# ESTIMASI CADANGAN KLAIM MENGGUNAKAN METODE MUNICH CHAIN-LADDER DAN BORNHUETTER FERGUSON (STUDI KASUS: PERUSAHAAN XYZ)


**GARY TANZIL**

**H081201043**

**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

# SESTIMASI CADANGAN KLAIM MENGGUNAKAN METODE MUNICH CHAIN-LADDER DAN BORNHUETTER FERGUSON (STUDI KASUS: PERUSAHAAN XYZ)

**GARY TANZIL**

**H081201043**

**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

# ESTIMASI CADANGAN KLAIM MENGGUNAKAN METODE MUNICH CHAIN-LADDER DAN BORNHUETTER FERGUSON (STUDI KASUS: PERUSAHAAN XYZ)

GARY TANZIL

H081201043

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program studi Ilmu Aktuaria

pada

**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

**SKRIPSI**

**ESTIMASI CADANGAN KLAIM MENGGUNAKAN METODE MUNICH CHAIN-LADDER DAN BORNHUETTER FERGUSON (STUDI KASUS: PERUSAHAAN XYZ)**

**GARY TANZIL**
**H081201043**

Skripsi,

telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Sarjana Mauliddin, S.Si, M.Si
pada....dan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program studi ilmu aktuaria

Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam

Unversitas hasanuddin

Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,

Mauliddin, S.Si, M.Si
NIP : 198308052015031005

Mengetahui:
Ketua Program Studi,

Prof. Dr. Hasmawati, M.Si
NIP : 196412311990032007

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI
## DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "estimasi cadangan klai menggunakan metode munich chain-ladder dan bornhuetter ferguson (stud kasus: perusahaan xyz)" adalah benar karya saya dengan arahan da pembimbing Mauliddin, S.Si, M.Si. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tida sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pu Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan da tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dam dicantumka dalam daftar pustaka skripsi ini. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapa dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya oran lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebu berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis say berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar

METERAI TEMPEL

NAMA : GARY TANZI

NIM : H08120104

# UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan YME karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "Estimasi Cadangan Klaim Menggunakan Metode Munich Chain Ladder dan Bornhutter Ferguson (studi kasus : perusahaan XYZ)".

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Mauliddin, S.Si., M.Si. yang telah bersedia menjadi pembimbing utama saya serta bimbingan dan arahannya selama proses penyusunan skripsi ini sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar dan sukses. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ibu Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si. dan Ibu Illuminata Wynnie, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji atas saran dan masukkan yang membangun selama proses penyusunan skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada para Pimpinan Universitas Hasanunddin yang telah memberikan fasilitas kepada penulis untuk menempuh program sarjana, dan juga kepada para Dosen dan Staff fakultas, serta para Dosen dan Staff departemen atas ilmu, dedikasi, serta bantuan selama proses penyusunan skripsi ini.

Kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Alm. Tandyawan dan juga Ibunda Henny Wantoro, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas pengorbanan, dukungan, doa, serta kasih sayang yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan. Dan terima kasih juga kepada seluruh keluarga besar penulis untuk dukungan dan doa yang diberikan kepada penulis.

Kepada seluruh teman-teman Aktuaria 2020, terkhusus Desril, Tilla, Abi, naje, firah, hana, farah, yesa, rifqah, tami, brilliant, cindy, anang, dan yefan. Penulis ucapkan terima kasih atas dukungan, bantuan, serta canda tawa yang telah diberikan selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi.

Dan yang terakhir penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri, karena telah berjuang sampai ke titik ini dan dapat melewati masa-masa sulit selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis,

Gary Tanzil

# ABSTRAK

Gary Tanzil. **Estimasi Cadangan Klaim Menggunakan Metode Munich Chain-Ladder dan Bornhuetter Ferguson** (Studi Kasus: Perusahaan XYZ) (dibimbing oleh Mauliddin, S.Si., M.Si.)

Candangan klaim adalah salah satu bagian penting dalam perusahaan asuransi, pengestimasian cadangan klaim harus seakurat mungkin sehingga perusahaan asuransi dapat mengambil keputusan-keputusan yang tepat terkait *financial*. Dalam penelitian ini akan digunakan dua metode yaitu *Muncich Chain Ladder* dan *Bornhutter Ferguson*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode yang memiliki keakuratan yang lebih baik. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yakni : 1)mengumpulkan data, 2) memasukkan data ke dalam *run off triangle*, 3)menghitung nilai *cumulative run off triangle,* 4) menghitung parameter-parameter dari metode Munich Chain Ladder, 5) menghitung parameter-parameter dari metode *Bornhutter Ferguson*, 6) menghitung nilai estimasi cadangan klaim, 7) membandingkan hasil kedua metode tersebut, 8) menarik kesimpulan. Hasil estimasi total cadangan klaim menggunakan metode Munich Chain Ladder adalah sebesar 3.485.009.000 dan total ultimate losses nya sebesar 29.299.591.000, dengan nilai MAPE 3,79% dan hasil estimasi total cadangan klaim menggunakan metode Bornhutter Ferguson adalah sebesar 3.333.177.370 dan total ultimate losses nya sebesar 29.074.989.000, dengan nilai MAPE 4,78%. Metode *Munich Chain Ladder* memiliki tingkat keakuratan lebih baik dibandingkan metode *Bornhuetter Ferguson*.

Kata kunci : Cadangan Klaim, Munich Chain Ladder, Bornhuetter Ferguson, MAPE

## DAFTAR ISI

**DAFTAR TABEL**

No. Urut Halaman

## DAFTAR NOTASI

| | | |
|---|---|---|
| $C_{i,k}$ | : | besarnya klaim dalam bentuk inkremental untuk klaim yang terjadi pada tahun kejadian *i* dan pada tahun penundaan *j*. |
| $D_{i,k}$ | : | besarnya klaim dalam bentuk kumulatif untuk klaim yang terjadi pada tahun kejadian *i* dan pada tahun penundaan *j*. |
| $P_{i,t}$ | : | klaim yang dibayar (*paid*) untuk tahun kecelakaan *i* setelah *t* *development year*. |
| $I_{i,t}$ | : | klaim yang dilaporkan (*incurred*) untuk tahun kecelakaan *i* setelah *t* *development year*. |
| $\mathcal{P}_i(s)$ | : | *development* dari pembayaran klaim (*paid*) tahun default *i* telah ditentukan hingga akhir dari *development year s*. |
| $\mathcal{I}_i(s)$ | : | klaim yang dilaporkan (*incurred)* tahun default *i* telah ditentukan hingga akhir dari *development year s*. |
| $\mathcal{B}_i(s)$ | : | anggota *development factor* klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) hingga akhir dari *development year s*. |
| $f^P_{s\to s+1}$ | : | *development factor* dari klaim yang dibayarkan (*paid*) untuk *development period s* ke *development periode s* + 1. |
| $f^I_{s\to s+1}$ | : | *development factor* dari klaim yang dilaporkan (*incurred*) untuk *development period s* ke *development periode s* + 1. |
| $\lambda^I$ | : | koefsien korelasi dari residual rasio (*P/I*) dan residual *development factor*. |
| $\lambda^P$ | : | koefisien korelasi dari residual rasio (*I/P*) dan residual *development factor*. |
| $\sigma^P_{s\to t}$ | : | standar deviasi kondisional klaim yang dibayarkan (*paid*) dari periode s sampai periode t. |
| $\sigma^I_{s\to t}$ | : | standar deviasi kondisional klaim yang dilaporkan (*incurred*) dari periode s sampai periode t. |
| $\widehat{q_s}$ | : | ekspektasi bersyarat $E = \left(Q_{i,s} \middle| \mathcal{I}_s(s)\right)$ untuk setiap periode |
| $\widehat{q_s}^{-1}$ | : | ekspektasi bersyarat $E = \left({Q_{i,s}}^{-1} \middle| \mathcal{P}_s(s)\right)$ untuk setiap periode |
| $\widehat{\rho^I_s}$ | : | standar deviasi bersyarat $\boldsymbol{\sigma}\left(Q_{i,s} \middle| \mathcal{I}_i(s)\right)$ untuk setiap periode |

| | | |
|---|---|---|
| $\widehat{\rho_s^P}$ | : | standar deviasi bersyarat $\boldsymbol{\sigma}\left(Q_{i,s}{}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)$ untuk setiap periode |
| $\widehat{P_{\boldsymbol{\iota},\boldsymbol{t}}}$ | : | nilai proyeksi kumulatif klaim yang dibayarkan (*paid*) |
| $\widehat{I_{\boldsymbol{\iota},\boldsymbol{t}}}$ | : | nilai proyeksi kumulatif klaim yang dilaporkan (*incurred* |
| $\hat{\mu}_{\boldsymbol{i}}$ | : | estimasi klaim akhir tahun kejadian *i*, |
| $\hat{\beta}_{I-i}$ | : | estimasi pola penundaan klaim kumulatif. |
| $\widehat{\boldsymbol{Res}}(P_{\boldsymbol{i},\boldsymbol{t}})$ | : | nilai residual untuk data klaim yang dibayarkan (*paid*) |
| $\widehat{\boldsymbol{Res}}(I_{\boldsymbol{i},\boldsymbol{t}})$ | : | nilai residual untuk data klaim yang dilaporkan (*incurred*) |
| $\widehat{\boldsymbol{Res}}(Q_{i,s})$ | : | nilai residual untuk nilai rasio (P/I) |
| $\widehat{\boldsymbol{Res}}(Q_{i,s}{}^{-1})$ | : | nilai residual untuk nilai rasio (I/P) |

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Di zaman sekarang, asuransi merupakan salah satu hal yang cukup penting untuk dimiliki setiap orang, karena tanpa kita ketahui risiko dapat terjadi kapan saja dan dimana saja. Dengan memiliki asuransi, risiko-risiko tersebut dapat diatasi. Asuransi adalah perjanjian antara dua pihak yaitu pihak penanggung (perusahaan asuransi) dan pihak tertanggung (nasabah). Perjanjian tersebut berupa pemberian sejumlah santunan yang telah disepakati sebelumnya kepada pihak tertanggung (nasabah) dari pihak penanggung (perusahaan asuransi) apabila terjadi risiko yang telah diklaim oleh pihak tertanggung (Black and Skipper, 1993).

Perjanjian antara pihak penanggung dan pihak tertanggung tersebut tertulis di sebuah kertas yang disebut polis. Pihak tertanggung wajib membayarkan uang yang disebut sebagai premi kepada pihak penanggung berdasarkan besar manfaat yang akan diterima oleh pihak tertanggung ketika terjadi risiko. Sehingga ketika pihak tertanggung mengalami risiko maka risiko tersebut akan ditanggung oleh pihak penanggung. Maka dari itu pihak penanggung harus menyediakan dana yang dapat digunakan secara tepat untuk memenuhi kewajiban kepada pihak tertanggung yang biasa disebut cadangan teknis. Cadangan teknis sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu cadangan klaim dan cadangan premi, cadangan klaim adalah sejumlah uang yang pihak penanggung siapkan untuk memenuhi pembayaran di masa mendatang terkait dengan klaim yang sudah terjadi tetapi belum dibayarkan atau diselesaikan (Maher, 1992). Cadangan premi adalah sejumlah uang yang dihimpun oleh pihak penanggung yang diperoleh dari selisih nilai santunan dan nilai tunai pembayaran pada suatu waktu pertanggungan sebagai persiapan pembayaran klaim (Black and Skipper, 1993).

Hubungan antara waktu kejadian dengan penundaan terkait klaim ini disebut *outstanding claims*. Pengestimasian *outstanding claims* hal yang sangat penting bagi perusahaan asuransi, dimana perusahaan asuransi harus selalu dapat menyediakan cadangan yang cukup untuk membayarkan klaim yang akan terjadi di masa yang akan datang. Jika pengestimasian cadangan klaim terlalu tinggi dari nilai real-nya, maka perusahaan asuransi akan kekurangan dana untuk keperluan lainnya seperti dana operasional, bonus untuk agensi, serta dana untuk kegiatan – kegiatan eksternal dan internal perusahaan. Sedangkan jika pengestimasian *outstanding claims* terlalu rendah dari nilai real-nya, maka perusahaan asuransi tidak dapat mambayarkan klaim yang terjadi. Ada dua jenis *outstanding claims*, yaitu *Incurred but Not Reported* (IBNR) yaitu peristiwa yang telah terjadi tetapi belum dilaporkan dan *Reported but Not Settled* (RBNS) yaitu peristiwa yang telah dilaporkan tetapi belum dibayarkan (Hossack, Pollar, & Zenwirth, 1999).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung *outstanding claims*. Diantaranya *Munich Chain-Ladder* dan *Bornhuetter Ferguson*. Metode *Munich Chain-Ladder* adalah pengembangan dari metode *Chain-Ladder*, metode *Chain-Ladder* merupakan metode yang paling populer untuk mengestimasi *outstanding claims* karena kesederhanaannya dan bersifat bebas sebaran (Mack, 1993). Tujuan dari metode *Chain-Ladder* adalah memprediksi *future triangle* dengan menggunakan *Development factor* dan besar *cumulative claims* yang terletak pada diagonal utama *run-off triangle*. *Development factor* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan perkembangan besar klaim (Taylor, McGuire, & Greenfield, 2003). Namun metode ini kurang stabil dan hasilnya sangat dipengaruhi oleh besar klaim di periode sebelumnya.

Bornhuetter dan Pearl Ferguson memperkenalkan sebuah metode yang disebut metode *Bornhuetter Ferguson* untuk menutupi kekurangan pada metode *Chain-Ladder.* Metode ini memprediksi cadangan klaim dengan mengalikan estimasi klaim akhir dengan persentase perkembangan klaim yang akan datang pada tahun kejadian *i* berdasarkan pola penundaannya. Ide dasar dari metode ini adalah dengan menambahkan/menggabungakan informasi yang ada pada pendapatan premi ke dalam perhitungannya. Metode ini memperoleh error yang lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya dan merupakan upaya untuk mengatasi kelemahan utama pada metode *Chain-Ladder*.(Mack dan Re, 2006)

Peneliti sendiri memilih kedua metode tersebut karena kedua metode dibuat untuk menutupi kekurangan yang terdapat pada metode *Chain-ladder* yang mana metode *Munich Chain-Ladder* sendiri merupkan pengembangan dari metode *Chain-Ladder* dan metode *Bornhuetter Ferguson* adalah metode yang tercipta karena masih terdapat kekurangan pada metode *Chain-Ladder* sehingga peneliti tertarik untuk membandingkan kedua metode tersebut.

Pada penelitian ini akan dibahas prediksi cadangan klaim asuransi khususnya asuransi kerugian yang ditentukan dengan metode *Munich Chain-Ladder* dan *Bornhuetter Ferguson*, kemudian hasil dari kedua metode tersebut akan dibandingkan sehingga dapat diketahui metode mana yang lebih akurat.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah untuk mengetahui tahapan estimasi cadangan pada metode *Munich Chain Ladder* dan *Bornhuetter Ferguson* serta untuk mengetahui metode mana yang memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi terhadap nilai sebenarnya sehingga perusahaan asuransi dapat mempertimbangkan metode mana yang lebih baik.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak termasuk perusahaan asuransi yang menjadi tujuan peneltian ini. Manfaat bagi perusahaan asuransi dapat memberikan metode alternatif bagi perusahaan asuransi sebagai rujukan metode mana yang lebih tepat dan perusahaan asuransi dapat mengambil kebijakan – kebijakan dengan lebih akurat terkait urusan *financial* perusahaan berdasarkan hasil cadangan klaim yang diperoleh.

## 1.3 Landasan Teori

### 1.3.1 Asuransi

Menurut Pasal 246 KUHP, asuransi atau pertanggungan adalah suatu kontrak di mana penanggung berjanji untuk memberikan ganti rugi kepada tertanggung atas segala kerugian, kerusakan atau hilangnya keuntungan yang diharapkan yang mungkin ditimbulkan oleh tertanggung dengan mengambil premi asuransi. akibat suatu peristiwa (peristiwa yang tidak pasti).

Asuransi atau pertanggungan adalah kontrak antara dua pihak atau lebih di mana perusahaan asuransi berjanji untuk mengganti kerugian tertanggung terhadap kerugian, kerusakan atau hilangnya keuntungan yang diharapkan atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga dengan menerima premi asuransi. dapat jatuh kepada tertanggung akibat suatu peristiwa yang tidak dapat dipastikan atau pembayaran akibat meninggal dunia atau nyawa tertanggung. Sesuai dengan ketentuan Undang-Undang Perasuransian No. 2 tanggal 11 Februari 1992 (“UU Asuransi”), yang kemudian dicabut dengan UU No. 40/2014, 17.10.2014 tentang Asuransi, yang didalamnya memuat pengertian asuransi sebagai berikut: Asuransi adalah suatu perjanjian antara dua pihak yaitu. perusahaan asuransi dan penanggung, yang atas dasar itu perusahaan asuransi menerima pembayaran asuransi terhadap :

a. memberikan ganti rugi kepada tertanggung atau penanggung atas kerugian, kerusakan, biaya-biaya yang timbul, hilangnya keuntungan atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin diderita oleh tertanggung atau tertanggung apabila terjadi suatu peristiwa yang tidak dapat dipastikan; atau

b. menawarkan pembayaran berdasarkan meninggalnya tertanggung atau pembayaran berdasarkan hidup tertanggung yang besarnya ditentukan dan/atau berdasarkan hasil pengelolaan dana.

### 1.3.2 Polis, Premi, dan Klaim

Pasal 255 KUHD menyebutkan bahwa suatu perjanjian asuransi harus dapat dibuat secara tertulis dalam suatu akta yang dinamakan polis. Kesimpulan minimal dari Pasal tersebut adalah bahwa polis merupakan syarat mutlak pada perjanjian asuransi. Akan tetapi kesimpulan tersebut belum maksimal setelah dilakukan penafsiran secara sistematis dengan memperhatikan pasal 257 dan 258 KUHD. Berdasarkan kedua pasal tersebut dimaksud diperoleh kesimpulan maksimal bahwa polis dalam perjanjian asuransi tidak merupakan syarat mutlak, tetapi hanya merupakan alat bukti saja (Sastrawidjaja dan Endang, 2013).

Premi asuransi adalah sejumlah uang yang wajib dibayar oleh tertanggung kepada penanggung setiap jangka waktu tertentu, biasanya setiap bulan selama asuransi berlangsung. Besarnya jumlah premi asuransi bergantung pada jumlah asuransi yang disetujui oleh tertanggung pada saat diadakan asuransi. Dengan demikian premi asuransi merupakan imbalan atas jasa jaminan yang diberikan oleh penanggung kepada tertanggung untuk mengganti kerugian yang mungkin diderita oleh tertanggung (pada asuransi kerugian). Imbalan jasa atas jaminan perlindungan yang diberikan oleh penanggung kepada tertanggung dengan menyediakan sejumlah uang terhadap risiko hari tua atau kematian (pada asuransi jiwa) (Djojosoedarso, 2014).

Premi merupakan faktor yang sangat penting dalam asuransi, baik bagi penanggung maupun tertanggung. Premi sangat penting bagi penanggung, karena dengan premi yang berhasil dikumpulkan dan para tertanggung (yang jumlahnya cukup banyak) dalam waktu yang relatif lama, akan membentuk sejumlah dana yang cukup besar, dan dari dana tersebut perusahaan asuransi akan mampu mengembalikan tertanggung kepada posisi (ekonomi) seperti sebelum terjadi kerugian menghindarkan tertanggung dari kebangkrutan sedemikian rupa, sehingga mampu berdiri pada posisi seperti keadaan sebelum terjadinya kerugian. Sedang bagi tertanggung premi juga sangat penting, karena Premi yang harus dibayar adalah unsur biaya baginya yang akan mempengaruhi kegiaran/tingkat konsumsinya. Oleh karena itu, tinggi rendahnya premi pada umumnya akan menjadi pertimbangan utama bagi tertanggung apakah dia akan menutup risiko dengan asuransi atau tidak

Klaim adalah salah satu fungsi terpenting dari perusahaan asuransi. klaim yang sah itu dibayar dengan segera dan sepenuhnya. Pembayaran klaim yang kurang akan menyebabkan lahirya klaim, sedangkan pembayaran klaim yang berlebihan dapat membawa kebangkrutan. Klaim adalah suatu tuntutan atas suatu hak yang timbul karena persyaratan dalam perjanjian yang ditentukan sebelumnya telah terpenuhi. sedangkan klaim asuransi jiwa adalah suatu tuntutan dari hak pemegang polis atau yang ditunjuk kepada pihak asuransi atas sejumlah pembayaran uang pertanggungan atau harga tunai yang timbul karena syarat-syarat dalam perjanjian asuransinya telah dipenuhi.

Agar Klaim Asuransi dapat diproses dan dibayar oleh perusahaan asuransi, ada berbagai ketentuan penting mengenai pengajuan klaim yang harus diperhatikan:

1. Klaim sesuai dengan yang tertera dalam polis. Sebelum mengajukan klaim asuransi, pastikan bahwa anda memiliki manfaat yang sesuai dengan yang tercatat didalam polis asuransi.
2. Polis masih berlaku (inforce). Anda harus memastikan juga, bahwa polis Anda masih berada dalam keadaan Inforce / berlaku / aktif. Jadi agar polis Anda senantiasa dalam keadaan Inforce, pastikan Anda melakukan pembayaran/transaksi secara rutin (terutama di dua tahun pertama, jangan sampai ada yang bolong).
3. Polis tidak dalam masa tunggu. Pastikan Polis asuransi tidak dalam masa tunggu. Maksudnya masa tunggu adalah masa mulai berlakunya perlindungan asuransi.
4. Klaim termasuk dalam pertanggungan. Pastikan klaim yang Anda ajukan bukan pengecualian yang tertera dalam polis (Darmawi, 2017).

Pasal 255 KUHP menyatakan bahwa kontrak asuransi harus dibuat secara tertulis dengan polis asuransi. Kesimpulan minimal dari pasal ini adalah bahwa polis asuransi merupakan syarat mutlak suatu kontrak asuransi. Namun, setelah dilakukan penafsiran sistematis, kesimpulan tersebut kurang optimal mengingat pasal 257 dan 258 KUHP. Kesimpulan terbesar yang dapat diambil dari kedua pasal tersebut adalah bahwa polis dalam kontrak asuransi bukan merupakan syarat mutlak, melainkan hanya sekedar pembuktian (Sastrawidjaja dan Endang, 2013).

Premi adalah sejumlah uang yang harus dibayarkan perusahaan asuransi kepada pemegang polis secara berkala, biasanya bulanan, sepanjang umur polis. Besarnya pembayaran asuransi tergantung pada harga asuransi yang disepakati oleh pihak asuransi pada saat penandatanganan asuransi. Oleh karena itu pembayaran asuransi merupakan ganti rugi atas jasa penjaminan yang diberikan penanggung kepada tertanggung untuk memberikan ganti rugi kepada tertanggung atas kemungkinan kerugian (dalam asuransi non jiwa). Manfaat jasa atas jaminan perlindungan yang diberikan oleh pihak asuransi kepada tertanggung dengan memberikan sejumlah uang tertentu terhadap risiko hari tua atau kematian (dalam asuransi jiwa) (Djojosoedarso, 2014). Premi asuransi merupakan faktor yang sangat penting dalam berasuransi baik bagi penanggung maupun tertanggung. Pembayaran asuransi sangat penting bagi penanggung, karena pembayaran asuransi yang dikumpulkan oleh penanggung dalam jangka waktu yang relatif lama (yang jumlahnya cukup banyak) merupakan sejumlah uang yang cukup besar yang dapat dikembalikan oleh perusahaan asuransi kepada penanggung. (keuangan) seperti sebelum terjadinya kerugian, sehingga penanggung terhindar dari kebangkrutan sehingga dapat tetap pada posisinya sebelum terjadinya kerugian. Pada saat yang sama, premi asuransi juga sangat penting bagi penanggung, karena asuransi yang dibayarkan baginya merupakan faktor biaya yang mempengaruhi tingkat aktivitas/konsumsinya. Oleh karena itu, bagi penanggung asuransi, preminya biasanya tinggi atau rendah, baik ia menanggung risikonya dengan asuransi atau tidakKerugian merupakan salah satu tugas terpenting perusahaan asuransi. klaim yang sah dibayar segera dan penuh. Kurangnya pembayaran ganti rugi menimbulkan tuntutan, sedangkan kelebihan pembayaran ganti rugi menyebabkan kebangkrutan.

Klaim adalah tuntutan terhadap suatu hak yang timbul karena terpenuhinya syarat-syarat suatu kontrak yang telah ditentukan. Namun klaim asuransi jiwa adalah tuntutan tertanggung atau kuasanya yang sah kepada perusahaan asuransi atas pembayaran uang pertanggungan atau harga tunai yang timbul karena terpenuhinya syarat-syarat kontrak asuransi.Agar perusahaan asuransi dapat memproses dan membayar klaim asuransi, beberapa ketentuan penting klaim harus diperhatikan:1. Klaim sesuai dengan polis. Sebelum mengajukan asuransi, pastikan Anda memiliki manfaat relevan yang disebutkan dalam polis. 2. Kebijakan tersebut masih berlaku (berlaku). Anda juga harus memastikan bahwa polis tersebut masih berlaku/valid/berlaku. Untuk selalu menjaga polis Anda dalam status Inforce, pastikan Anda melakukan pembayaran/transaksi secara rutin (terutama pada dua tahun pertama, jangan biarkan kesenjangan semakin bertambah).3. Asuransi tidak memiliki masa tunggu. Pastikan asuransi belum dihentikan. Masa tunggu adalah jangka waktu berlakunya perlindungan asuransi.4. Klaim sudah termasuk dalam asuransi. Pastikan klaim yang Anda sampaikan bukan merupakan pengecualian yang disebutkan dalam praktik (Darmawi, 2017). \N.

### 1.3.3 Cadangan Klaim

Cadangan klaim merupakan sejumlah dana yang harus disiapkan oleh perusahaan asuransi guna menutupi kekurangan jumlah klaim yang akan dilaporkan oleh pemegang polis pada saat kerugian telah dilaporkan. Pada kenyataannya, laporan yang diterima oleh perusahaan asuransi tidak dapat segera dibayarkan klaimnya dikarenakan proses melalui jalur hukum yang memakan cukup waktu, kondisi tersebut 19 dinamakan Reported But Not Settled (RBNS). Kondisi lain adalah dimana kerugian sudah terjadi namun belum dilaporkan oleh pihak tertanggung, kondisi ini disebut Incurred But Not Reported (IBNR) (England, Verrall, & Mario V, 2012). Klaim IBNR lebih mudah untuk diestimasikan nilai cadangan klaimnya sehingga perusahaan asuransi menggunakan acuan klaim IBNR ini untuk mengestimasi berapa jumlah dana yang harus disiapkan untuk menutupi jumlah klaim yang nantinya akan dilaporkan oleh pemegang polis (Kremer, 1982), sehingga muncullah beberapa metode seperti Chain Ladder (CL), Generalized Linear Model (GLM), Munich Chain Ladder, dll.

### 1.3.4 Run of Triangle

Umumnya, prediksi cadangan klaim untuk asuransi-asuransi kelas bisnis *long-tail* didasarkan pada data *run-off triangle*. Data *run-off triangle* memuat gambaran klaim keseluruhan dan merupakan ringkasan dari suatu data set klaim-klaim individu (Antonio, Beirlant, Hoedemakers dan Verlaak, 2006). Data yang ada dalam *run-off triangle* biasanya merupakan salah satu dari dua kemungkinan, yaitu *claims amount* (besarnya klaim) atau *number of claims* (banyaknya klaim), di mana keduanya tersaji dalam bentuk kumulatif atau inkremental (Mutaqin, Tampubolon, 2008).

Misalkan $C_{i,j}$ merupakan peubah acak untuk besarnya klaim dalam bentuk inkremental untuk klaim yang terjadi pada tahun kejadian $i$ dan pada tahun penundaan $j$, dengan $i \in \{0, \dots, I\}$, $j \in \{0, \dots, J\}$ dan $J \leq I$ , dan $D_{i,j}$ merupakan peubah acak untuk besarnya klaim dalam bentuk kumulatif yang diperoleh dari besar klaim kerugian dalam bentuk inkremental. $C_{i,j}$ merupakan pengamatan $i + j \leq I, j \leq J\ (run\ of\ triangle)$, sedangkan yang lainnya adalah klaim-klaim yang belum terselesaikan dan berada dalam *future triangle*.

**Tabel 1.** menggambarkan data *run-off triangle* dan *future triangle* dalam bentuk inkremental, di mana baris menunjukkan tahun kejadian dari tahun ke-0 sampai tahun ke-$I$ dan kolom menunjukkan tahun penundaan dari tahun ke-0 sampai tahun ke-$J$. *Run-off triangle* adalah sel-sel $C_{i,j}$ (untuk $i + j \leq I, j \leq J$) yang berwarna putih dan berada pada segitiga atas, sedangkan *future triangle* adalah sel-sel $C_{i,j}$ (untuk $i + j > I, j \leq J$) yang berwarna kuning dan berada dalam segitiga bawah.

**Tabel 1.** *run-off triangle* dan *future triangle* dalam bentuk inkremental

| Tahun Kejadian | Tahun Penundaan | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | $\cdots$ | $j$ | $\cdots$ | $J-1$ | $J$ |
| 0 | $C_{0,0}$ | $C_{0,1}$ | $\cdots$ | $C_{0,j}$ | $\cdots$ | $C_{0,J-1}$ | $C_{0,J}$ |
| 1 | $C_{1,0}$ | $C_{1,1}$ | $\cdots$ | $C_{1,j}$ | $\cdots$ | $C_{1,J-1}$ | $C_{1,J}$ |
| $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ | $\ddots$ | $\vdots$ | $\ddots$ | $\vdots$ | $\vdots$ |
| $i$ | $C_{i,0}$ | $C_{i,1}$ | $\cdots$ | $C_{i,j}$ | $\cdots$ | $C_{i,J-1}$ | $C_{i,J}$ |
| $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ | $\ddots$ | $\vdots$ | $\ddots$ | $\vdots$ | $\vdots$ |
| $I-1$ | $C_{I-1,0}$ | $C_{I-1,1}$ | $\cdots$ | $C_{I-1,j}$ | $\cdots$ | $C_{I-1,J-1}$ | $C_{I-1,J}$ |
| $I$ | $C_{I,0}$ | $C_{I,1}$ | $\cdots$ | $C_{I,j}$ | $\cdots$ | $C_{I,J-1}$ | $C_{I,J}$ |

Data *run-off triangle* dalam bentuk kumulatif $C_{i,k}$ dapat dibentuk berdasarkan data inkremental $X_{i,j}$ dengan menggunakan persamaan

$$D_{i,j} = \sum_{k=0}^{j} X_{i,k}, \ 0 \leq i \leq I, 0 \leq j \leq J.$$

di mana :

$D_{i,j}$ : besarnya klaim dalam bentuk kumulatif untuk klaim yang terjadi pada tahun kejadian *i* dan pada tahun penundaan *j* dan $C_{i,j} \geq 0$,

$C_{i,k}$ : besarnya klaim dalam bentuk inkremental untuk klaim yang terjadi pada tahun kejadian *i* dan pada tahun penundaan *k*.

Untuk memudahkan, ditambahkan beberapa notasi dan penjelasan yang akan digunakan dalam perhitungan (Saluz, Bühlmann, Gisler dan Moriconi, 2015). Diberikan $C_{i,j} = D_{i,j} - D_{i,j-1}$, di mana $D_{i-1} = 0$. Penjumlahan atas indeks mulai dari 0 ditandai dengan kurung siku, untuk contohnya

$$C_{[k],j} = \sum_{i=0}^{k} C_{i,j}\,,\ \ 0 \le k \le I\,, 0 \le j \le J.$$

Diasumsikan bahwa semua klaim telah selesai setelah tahun penundaan $J$ sehingga total klaim akhir dari tahun kejadian $i$ adalah $D_{i,j}$. $\boldsymbol{C}_i$ = ($C_{i,0}$, ... , $C_{i,(I-i)\wedge J}$)' adalah pengamatan dari tahun kejadian $i$, di mana $\boldsymbol{C}$' adalah vektor (atau matriks) transpose $\boldsymbol{C}$. Untuk menyerderhanakan notasi, $\iota(i) = (I - i) \wedge J$ didefinisikan sebagai tahun penundaan terakhir yang diamati pada tahun kejadian $i$.

### 1.3.5 Metode Munich Chain-Ladder

#### 1.3.5.1 Notasi dan Asumsi Model

Misalkan $n \in \mathbb{N}$ adalah angka dari tahun terjadinya *default* kredit dengan $T = \{1,2, \dots, m\}$ dan $m \in \mathbb{N}$ adalah *development time* (biasanya m = n). Untuk $i = 1,2, \dots, n, misalkan\, P_i = (P_{i,t})_{t \in T}$ menyatakan klaim dibayar (*paid*) dari tahun *default i* dan $I_i$ = $(I_{i,t})_{t \in T}$ adalah klaim dilaporkan (*incurred*). Sehingga, variabel acak $P_{i,t}$ menyatakan klaim dibayar (*paid*) untuk tahun kejadian *i* setelah *t development year*, dan $I_{i,t}$ menyatakan klaim dilaporkan (*incurred*) untuk tahun kejadian *i* setelah *t development year*.

Proses dari $P_{i,t}$ dan $I_{i,t}$ menjelaskan *development* dari klaim dibayar (*paid*) dan klaim dilaporkan (*incurred*) pada tahun *default* i selama *t development year*.

Lebih jauh $\mathcal{P}_i(s)$ = {$P_{i,1}$ , $P_{i,2}$ , ... , $P_{i,s}$} menjelaskan untuk kondisi bahwa *development* dari pembayaran klaim (*paid*) tahun *default* kredit *i* telah ditentukan hingga akhir dari *development year s* dan $\mathcal{I}_i(s)$ = {$I_{i,1}$ , $I_{i,2}$ , ... , $I_{i,s}$} untuk kondisi bahwa klaim dilaporkan (*incurred*) tahun *default* kredit *i* telah ditentukan hingga akhir dari *development year s*.

Dalam metode *munich chain ladder*, format yang digunakan adalah format kumulatif sesuai dengan objek yang akan dicari yaitu *ultimate claim* pada setiap periode untuk menghitung cadangan klaim di akhir dengan menggunakan formula modifikasi parameter dalam metode *Chain Ladder* sebagai berikut :

a. Asumsi model untuk kerugian yang dibayarkan (P)

   **PE** (Asumsi Nilai Harapan)

   Untuk $s, t \in T$ dengan t = s +1, terdapat faktor tunda $f^{P}_{s \to t} > 0$ sehingga untuk setiap nilai *i* = 1,2, ... , *n*.

$$E\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}} \middle| \mathcal{P}_i(s)\right) = f^{P}_{s \to t}$$

**PV** (Asumsi Variansi)

Untuk $s, t \in T$ dengan t = s + 1 terdapat proporsi konstan $\sigma_{s \to t}^{P} \geq 0$ sehingga untuk setiap *i* = 1,2, ... , *n*.

$$Var\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right) = \frac{(\sigma_{s\to t}^{P})^2}{P_{i,s}}$$

**PU** (Asumsi Kebebasan)

Berbagai tahun kerugian yang independen, yaitu $\{P_{1,t}|t \in T\}, \{P_{2,t}|t \in T\}, \dots, \{P_{n,t}|t \in T\}$ bebas stokastik.

b. Asumsi model untuk kerugian yang terjadi (I)

**IE** (Asumsi Nilai Harapan)

Untuk $s, t \in T$ dengan t = s +1, terdapat faktor tunda $f_{s\to t}^{I} > 0$ sehingga untuk setiap nilai *i* = 1,2, ... , *n*.

$$E\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right) = f_{s\to t}^{I}$$

**IV** (Asumsi Variansi)

Untuk $s, t \in T$ dengan t = s + 1 terdapat proporsi konstan $\sigma_{s\to t}^{I} \geq 0$ sehingga untuk setiap *i* = 1,2, ... , *n*.

$$Var\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right) = \frac{(\sigma_{s\to t}^{I})^2}{I_{i,s}}$$

**IU** (Asumsi Kebebasan)

Berbagai tahun kerugian yang independen, yaitu $\{I_{1,t}|t \in T\}, \{I_{2,t}|t \in T\}, \dots, \{I_{n,t}|t \in T\}$ bebas stokastik.

Dari asumsi model *Chain Ladder,* periode kejadian bersifat independen secara stokastik, namun memiliki *development factor* dan parameter σ pada setiap *development factor*.

Asumsi tersebut disusun untuk proyeksi satu *triangle* dan belum menyatakan suatu korelasi ataupun hubungan antara klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*). Parameter ekspektasi bersyarat menjelaskan terkait kemungkinan terbaik dalam melakukan pengestimasian terhadap $P_{i,t}$ bila diketahui besaran klaim yang dibayarkan (*paid*) pada periode kejadian hingga waktu *s*. Hal ini berkaitan untuk mengetahui nilai dari $I_{i,t}$ untuk klaim yang dilaporkan (*incurred*).

Apabila terdapat dua tabel *run-off triangle* yang terdiri dari klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) dan akan dilakukan proyeksi terhadapa keduanya, digunakan ekspektasi bersyarat dengan formula :

$$\boldsymbol{E}\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{B}_i(s)\right)\ dan\ \boldsymbol{E}\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{B}_i(s)\right)$$

Dimana $\mathcal{B}_i(s) = \{P_{i,1}, P_{i,2}, \dots, P_{i,s}, I_{i,1}, I_{i,2}, \dots, I_{i,s}\}$ merupakan anggota *development factor* klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dibayarkan (*incurred*) hingga akhir dari *development year s*.

#### 1.3.5.2 Model Estimasi *Munich Chain Ladder*

Dengan asumsi bahwa estimasi nilai klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) menggunakan metode *Chain-Ladder* untuk nilai *i,t* = 1,2,...,n, dapat digunakan parameter $P_{i,t}$ dan $I_{i,t}$ sebagai total kumulatif dari klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) pada periode kejadian *i* setelah adanya periode penundaan atau *development period t*. Jika $d_i$ = n + 1 – *i* merupakan *development period* saat ini dari periode kejadian *i*, nilai dari $P_{i,t}$ dan $I_{i,t}$ adalah diketahui untuk $1 \leq t \leq d_i$ dan diproyeksikan untuk $d_i \leq t \leq n$. Nilai dari $P_{i,t}$ dan $I_{i,t}$ pada tabel *run-off triangle* diinput pada sisi miring yang sesuai dengan total kumulatif dari periode kejadian saat ini.

Rasio dari parameter klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) adalah (*P/I*) diformulasikan sebagai berikut :

$$\left(\frac{P}{I}\right)_{i,t} = \frac{P_{i,t}}{I_{i,t}}$$

Dari periode kejadian ke – *i* dan periode penundaan ke – *t* rata-rata dari rasio (*P/I*) pada periode penundaan *t*, memperhitungkan nilai dari klaim yang dilaporkan (*incurred*).

Untuk *s* = 1,2,..., *n* – 1, misalkan $f^P_{s\to s+1}$ menyatakan *development factor* dari klaim yang dibayarkan (*paid*) dan $f^I_{s\to s+1}$ menyatakan *development factor* dari klaim yang dilaporkan (*incurred*); *development period s* ke *development periode s* + 1 dari metode estimasi *Chain Ladder* yaitu :

$$f^P_{s\to s+1} = \frac{\sum_{j=1}^{n-s} P_{j,s+1}}{\sum_{j=1}^{n-s} P_{j,s}} \text{ dan } f^I_{s\to s+1} = \frac{\sum_{j=1}^{n-s} I_{j,s+1}}{\sum_{j=1}^{n-s} I_{j,s}}$$

Nilai estimasi proyeksi dari $P_{j,s+1}$ dan $I_{j,s+1}$ dengan $s \geq d_i$, diformulasikan sebagai berikut :

$$P_{i,s+1} = P_{i,s}\, f^P_{s\to s+1} \text{ dan } I_{i,s+1} = I_{i,s}\, f^I_{s\to s+1}$$

Dengan notasi tersebut, maka formula untuk rasio (*P/I*) dengan $t \geq d_i$ adalah :

$$\left(\frac{P}{I}\right)_{i,t} = \frac{P_{i,t}}{I_{i,t}} = \frac{P_{i,d_i}\, f^P_{d_i \to d_i+1} \cdots f^P_{t-1\to t}}{I_{i,d_i}\, f^P_{d_i \to d_i+1} \cdots f^I_{t-1\to t}} \; (*)$$

*Development factor* untuk klaim yang dibayarkan dapat diperoleh dari formula berikut :

$$f^P_{s\to s+1} \sum_{j=1}^{n} P_{j,s} = f^P_{s\to s+1} \left( \sum_{j=1}^{n-s} P_{j,s} + \sum_{j=j-s+1}^{n} P_{j,s} \right)$$

$$= \frac{\sum_{j=1}^{n-s} P_{j,s+1}}{\sum_{j=1}^{n-s} P_{j,s}} \sum_{j=1}^{n-s} P_{j,s} + \sum_{j=j-s+1}^{n} f^P_{s\to s+1}\, P_{j,s}$$

$$= \sum_{j=1}^{n-s} P_{j,s} + \sum_{j=j-s+1}^{n} P_{j,s+1}$$

$$= \sum_{j=1}^{n} P_{j,s+1}$$

Menggunakan cara yang sama, persamaan tersebut dapat digunakan untuk menentukan *development factor* dari klaim yang dilaporkan (*incurred*), sehingga dapat ditemukan korelasi sebagai berikut :

$$f^P_{s\to s+1} = \frac{\sum_{j=1}^{n} P_{j,s+1}}{\sum_{j=1}^{n} P_{j,s}}$$

dan

$$f^I_{s\to s+1} = \frac{\sum_{j=1}^{n} I_{j,s+1}}{\sum_{j=1}^{n} I_{j,s}}$$

Dengan melakukan subtitusi rumus (*) ke dalam rasio dari (*P / I*) sehingga diperoleh :

$$\left(\frac{P}{I}\right)_{i,t} = \frac{P_{i,d_i} \dfrac{\sum_{j=1}^{n} P_{j,t}}{\sum_{j=1}^{n} P_{j,d_i}}}{I_{i,d_i} \dfrac{\sum_{j=1}^{n} I_{j,t}}{\sum_{j=1}^{n} I_{j,d_i}}}$$

Untuk setiap $t \geq d_i$, maka :

$$\frac{(P/I)_{i,t}}{(P/I)_t} = \frac{(P/I)_{i,d_i}}{(P/I)_{d_i}}$$

Untuk setiap periode kejadian, nilai rasio proyeksi (*P/I*) dengan rata-rata terkait adalah sama dengan nilai rasio (*P/I*) dengan rata-rata terkait sehingga rasio proyeksi akan tetap sama walaupun metode perhitungan *Chain Ladder* yang berbeda. Kondisi ini menunjukkan kelemahan dari metode *Chain Ladder*.

Asumsi dasar dan pengembangan model *Munich Chain Ladder* merupakan model *Chain Ladder* yang diperkenalkan oleh Mack yaitu gabungan dari model klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) yang mana pada perhitungan terdapat ketergantungan dari *development factor* dari rasio (*P/I*) dan (*I/P*).

Adanya asumsi tambahan terkait independensi, dimana **PU** dan **IU**, dapat diasumsikan menjadi **PUI**, sebagai independensi dari periode kejadian untuk data klaim yang dibayarkan (*paid*) dan data klaim yang dilaporkan (*incurred*). Sehingga diperoleh himpunan stokastik secara independen adalah $\{P_{1,t}, I_{1,t} | t \in T\}, \ldots, \{P_{n,t}, I_{n,t} | t \in T\}$ yang selanjutnya didefinisikan :

$$Q_i = \frac{P_i}{I_i} = \left(\frac{P_{i,t}}{I_{i,t}}\right)_{t \in T}$$

Yang menyatakan proses (*P/I*)

Selanjutnya dibutuhkan konsep bersyarat dari residual dengan asumsi X merupakan variabel acak dan C merupakan syarat, maka :

$$\sigma(X|C) = \sqrt{\boldsymbol{Var}(\boldsymbol{X}|\boldsymbol{C})}$$

Sehingga standar deviasi bersyarat dari X terhadap C yang disebut sebagai residual bersyarat X terhadap C yaitu :

$$\boldsymbol{Res}\,(X|C) = \frac{X - E(X|C)}{\sigma(X|C)}$$

Selanjutnya residual bersyarat tersebut dilakukan standarisasi menjadi ekspektasi bersyarat dan variansi bersyarat sebagai berikut :

$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{Res}(X|C)|C) = 0 \; dan \; \boldsymbol{Var}(\boldsymbol{Res}(X|C)|C) = 1$$

#### 1.3.5.3 Asumsi Model

Sebagaimana yang telah didefinisikan sebelumnya, ekspektasi bersyarat dan residual dari data klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) diformulasikan sebagai berikut :

$$\boldsymbol{Res}\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right) \; dan \; \boldsymbol{Res}\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$$

Jika *development* sebelumnya dari kedua proses telah diketahui.

Memformulasikan asumsi dari ekpektasi bersyarat residual klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) merupakan keunggulan dari metode *Munich Chain Ladder* dengan terminologi :

$$\boldsymbol{E}\left(\mathbf{Res}\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)\middle|\mathcal{B}_i(s)\right) \; dan \; \boldsymbol{E}\left(\boldsymbol{Res}\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)\middle|\mathcal{B}_i(s)\right)$$

Dengan asumsi dependensi secara linear dari ekspektasi bersyarat pada residual rasio (*P/I*) dan (*I/P*) :

$$\boldsymbol{Res}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)\, dan\ \boldsymbol{Res}(Q_{i,s}|\mathcal{I}_i(s))$$

**PQ** merupakan suatu konstanta $\lambda^P$ sedemikian sehingga $s, t\ \in T$ dengan t = s + 1 dan *i* = 1,2, ... , *n*

$$\boldsymbol{E}\left(\mathbf{Res}\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)\middle|\mathcal{B}_i(s)\right) = \lambda^P\ \boldsymbol{Res}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)$$

Atau ekuivalen dengan :

$$\boldsymbol{E}\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{B}_i(s)\right) = f_{s\to t}^P + \lambda^P \frac{\sigma\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)}{\sigma\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)}\left(Q_{i,s}^{-1} - \boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)\right)$$

**IQ** merupakan suatu konstanta $\lambda^I$ sedemikian sehingga $s, t\ \in T$ dengan t = s + 1 dan *i* = 1,2, ... , *n*

$$\boldsymbol{E}\left(\mathbf{Res}\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)\middle|\mathcal{B}_i(s)\right) = \lambda^I\ \boldsymbol{Res}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$$

Atau ekuivalen dengan :

$$\boldsymbol{E}\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{B}_i(s)\right) = f_{s\to t}^I + \lambda^I \frac{\sigma\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)}{\sigma\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)}\left(Q_{i,s} - \boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)\right)$$

Parameter $\lambda^P$ dan $\lambda^I$ merupakan kemiringan dari garis regresi masing – masing plot residual adalah tidak bergantung terhadap *development periode s*. Pada model *Munich Chain Ladder* terdiri dari asumsi independensi **PIU** untuk periode kejadian sedangkan pada model *Chain Ladder* diperlukan **PE, PV, IE,** dan **IV** diawal untuk menentukan nilai klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) serta membutuhkan asumsi **PQ** dan **IQ** yang menjelaskan adanya ketergantungan *development factor* dari klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) dari rasio (*P/I*) dan (*I/P*).

#### 1.3.5.4 Analisis Asumsi Model

Ditunjukkan model dari *Munich Chain Ladder* dengan persamaa dari **PQ** dan **IQ** dimana pada kondisi normal asumsi $\lambda^P$, $\lambda^I \geq 0$.

Ekpektasi bersyarat dari $\boldsymbol{E}\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{B}_i(s)\right)$ seperti *development factor* dari terjadinya kecelakaan digunakan untuk melakukan estimasi periode kejadian *i* dari *s* ke *t*, merupakan fungsi linear dari rasio (*P/I*) yaitu $Q_{i,s}$. Hal ini membuktikan bahwa asumsi teoritis telah dipergunakan bardasarkan hasil observasi. Persamaan dari **IQ** menunjukkan ekspektasi bersyarat sebagai penjumlahan dari *development factor* model *Chain Ladder* $f_{s\to t}^I$ dan merupakan syarat koreksi bahwa linear terhadap $Q_{i,s}$

Faktor syarat korelasi dapat dideskripsikan sebagai berikut (dapat digunakan pula untuk klaim yang dibayarkan (*paid*) dan rasio (*P/I*):

- Faktor $\lambda^I$ merupakan koefisien korelasi dari residual rasio (*P/I*) dan residual *development factor*. Nilai $\lambda^I$ biasanya berada antara 0 dan 1 serta ukuran keterkaitan dari *development factor* pada rasio (*P/I*) sebelumnya. Jika nilai dari $\lambda^I \approx 0$, menunjukkan bahwa hampir tidak ada ketergantungan antar data dan *development factor* dapat diproyeksikan menggunakan metode *Chain Ladder* biasa.
- Faktor standar deviasi merupakan bagi hasil dari standar deviasi bersyarat dari *development factor* klaim yang dilaporkan (*incurred*) dan rasio (*P/I*). Semakin besar standar deviasi dari *development factor,* maka semakin besar pula terjadi deviasi yang signifikan.
- Faktor linear $Q_{i,s} - \boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$ memasukkan rasio (*P/I*) dalam melakukan estimasi. Semakin besar nilai dari rasio (*P/I*), maka akan semakin besar perbaikannya dan apabila rasio (*P/I*) adalah rata – rata, maka dapat digunakan *development factor* menggunakan metode *Chain Ladder*.

Parameter korelasi $\lambda^P \text{dan}\, \lambda^I$ menunjukkan seberapa besar *development factor* dari klaim yang dibayarkan (*paid*) dan klaim yang dilaporkan (*incurred*) saling mempengaruhi, sehingga parameter ini menjadi signifikan digunakan untuk melakukan estimasi akhir. Model *Munich Chain Ladder* ini menggunakan pendekatan residual yang mempertimbangkan periode *development* secara bersamaan sehingga estimasi dengan menggunakan metode ini bisa dikatakan cukup stabil.

Untuk menyatakan $\lambda^P$ dan $\lambda^I$ sebagai parameter korelasi, maka dapat digunakan persamaan $\boldsymbol{Cov}^C(X,Y) = \boldsymbol{Cov}(X,Y|C)$ untuk kovarians bersyarat dari variabel acak X dan Y terhadap kondisi C, maka :

$$\begin{aligned}
\boldsymbol{Cov}^C(X,Y) &= \boldsymbol{Cov}^{\mathcal{P}_i(s)}\left(Q_{i,s}^{-1}, \frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\right) \\
&= \boldsymbol{Cov}^{\mathcal{P}_i(s)}\left(Q_{i,s}^{-1}, \boldsymbol{E}\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{B}_i(s)\right)\right) \\
&= \boldsymbol{Cov}^{\mathcal{P}_i(s)}\left(Q_{i,s}^{-1}, f_{s\to t}^{P} + \lambda^P \frac{\sigma\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)}{\sigma\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)}\left(Q_{i,s}^{-1} - \boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)\right)\right) \\
&= \lambda^P \frac{\sigma\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)}{\sigma\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)} \boldsymbol{Var}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right) \\
&= \lambda^P \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right) \boldsymbol{\sigma}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)
\end{aligned}$$

Menggunakan tahapan yang sama dari persamaan di atas , dapat ditentukan asumsi untuk klaim yang dilaporkan (*incurred*), sehingga :

$$\boldsymbol{Corr}\left(Q_{i,s}^{-1}, \frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right) = \lambda^P \text{ dan } \boldsymbol{Corr}(\left(Q_{i,s}, \frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right) = \lambda^I$$

Untuk koefisien korelasi bersyarat dan subtitusi ke faktor ekspektasi, maka diperoleh formula :

$$\boldsymbol{Corr}\left(\boldsymbol{Res}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right), \boldsymbol{Res}\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)\right) = \lambda^P$$

dan

$$\boldsymbol{Corr}\left(\boldsymbol{Res}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right), \boldsymbol{Res}\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)\right) = \lambda^I$$

Sehingga parameter $\lambda$ dari model *Munich Chain Ladder* dan koefisien korelasi dari residual adalah cocok. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi yang lemah antara plot residual klaim yang dibayarkan (*paid*) dengan klaim yang dibayarkan (*incurred*) akan memberikan nilai estimasi kecil dari parameter $\lambda^P \text{ dan } \lambda^I$ sehingga nilai proyeksi dari model *Munich Chain Ladder* akan memiliki sedikit perbedaan dengan perhitungan model *Chain Ladder*.

**1.3.5.5 Estimasi Parameter**

Pada model *Munich Chain Ladder*, untuk menghitung nilai residual dan estimasi *development factor* harus menghitung semua parameter yang berkaitan, dengan asumsi t = s + 1.

Untuk menentukan nilai *development factor* dari $f_{s\to t}^{P}$ dan $f_{s\to t}^{I}$ untuk setiap *s* = 1,2, ... ,*n* – 1, dapat digunakan estimasi dari model *Chain Ladder*, yaitu :

$$\widehat{f_{s\to t}^{P}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n-s} P_{i,s}} \cdot \sum_{i=1}^{n-s} P_{i,s} \cdot \frac{P_{i,t}}{P_{i,s}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-s} P_{i,t}}{\sum_{i=1}^{n-s} P_{i,s}} \quad (2.1)$$

dan

$$\widehat{f_{s\to t}^{I}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n-s} I_{i,s}} \cdot \sum_{i=1}^{n-s} I_{i,s} \cdot \frac{I_{i,t}}{I_{i,s}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-s} I_{i,t}}{\sum_{i=1}^{n-s} I_{i,s}} \quad (2.2)$$

Untuk setiap nilai *s* = 1,2, ... , *n* – 2, dan dapat diestimasi parameter *σ* dengan persamaan

$$\left(\widehat{\sigma_{s\to t}^{P}}\right)^2 = \frac{1}{n-s-1} \cdot \sum_{i=1}^{n-s} P_{i,s} \cdot \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}} - \widehat{f_{s\to t}^{P}}\right)^2 \quad (2.3)$$

dan

$$\left(\widehat{\sigma_{s\to t}^{I}}\right)^2 = \frac{1}{n-s-1} \cdot \sum_{i=1}^{n-s} I_{i,s} \cdot \left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}} - \widehat{f_{s\to t}^{I}}\right)^2 \quad (2.4)$$

Agar lebih akurat, estimasi parameter *σ* dapat menggunakan persamaan :

$$\sigma_{s\to t}^{P} = \sqrt{\left(\widehat{\sigma_{s\to t}^{P}}\right)^2} \text{ dan } \sigma_{s\to t}^{I} = \sqrt{\left(\widehat{\sigma_{s\to t}^{I}}\right)^2}$$

Untuk menentukan nilai dari residual bersyarat rasio (*P/I*) dan (*I/P*), diperlukan estimator untuk nilai ekspektasi bersyarat dari $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right) \text{ dan } \boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$, serta diperlukan juga nilai estimator dari standar deviasi bersyarat $\boldsymbol{\sigma}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)$ dan $\boldsymbol{\sigma}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$.

Secara sekilas terlihat wajar ketika memberikan asumsi bahwa $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$ adalah konstan, seperti pada **IE** metode *Chain Ladder* untuk menentukan nilai klaim yang dilaporkan (*incurred*). Akan lebih baik jika mengasumsikan keterkaitan dari variansi bersyarat dari rasio (*P/I*) pada volume frekuensi suatu kejadian, sebagaimana pada kondisi **IV** yaitu semakin besar volume maka nilai dari variansi rasio (*P/I*) akan semakin kecil.

Untuk *s* = 1,2, ... , *n* dapat digunakan asumsi berikut untuk menentukan ekspektasi bersyarat dan variansi dari rasio (*P/I*) menganjurkan estimator untuk $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$ sebagai berikut :

$$\widehat{q_s} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n-s+1} I_{i,s}} \cdot \sum_{i=1}^{n-s+1} I_{j,s} \cdot Q_{j,s} = \frac{\sum_{i=1}^{n-s+1} P_{i,s}}{\sum_{i=1}^{n-s+1} I_{i,s}} \tag{2.5}$$

yang mana adalah sama untuk seluruh periode kejadian. Sedangkan untuk $\boldsymbol{\sigma}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$ dianjurkan menggunakan estimator :

$$\frac{\widehat{\rho_s^I}}{\sqrt{I_{i,s}}}$$

Dimana parameter $\widehat{\rho_s^I}$ dapat didefinisikan sebagai :

$$\widehat{\rho_s^I}^2 = \frac{1}{n-s} \cdot \sum_{i=1}^{n-s+1} I_{i,s} \cdot (Q_{i,s} - \widehat{q_s})^2 \tag{2.6}$$

Untuk nilai *s* = 1,2, ... , *n* – 1 dan sebagai catatan $\widehat{\rho_s^I}$ adalah independen dari periode kejadian ke – *i*.

Selanjutnya asumsi menjadi logis ketika memberikan asumsi bahwa untuk rasio (*P/I*) dapat pula diterapkan untuk ekspektasi bersyarat dan variansi bersyarat dari rasio (*I/P*), dimana untuk memenuhi kondisi seperti ditentukan : fungsi jumlah pembayaran mengamsusikan peran perhitungan frekuensi dari kejadian. Menggunakan tahapan yang sama pada rasio (*P/I*), dapat diperoleh estimator dari (*I/P*) sebagai berikut :

$$\widehat{q_s}^{-1} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n-s+1} P_{i,s}} \cdot \sum_{i=1}^{n-s+1} P_{j,s} \cdot Q_{j,s} = \frac{\sum_{i=1}^{n-s+1} I_{i,s}}{\sum_{i=1}^{n-s+1} P_{i,s}} \tag{2.7}$$

Untuk $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}^{-1} \middle| \mathcal{P}_i(s)\right)$ dan

$$\frac{\widehat{\rho_s^P}}{\sqrt{P_{i,s}}}$$

Untuk $\boldsymbol{\sigma}\left(Q_{i,s}^{-1} \middle| \mathcal{P}_i(s)\right)$

Dengan nilai dari $\widehat{\rho_s^P}$ didefinisikan sebagai :

$$\widehat{\rho_s^P}^2 = \frac{1}{n-s} \cdot \sum_{i=1}^{n-s+1} P_{i,s} \cdot (Q_{i,s}{}^{-1} - \widehat{q_s}^{-1})^2 \tag{2.8}$$

Dari persamaan ini muncul masalah karena adanya prasyarat bahwa kondisi kedua ekspektasi bersyarat dari $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s} \middle| \mathcal{I}_i(s)\right)$ dan $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}^{-1} \middle| \mathcal{P}_i(s)\right)$ menjadi konstan, dengan nilai $Q_{i,s}$ juga konstan; hal ini bertentangan dengan kenyataan. Harus terdapat struktur ketergantungan yang lebih rumit dari nilai ekpektasi bersyarat terhadap $\mathcal{I}_i(s)$ dan juga $\mathcal{P}_i(s)$.

Dapat dilakukan estimasi dari $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s} \middle| \mathcal{I}_i(s)\right)$ dengan melakukan rata – rata rasio (*P/I*) dan $Q_{i,s}$ dari periode kejadia *j* untuk $\mathcal{I}_j(s)$ dama dengan nilai $\mathcal{I}_i(s)$ dan dibutuhkan data yang cukup. Dengan berada pada model *Chain Ladder* serupa maka pada tingkat $I_{j,s}$ adalah mendekati $I_{i,s}$ atau masing – masing *development factor* sebelumnya dari $I_{j,s}/I_{j,s-1}$ adalaha mendekati $I_{i,s}/I_{i,s-1}$. Sehingga dapat diabaikan periode kejadian *j* dimana $\mathcal{I}_j(s)$ yang berbeda dengan $\mathcal{I}_i(s)$. Menggunakan tahapan yang sama sehingga dapat diterapkan untuk melakukan estimasi dari $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}^{-1} \middle| \mathcal{P}_i(s)\right)$. Pendekatan ini menghasilkan estimasi dari ekspektasi bersyarat yang tidak timbal balik secara definisi serta masing – masing untuk setiap periode kejadian, namun demikian sangat bergantung pada data dan hanya dimungkinkan terjadi pada *development period* tahun pertama pada *run-off triangle* yang cukup besar.

Estimator – estimator tersebut diatas dapat dianggap sesuai ketika $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$ dan $\boldsymbol{E}\left(Q_{i,s}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right)$ adalah suatu fungsi yang bukan konstan dari $\mathcal{I}_i(s)$ dan juga $\mathcal{P}_i(s)$ yang berbeda sedikit pada wilayah "normal" dan tidak signifikan yang relevan terhadap nilai klaim yang dibayar dan dilaporkan.

Berikut notasi estimator residual yang digunakan :

$$\boldsymbol{Res}\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right), \boldsymbol{Res}\left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right),$$

$$\boldsymbol{Res}\left({Q_{i,s}}^{-1}\middle|\mathcal{P}_i(s)\right), \boldsymbol{Res}\left(Q_{i,s}\middle|\mathcal{I}_i(s)\right)$$

Dapat disederhanakan menjadi :

$$\widehat{\boldsymbol{Res}}(P_{\boldsymbol{i,t}}) = \frac{\frac{P_{i,t}}{P_{i,s}} - \widehat{f_{s\to t}^{P}}}{\widehat{\sigma_{s\to t}^{P}}}\sqrt{P_{i,s}} \tag{2.9}$$

$$\widehat{\boldsymbol{Res}}(I_{\boldsymbol{i,t}}) = \frac{\frac{I_{i,t}}{I_{i,s}} - \widehat{f_{s\to t}^{I}}}{\widehat{\sigma_{s\to t}^{I}}}\sqrt{I_{i,s}} \tag{2.10}$$

$$\widehat{\boldsymbol{Res}}({Q_{i,s}}^{-1}) = \frac{{Q_{i,s}}^{-1} - {\widehat{q_s}}^{-1}}{\widehat{\rho_s^P}}\sqrt{P_{i,s}} \tag{2.11}$$

$$\widehat{\boldsymbol{Res}}(Q_{i,s}) = \frac{Q_{i,s} - \widehat{q_s}}{\widehat{\rho_s^I}}\sqrt{I_{i,s}} \tag{2.12}$$

Parameter korelasi $\widehat{\lambda^P}$ dan $\widehat{\lambda^I}$ dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\widehat{\lambda^P} &= \frac{1}{\sum_{i,s}\widehat{\boldsymbol{Res}}({Q_{i,s}}^{-1})^{\boldsymbol{2}}}\sum_{i,s}\widehat{\boldsymbol{Res}}({Q_{i,s}}^{-1})^{\boldsymbol{2}}\frac{\widehat{\boldsymbol{Res}}(P_{\boldsymbol{i,t}})}{\widehat{\boldsymbol{Res}}({Q_{i,s}}^{-1})} \\ &= \frac{\sum_{i,s}\widehat{\boldsymbol{Res}}({Q_{i,s}}^{-1})\widehat{\boldsymbol{Res}}(P_{\boldsymbol{i,t}})}{\sum_{i,s}\widehat{\boldsymbol{Res}}({Q_{i,s}}^{-1})^{\boldsymbol{2}}}\end{aligned} \tag{2.13}$$

dan

$$\widehat{\lambda^I} = \frac{1}{\sum_{i,s} \widehat{\boldsymbol{Res}}(Q_{i,s})^2} \sum_{i,s} \widehat{\boldsymbol{Res}}(Q_{i,s})^2 \frac{\widehat{\boldsymbol{Res}}(I_{\boldsymbol{i,t}})}{\widehat{\boldsymbol{Res}}(Q_{i,s})} = \frac{\sum_{i,s} \widehat{\boldsymbol{Res}}(Q_{i,s})\widehat{\boldsymbol{Res}}(I_{\boldsymbol{i,t}})}{\sum_{i,s} \widehat{\boldsymbol{Res}}(Q_{i,s})^2} \tag{2.14}$$

Perhitungan segitiga *development factor* untuk setiap periode dengan menggunakan *Munich Chain Ladder* untuk :

- Klaim dibayar (*paid*) menggunakan formula sebagai berikut :

$$= \widehat{f_{s\to t}^P} + \widehat{\lambda^P} \frac{\widehat{\sigma_{s\to t}^P}}{\widehat{\rho_s^P}} \left( \frac{\widehat{I_{\iota,s}}}{\widehat{P_{\iota,s}}} - \widehat{q_s}^{-1} \right) \tag{2.15}$$

- Klaim dilaporkan (*incurred*) menggunakan formula sebagai berikut :

$$= \widehat{f_{s\to t}^I} + \widehat{\lambda^I} \frac{\widehat{\sigma_{s\to t}^I}}{\widehat{\rho_s^I}} \left( \frac{\widehat{P_{\iota,s}}}{\widehat{I_{\iota,s}}} - \widehat{q_s} \right) \tag{2.16}$$

Setelah didapatkan *development factor,* maka dapat diproyeksikan tabel kumulatif klaim dibayar (*paid*) dengan menggunakan formula :

$$\widehat{P_{\boldsymbol{\iota,t}}} = \widehat{P_{\boldsymbol{\iota,s}}} \left( \widehat{f_{s\to t}^P} + \widehat{\lambda^P} \frac{\widehat{\sigma_{s\to t}^P}}{\widehat{\rho_s^P}} \left( \frac{\widehat{I_{\iota,s}}}{\widehat{P_{\iota,s}}} - \widehat{q_s}^{-1} \right) \right) \tag{2.17}$$

Proyeksi kumulatif klaim dilaporkan (*incurred*), dihitung menggunakan formula :

$$\widehat{I_{\boldsymbol{\iota,t}}} = \widehat{I_{\boldsymbol{\iota,s}}} \left( \widehat{f_{s\to t}^I} + \widehat{\lambda^I} \frac{\widehat{\sigma_{s\to t}^I}}{\widehat{\rho_s^I}} \left( \frac{\widehat{P_{\iota,s}}}{\widehat{I_{\iota,s}}} - \widehat{q_s} \right) \right) \tag{2.18}$$

Untuk $s \geq n - i + 1$ dengan nilai awal $\widehat{P_{\boldsymbol{\iota,s}}} = P_{\boldsymbol{i,s}}$ dan nilai awal $\widehat{I_{\boldsymbol{\iota,s}}} = I_{\boldsymbol{i,s}}$ untuk *s* = n – *i* + 1. (A. Agung Riyadi, 2022)

### 1.3.6 Metode *Bornhuetter-Ferguson*

Metode *Bornhuetter-Ferguson* adalah salah satu metode estimasi cadangan klaim yang paling sering digunakan dalam praktiknya. Ide dasar dibalik metode ini adalah untuk menggabungkan informasi yang terkandung dalam premi dalam menentukan cadangan klaim. Dalam metode ini cadangan klaim dari tahun kejadian *i* pada waktu *I* diestimasi dengan (Saluz, Bühlmann, Gisler dan Moriconi, 2015)

$$\hat{R}_{\boldsymbol{i}} = \hat{\mu}_{\boldsymbol{i}}\left(1 - \hat{\beta}_{I-i}\right) \tag{2.19}$$

di mana:

$\hat{\mu}_{\boldsymbol{i}}$ : estimasi klaim akhir tahun kejadian *i*,

$\hat{\beta}_{I-i}$ : estimasi pola penundaan klaim kumulatif.

Cadangan klaim juga dapat diestimasi dengan persamaan

$$\hat{R}_{\boldsymbol{i}} = C_{i,j} - C_{i,I-i}\,, I - J + 1 \le i \le I, \tag{2.20}$$

Dan estimasi total cadanga klaim adalah

$$\hat{R} = \sum_{i=I-J+1}^{I} \hat{R}_i \tag{2.21}$$

$\mu_i$ biasanya diestimasi dengan estimasi awal $\hat{\mu}_i^{\alpha} = p_i\hat{\theta}_i$ , dimana $p_i$ adalah pendapatan premi pada tahun kejadian *i* dan $\hat{\theta}_i$ adalah estimasi awal *loss ratio* yang diharapkan pada tahun kejadian *i*. Dalam praktiknya penentuan $\hat{\mu}_i^{\alpha}$ kebanyakan dari *pricing* dan/atau penganggaran dan proses perencanaan dana atau dengan kata lain berdasarkan semua informasi yang tersedia pada saat itu. Informasi tersebut meliputi data internal seperti klaim yang diamati dari tahun-tahun sebelumnya serta data eksternal seperti data industri dan pendapat ahli.

$\hat{\mu}_i^{\alpha}$ seharusnya tidak berubah selama masa penundaan klaim di tahun-tahun berikutnya. Namun, nilai $\hat{\mu}_i$ pada (2.17) sering berubah ditahun-tahun berikutnya. Proses ini disebut *Repricing*. Tentunya proses *repricing* pada tahun berikutnya masuk akal. Pada awal tahun *i* terdapat beberapa estimasi awal dari jumlah klaim yang diharapkan pada tahun kejadian *i*, kemudian selama proses penundaan informasi klaim lainnya menjadi tersedia dan seseorang dapat memperbarui estimasi aposteriori pada tahun-tahun berikutnya. Situasi ini sangat cocok dengan *framework of Bayesian statistic.* (Saluz, Bühlmann, Gisler dan Moriconi, 2015)

Sama seperti *Munich Chain Ladder*, langkah awal dari metode ini yaitu membentuk *Run-off Triangle cumulative*. Setelah membentuk *Run-off Triangle cumulative* langkah selanjutnya dari metode ini adalah menghitung estimasi faktor perkembangan klaim dengan formula sebagai berikut :

$$rasio = \frac{\sum_{i=1}^{n} klaim_{i,j}}{\sum_{i=1}^{n} klaim_{i,j-1}} \tag{2.22}$$

Estimasi faktor perkembangan klaim digunakan untuk memperoleh nilai rasio ultimate dan faktor BF yang nantinya akan dipakai untuk menghitung ultimate claim dan claim reserve dengan formula :

$$rasio\ ultimate_i = \prod_{k=i}^{n} rasio_k \tag{2.23}$$

Sedangkan perhitungan untuk faktor BF dihitung dengan formula :

$$BF\ factor = \left(1 - \frac{1}{rasio\ ultimate}\right) \tag{2.24}$$

Dan rumus yang digunakan untuk menghitung ultimate claim dan claim reserve adalah sebagai berikut :

$$(Ultimate\ Loss)_{i,j} = (Loss\ Ratio)_{i,j} \times (earned\ premium)_{i,j} \tag{2.25}$$

Sedangkan perhitungan untuk claim reserve dihitung dengan formula :

$$(Loss\ Reserve)_{i,j} = (Ultimate\ loss)_{i,j} \times BF\ faktor \tag{2.25}$$

### 1.3.7 *Mean Absolute Percent Error (MAPE)*

*Mean Absolute Percent Error (MAPE)* merupakan ukuran kesalahan relatif, dengan kata lain MAPE merupakan ukuran ketepan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil prediksi. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan estimasi. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam menduga yang dibandinkan dengan nilai nyata (Lewis, 1987).

Secara matematis, rumus MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum\nolimits_{t=1}^{n}\left|\frac{y_i - \widehat{y_i}}{\widehat{y_i}}\right| \times 100\%$$

dimana,

*MAPE* = *mean absolute percentage error.*

n = jumlah data.

$y_i$ = nilai hasil actual.

$\widehat{y_i}$ = nilai hasil pendugaan.

Semakin rendah nilai MAPE, kemampuan dari model peramalan yang digunakan dapat dikatakan baik, dan untuk MAPE terdapat *range* nilai yang dapat dijadikan bahan pengukuran mengenai kemampuan dari suatu model peramalan, *range* nilai tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2.4** sebagai berikut:

**Tabel 2.** *Range* MAPE

| **Range MAPE (X)** | **Arti** |
|---|---|
| $< 10\%$ | Model peramalan sangat akurat |
| $10\% \leq X < 20\%$ | Model peramalan akurat |
| $20\% \leq X < 50\%$ | Model peramalan layak |
| $\geq 50\%$ | Model peramalan tidak akurat |

# BAB II

# METODE PENELITIAN

Dalam bab ini, akan dijelaskan mengenai metode penelitian yang akan digunakan untuk menghimpun data sehingga penelitian ini dapat berhasil dilaksanakan dengan baik dan memiliki dasar ilmiah yang kuat.

## 2.1 Pendekatan Dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menghitung total cadangan klaim perusahaan asuransi kredit berdasarkan besar dan frekuensi klaim. Pendekatan kuantitatif adalah suatu metode atau pedekatan dalam penelitian, analisis, dan pengambilan keputusan yang menggunakan data yang dapat diukur dan di analisis secara statistik.

## 2.2 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari januari 2024. Tempat penelitian yaitu studi literatur secara daring dan pengambilan data dilakukan secara daring pada website https://www.zurich.com/en/investor-relations/results-and-reports . Alat bantu perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah microsoft excel.

## 2.3 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah besar klaim pada setiap periode dari asuransi property perusahaan XYZ periode 2012 - 2021

## 2.4 Jenis Dan Sumber Data

Adapun jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Jenis data

   Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif adalah jenis data yang dinyatakan dalam bentuk angka atau nilai numerik. Data kuantitatif mengukur dan menggambarkan jumlah, atau karakteristik yang dapat diukur dari suatu fenomena atau objek. Data kuantitatif dalam penelitian ini adalah jumlah klaim pada setiap periode dari asuransi property perusahaan XYZ. Adapun variabel yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah Jumlah klaim asuransi property periode 2012 – 2021

2. Sumber data

   Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder yang diperoleh melalui website https://www.zurich.com/en/investor-relations/results-and-reports

### 2.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan peneliti dalam penelitian ini yaitu dokumentasi. Pengumpulan data merujuk pada proses menghimpun, mengumpulkan, dan mencatat informasi atau dokumen tertentu dari berbagai sumber sebagai bagian dari penelitian. Tujuan utama pengumpulan data dokumentasi adalah untuk memperoleh bukti atau infomasi yang relevan dan akurat untuk keperluan tertentu.

### 2.6 Metode Analisis Data

Langkah-langkah analisis data yang ditempuh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data besar klaim
2. Memasukkan data kedalam bentuk *run-off triangle*
3. Menghitung nilai *run-off triangle cumulative*
4. Menghitung parameter-parameter dari Munich Chain Ladder : *development faktor,* standar deviasi kondisional, rasio q, dll.
5. Menghitung parameter-parameter dari Bornhuetter-Ferguson : faktor perkembangan, rasio ultimate, faktor BF, dll.
6. Menghitung nilai estimasi cadangan klaim
7. Membandingkan kedua nilai estimasi dengan nilai faktual
8. Menarik kesimpulan

## 2.7 Alur Kerja