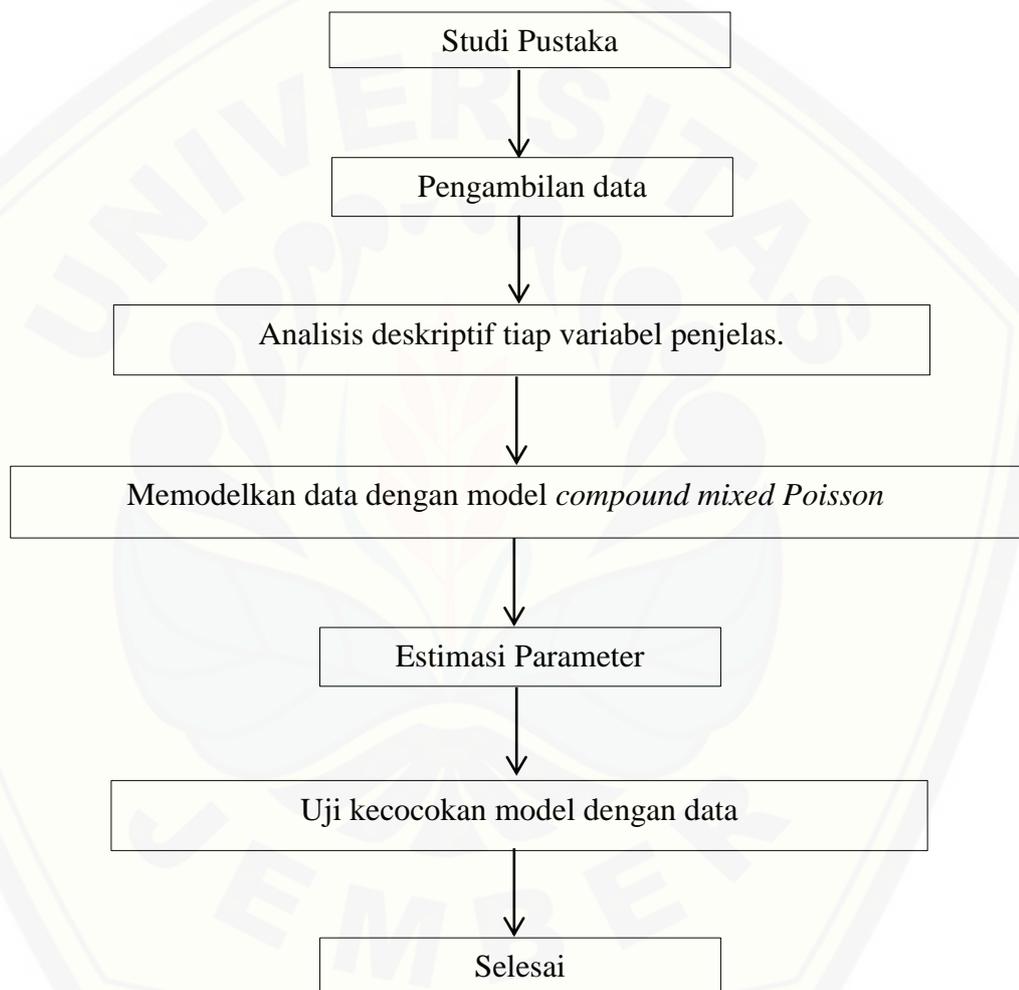
e. Estimasi Parameter

Estimasi parameter dari model *compound mixed Poisson* untuk mengetahui parameter yang berpengaruh sehingga menjadi faktor risiko terjadinya kredit yang tidak lancar atau berstatus kolektibilitas 2 (dalam perhatian khusus).

f. Uji kecocokan model dengan data

Uji kecocokan model menggunakan uji statistik *deviance* yang di hitung menggunakan hasil perhitungan *deviance* pada R kemudian dibandingkan dengan hasil χ^2 dengan berdasarkan signifikansi α dan nilai derajat bebas.

g. Selesai.



Gambar 3.1 Skema metode penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Model *compound mixed Poisson* terbaik yang didapatkan dengan nilai AIC minimum sebesar 74,12 yaitu $\log(Y) = -0,01995 + 0,14153 X_5 + (1|X_1)$ dengan variabel X_1 (jenis kelamin) sebagai *random effects* yang menghasilkan nilai $\text{Var}[X_1] = 5,8514 \times 10^{-14}$ dan model yang didapat dari efek tetap (*fixed effects*) yang memiliki pengaruh konstan yaitu variabel X_5 (tanggungan keluarga) yang dapat menjadi penentu faktor risiko dari suatu data kredit sedangkan variabel lain yaitu variabel X_1 (jenis kelamin) merupakan faktor pengelompokkan.
- b. Estimasi parameter dari model yang didapatkan bahwa parameter tanggungan memiliki pengaruh dalam penentuan status kolektibilitas suatu kredit. Hal ini dapat dilihat dari hasil penentuan risiko dengan uji t bahwa debitur yang memiliki jumlah tanggungan yang semakin banyak memiliki kecenderungan berstatus kolektibilitas 2 (dalam perhatian khusus) sehingga jumlah tanggungan keluarga yang dimiliki semakin banyak menjadi penentu faktor risiko pada suatu data kredit.

5.2 Saran

Pada penelitian ini menganalisis risiko menggunakan data kredit dengan 55 sampel menggunakan penerapan model risiko *compound mixed Poisson*. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa menggunakan jenis model risiko yang lain yaitu model *compound binomial*, model *compound Poisson*, dan model *compound binomial negative* dengan data sampel yang lebih banyak lagi.

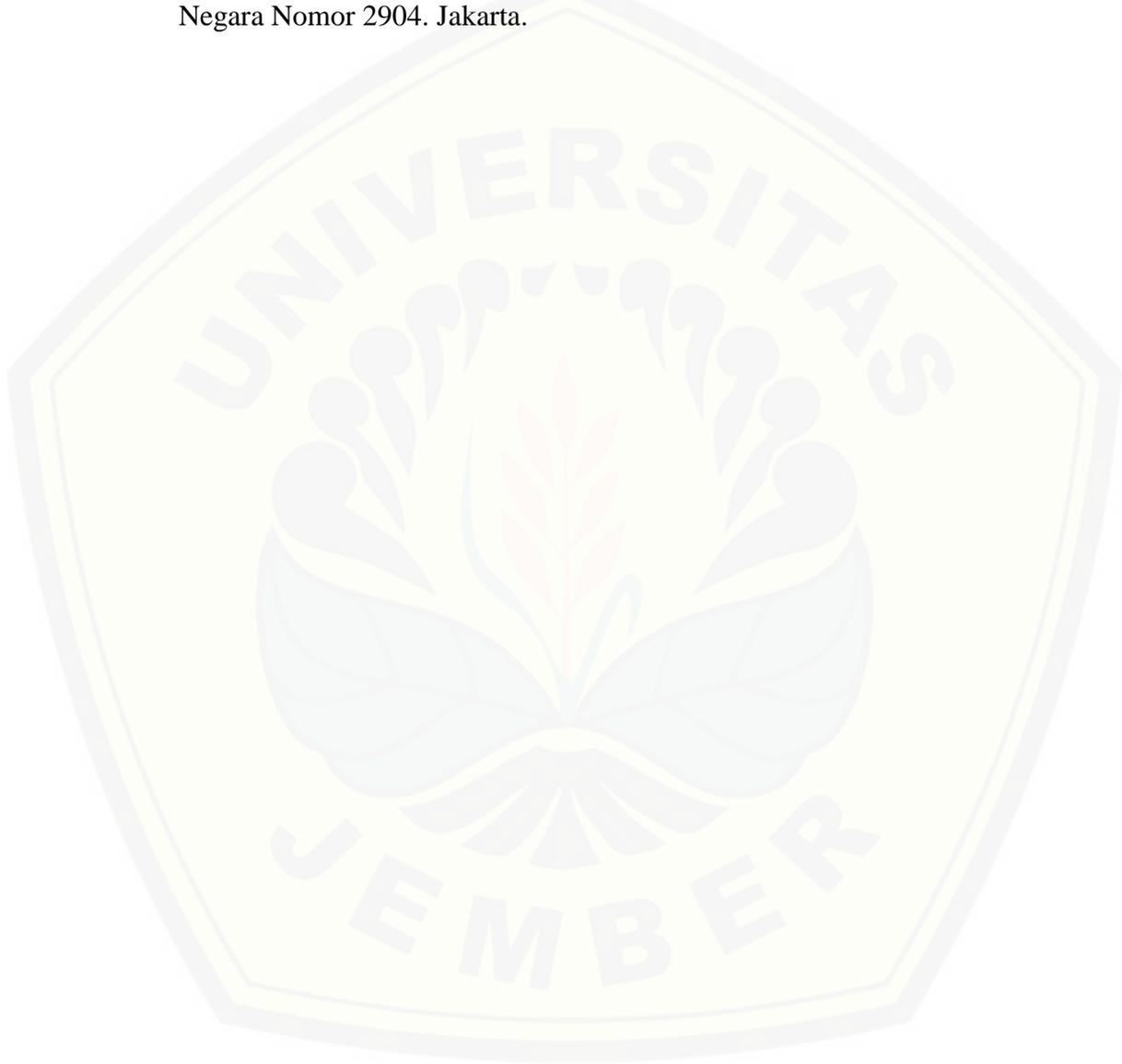
DAFTAR PUSTAKA

- Antonio, K., dan J. Beirlant. 2007. Actuarial Statistics with Generalized Linear Mixed Models. *Insurance: Mathematics and Economics*. (40):58-76.
- Aven, T. 2003. *Foundations of risk analysis: a knowledge and decision-oriented perspective*. England: Hoboken, J. Wiley.
- Bain, L. J., dan M. Engelhardt. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics Second Edition*. California: Duxbury.
- Chen, R., dan H. Yu. 2014. Risk Measurement for Portfolio Credit Risk Based on a Mixed Poisson Model. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. 1(1):1-9.
- Fathurahman, M. 2009. Pemilihan Model Regresi Terbaik Menggunakan Metode Akaike's Information Criterion dan Schwartz Information Criterion. *Jurnal Informatika Mulawarman*. 4(3):37-41.
- Fitzmaurice, G., M. Davidian., G. Verbeke., dan G. Molenberghs. 2009. *Handbooks of Modern Statistical Methods: Longitudinal Data Analysis*. New York: Chapman & Hall/CRC.
- Evianti, D. 2015. Ensemble Arima Dan Exponential Smoothing Untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Handayani, D., K. A. Notodiputro, K. Sadik, dan A. Kurnia. 2017. A Comparative Study of Approximation Methods for Maximum Likelihood Estimation in Generalized Linear Mixed Models (GLMM). *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing 978-0-7354-1495-2.
- Hariyani, I. 2010. *Restrukturisasi & Penghapusan Kredit Macet*. Jakarta: Kompas Gramedia.
- Kellison, S. G., dan R. L. London. 2011. *Risk Models and Their Estimation*. Winsted, CT: ACTEX Publications.

- Maldina, T., B. Tantular, D. Y. Faidah, G. Darmawan. 2016. Analisis Regresi Probit Untuk Menentukan Peluang Kemenangan Pemain Dalam Permainan Age of Empire 2. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*. ISBN 978-602-72216-1-1: 17-20.
- Mardilis, R. 2010. Analisis Pengaruh Motivasi Kerja Dan Iklim Komunikasi Organisasi Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- McNeil, A. J., dan J. Wendin. 2003. Generalized Linear Mixed Models in Portfolio Credit Risk Modelling. *ETH Zurich*. CH-8092 Zurich.
- Purnama, M. H., Topowijono, dan A. Husaini. 2014. Analisis Penerapan Manajemen Risiko Pada Perusahaan Eksportir Yang Menggunakan Metode Pembayaran Letter Of Credit (Studi Pada Pt. Inti Luhur Fuja Abadi Pasuruan). *Jurnal Administrasi Bisnis*. 16(1).
- Rahminta, D. 2009. Analisis Risiko Kredit di PD BPR BKK Pati Kota Kantor Kas Margoyoso. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Schimidli, H. 2006. *Risk Theory*. University of Aarhus: Institute of Mathematics.
- Shevchenko, P. V. 2010. Calculation of aggregate loss distributions. *The Journal of Operational Risk*. 5(2): 3-40.
- Teugels, J. L. dan B. Sundt. 2004. *Encyclopedia of Actuarial Science*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Tse, Y. K. 2009. *Nonlife Actuarial Models*. Singapore: Cambridge University Press.
- Utama, C. 2006. Mengukur Tingkat Kesehatan Bank Di Indonesia. *Bina Ekonomi*. 10(1): 49-56.

Wang, Y., dan Q. Liu. 2005. Comparison of Akaike information criterion (AIC) and Bayesian information criterion (BIC) in selection of stock-recruitment relationships. *Elsevier. Fisheries Research*: 220-225.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1993. *Pokok – Pokok Perbankan*. Lembaran Negara Tahun 1969 Nomor 40, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2904. Jakarta.



LAMPIRAN

A. Data kredit PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Unit Tegalbesar Cabang Jember akhir tahun 2016

NO	KOLEKTI	JENIS KELAMIN	J.K WAKTU	OMSET	PENGHASILAN	TANGGUNGAN	SEKTOR EKONOMI
1	1	L	96	75000000	9750000	1	PEDAGANG
2	1	P	24	20000000	2000000	2	PEDAGANG
3	1	L	6	3000000	1500000	2	PETANI
4	1	L	24	3000000	1350000	2	INDUSTRI
5	1	P	36	10500000	4830000	2	JASA
6	1	P	36	20000000	2600000	2	PEDAGANG
7	1	L	36	11000000	5060000	2	INDUSTRI
8	1	L	36	6600000	2706000	4	JASA
9	1	P	36	25000000	2500000	2	PEDAGANG
10	1	L	24	10000000	1300000	2	PEDAGANG
11	1	P	36	10000000	1000000	4	PEDAGANG
12	1	L	3	5000000	1800000	2	PETANI
13	1	L	24	5600000	2576000	4	INDUSTRI
14	1	P	36	12650000	4680500	2	JASA
15	1	L	36	9900000	4257000	2	INDUSTRI
16	1	P	24	25000000	2500000	2	PEDAGANG
17	1	P	36	6000000	2760000	2	JASA
18	1	P	24	8000000	1040000	2	PEDAGANG
19	1	P	36	15000000	1500000	2	PEDAGANG

Digital Repository Universitas Jember

20	1	L	24	15000000	1500000	3	PEDAGANG
21	1	L	4	2500000	600000	3	PETANI
22	1	L	36	5500000	2310000	2	INDUSTRI
23	1	L	36	30250000	9982500	1	JASA
24	1	L	24	5000000	500000	4	PEDAGANG
25	1	L	36	12000000	4920000	2	INDUSTRI
26	1	P	24	3500000	1295000	2	JASA
27	1	L	36	20000000	2600000	2	PEDAGANG
28	1	P	36	20000000	2000000	2	PEDAGANG
29	1	P	36	25000000	2500000	4	PEDAGANG
30	1	L	3	1500000	450000	4	PETANI
31	2	L	36	6600000	2706000	4	INDUSTRI
32	2	P	60	19800000	9108000	2	JASA
33	2	L	36	20000000	2000000	2	PEDAGANG
34	2	L	24	17500000	7875000	2	INDUSTRI
35	2	L	24	3850000	1578500	4	JASA
36	2	L	24	6000000	600000	3	PEDAGANG
37	2	P	36	15000000	1500000	3	PEDAGANG
38	2	L	24	10000000	1000000	2	PEDAGANG
39	2	L	5	6000000	750000	3	PETANI
40	2	L	24	9900000	4158000	2	INDUSTRI
41	2	L	24	9000000	4140000	2	JASA
42	2	P	24	8000000	800000	4	PEDAGANG
43	2	L	24	4950000	2128500	4	INDUSTRI

Digital Repository Universitas Jember

44	2	L	36	11000000	4510000	2	JASA
45	2	L	24	6000000	600000	4	PEDAGANG
46	2	L	18	12000000	1200000	4	PEDAGANG
47	2	P	36	15000000	1500000	3	PEDAGANG
48	2	L	6	2000000	650000	4	PETANI
49	2	L	36	9000000	4050000	3	INDUSTRI
50	2	P	18	4900000	1813000	4	JASA
51	2	P	24	7000000	700000	3	PEDAGANG
52	2	P	18	1650000	676500	4	INDUSTRI
53	2	L	36	16500000	7590000	2	JASA
54	2	L	18	7000000	700000	4	PEDAGANG
55	2	P	24	10000000	1000000	4	PEDAGANG

B. Script dan Hasil Output Program Untuk Analisis Deskriptif

```

>table (datakredit$Y,datakredit$X1)
>tapply(datakredit$Y,datakredit$X1,summary,na.rm=T)
> table(datakredit$Y,datakredit$X1)
  1  2
1 17 13
2 17  8
> tapply(datakredit$Y,datakredit$X1,summary,na.rm=T)
$`1`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  1.0    1.0    1.5    1.5    2.0    2.0
$`2`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
1.000  1.000  1.000  1.381  2.000  2.000

>table (datakredit$Y,datakredit$X2)
>tapply(datakredit$Y,datakredit$X2,summary,na.rm=T)
> table(datakredit$Y,datakredit$X2)
  3  4  5  6 18 24 36 60 96
1  2  1  0  1  0  9 16  0  1
2  0  0  1  1  4 11  7  1  0
> tapply(datakredit$Y,datakredit$X2,summary,na.rm=T)
$`3`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  1      1      1      1      1      1
$`4`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  1      1      1      1      1      1
$`5`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  2      2      2      2      2      2
$`6`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 1.00    1.25    1.50    1.50    1.75    2.00
$`18`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  2      2      2      2      2      2
$`24`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 1.00    1.00    2.00    1.55    2.00    2.00
$`36`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
1.000  1.000  1.000  1.304  2.000  2.000
$`60`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  2      2      2      2      2      2
$`96`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  1      1      1      1      1      1

```

```
>table(datakredit$Y,datakredit$X3)
>tapply(datakredit$Y,datakredit$X3,summary,na.rm=T)
```

```
> table(datakredit$Y,datakredit$X3)
```

```

  1.5 1.65 2 2.5 3 3.5 3.85 4.9 4.95 5 5.5 5.6 6 6.6 7 8 9 9.9
1  1  0  0  1  2  1  0  0  0  2  1  1  1  1  0  1  0  1
2  0  1  1  0  0  0  1  1  1  0  0  0  3  1  2  1  2  1

  10 10.5 11 12 12.65 15 16.5 17.5 19.8 20 25 30.25 75
1  2  1  1  1  1  2  0  0  0  4  3  1  1
2  2  0  1  1  0  2  1  1  1  1  0  0  0
```

```
> tapply(datakredit$Y,datakredit$X3,summary,na.rm=T)
```

```
$`1.5`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1      1      1      1

$`1.65`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2      2      2      2

$`2`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2      2      2      2

$`2.5`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1      1      1      1

$`3`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1      1      1      1

$`3.5`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1      1      1      1

$`3.85`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2      2      2      2

$`4.9`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2      2      2      2

$`4.95`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2      2      2      2

$`5`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1      1      1      1
```

\$`5.5`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`5.6`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`6`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.00	1.75	2.00	1.75	2.00	2.00
\$`6.6`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.00	1.25	1.50	1.50	1.75	2.00
\$`7`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`8`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.00	1.25	1.50	1.50	1.75	2.00
\$`9`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`9.9`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.00	1.25	1.50	1.50	1.75	2.00
\$`10`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0
\$`10.5`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`11`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.00	1.25	1.50	1.50	1.75	2.00
\$`12`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.00	1.25	1.50	1.50	1.75	2.00
\$`12.65`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`15`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0
\$`16.5`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`17.5`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`19.8`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`20`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	2.0
\$`25`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1

```
$`30.25`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1        1      1      1
```

```
$`75`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1        1      1      1
```

```
>table(datakredit$Y,datakredit$X4)
```

```
>tapply(datakredit$Y,datakredit$X4,summary,na.rm=T)
```

```
table(datakredit$Y,datakredit$X4)
```

```
  0.45 0.5 0.6 0.65 0.6765 0.7 0.75 0.8 1 1.04 1.2 1.295 1.3
1  1  1  1  1  0  0  0  0  0  1  1  0  1  1
2  0  0  2  1  1  2  1  1  2  0  1  0  0
```

```
  1.35 1.5 1.5785 1.8 1.813 2 2.1285 2.31 2.5 2.576 2.6 2.706
1  1  3  0  1  0  2  0  1  3  1  2  1
2  0  2  1  0  1  1  1  0  0  0  0  1
```

```
  2.76 4.05 4.14 4.158 4.257 4.51 4.6805 4.83 4.92 5.06 7.59
1  1  0  0  0  1  0  1  1  1  1  0
2  0  1  1  1  0  1  0  0  0  0  1
```

```
  7.875 9.108 9.75 9.9825
1  0  0  1  1
2  1  1  0  0
```

```
> tapply(datakredit$Y,datakredit$X4,summary,na.rm=T)
```

```
$`0.45`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1        1      1      1
```

```
$`0.5`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1        1      1      1
```

```
$`0.6`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
1.000  1.500  2.000  1.667  2.000  2.000
```

```
$`0.65`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2        2      2      2
```

```
$`0.6765`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2        2      2      2
```

```
$`0.7`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2        2      2      2
```

```
$`0.75`
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    2      2      2        2      2      2
```

\$`0.8`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`1`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.000	1.500	2.000	1.667	2.000	2.000
\$`1.04`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`1.2`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`1.295`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`1.3`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`1.35`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`1.5`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.0	1.0	1.0	1.4	2.0	2.0
\$`1.5785`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`1.8`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`1.813`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`2`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.000	1.000	1.000	1.333	1.500	2.000
\$`2.1285`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`2.31`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`2.5`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`2.576`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`2.6`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`2.706`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1.00	1.25	1.50	1.50	1.75	2.00

\$`2.76`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`4.05`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`4.14`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`4.158`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`4.257`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`4.51`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`4.6805`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`4.83`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`4.92`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`5.06`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`7.59`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`7.875`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`9.108`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	2	2	2	2	2	2
\$`9.75`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1
\$`9.9825`	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	1	1	1	1	1	1

```
>table (datakredit$Y,datakredit$X5)
>tapply(datakredit$Y,datakredit$X5,summary,na.rm=T)
```

```
> table (datakredit$Y,datakredit$X5)

      1  2  3  4
1  2 20  2  6
2  0  8  6 11
> tapply(datakredit$Y,datakredit$X5,summary,na.rm=T)
$`1`
```

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
\$`1`	1	1	1	1	1	1

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
\$`2`	1.000	1.000	1.000	1.286	2.000	2.000

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
\$`3`	1.00	1.75	2.00	1.75	2.00	2.00

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
\$`4`	1.000	1.000	2.000	1.647	2.000	2.000

```
>table (datakredit$Y,datakredit$X6)
>tapply(datakredit$Y,datakredit$X6,summary,na.rm=T)
```

```
> table (datakredit$Y,datakredit$X6)

      1  2  3  4
1 14  4  6  6
2 11  2  6  6
> tapply(datakredit$Y,datakredit$X6,summary,na.rm=T)
$`1`
```

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
\$`1`	1.00	1.00	1.00	1.44	2.00	2.00

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
\$`2`	1.000	1.000	1.000	1.333	1.750	2.000

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
\$`3`	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
\$`4`	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0

C. Script dan Hasil Output Program Untuk Model *Compound Mixed Poisson*

```
> h1 <- cpglmm(Y ~ X2+X3+X4+X5+ (1|X1), data = datakreditbri)
> h1
```

Compound Poisson linear mixed model fit by the Laplace approximation

Formula: $Y \sim X2 + X3 + X4 + X5 + (1 | X1)$

Data: datakreditbri

AIC	BIC	logLik	deviance
80.42	94.48	-33.21	66.42

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
X1	(Intercept)	0.012112	0.11005
	Residual	0.124902	0.35341

Number of obs: 55, groups: X1, 2

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	-1.578e-01	2.307e-01	-0.684
X2	-9.327e-04	5.315e-03	-0.176
X3	-5.183e-09	6.746e-09	-0.768
X4	4.859e-08	2.858e-08	1.700
X5	1.755e-01	5.712e-02	3.073

Estimated dispersion parameter: 0.1249

Estimated index parameter: 1.5

```
> h2 <- cpglmm(Y ~ X2+X3+X4+X5+ (1|X6), data = datakreditbri)
> h2
```

Compound Poisson linear mixed model fit by the Laplace approximation

Formula: $Y \sim X2 + X3 + X4 + X5 + (1 | X6)$

Data: datakreditbri

AIC	BIC	logLik	deviance
82.29	96.34	-34.14	68.29

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
X6	(Intercept)	0.024223	0.15564
	Residual	0.124902	0.35341

Number of obs: 55, groups: X6, 4

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	-1.578e-01	2.384e-01	-0.662
X2	-9.327e-04	5.936e-03	-0.157
X3	-5.183e-09	8.787e-09	-0.590
X4	4.859e-08	3.747e-08	1.297
X5	1.755e-01	5.700e-02	3.079

Estimated dispersion parameter: 0.1249

Estimated index parameter: 1.5

```

> h3<-update(h1, .~.+(1|X6))
> h3
Compound Poisson linear mixed model fit by the Laplace
approximation
Formula: Y ~ X2 + X3 + X4 + X5 + (1 | X1) + (1 | X6)
  Data: datakreditbri
      AIC   BIC logLik deviance
85.58 101.6 -34.79   69.58
Random effects:
  Groups   Name          Variance Std.Dev.
X6         (Intercept)  0.024223 0.15564
X1         (Intercept)  0.012112 0.11005
Residual                    0.124902 0.35341
Number of obs: 55, groups: X6, 4; X1, 2

Fixed effects:
              Estimate Std. Error t value
(Intercept) -1.578e-01  2.511e-01  -0.628
X2           -9.327e-04  6.012e-03  -0.155
X3           -5.183e-09  8.793e-09  -0.590
X4            4.859e-08  3.811e-08   1.275
X5            1.755e-01  5.717e-02   3.070

Estimated dispersion parameter: 0.1249
Estimated index parameter: 1.5

> h4 <- cpplmm(Y ~ X5 + (1|X1), data = datakreditbri)
> h4
Compound Poisson linear mixed model fit by the Laplace
approximation
Formula: Y ~ X5 + (1 | X1)
  Data: datakreditbri
      AIC   BIC logLik deviance
74.12 82.14 -33.06   66.12
Random effects:
  Groups   Name          Variance Std.Dev.
X1         (Intercept)  5.8514e-14 2.4190e-07
Residual                    1.0062e-01 3.1721e-01
Number of obs: 55, groups: X1, 2

Fixed effects:
              Estimate Std. Error t value
(Intercept) -0.01995    0.13068  -0.153
X5           0.14153    0.04527   3.127

Estimated dispersion parameter: 0.1006
Estimated index parameter: 1.99

```