

Pembentukan Tabel Morbiditas Penyakit Kronis Berdasarkan Angka Prevalensi

Khairul Alim^{1*}, Gusmi Kholijah², Meinarisa³

^{1,2}Program Studi Matematika Universitas Jambi Indonesia

³Program Studi Ilmu Keperawatan Universitas Jambi Indonesia

e-mail:khairulalim@unja.ac.id

Diajukan: 1 Desember 2024, Diperbaiki: 10 Januari 2025, Diterima: 21 Maret 2025

Abstrak

Tabel morbiditas merupakan alat matematis penting dalam bidang kesehatan dan aktuarial yang memberikan informasi mengenai tingkat penyakit dalam suatu populasi pada waktu tertentu. Informasi ini meliputi jumlah kasus penyakit berdasarkan kelompok usia, jenis penyakit, atau distribusi geografis. Nilai dari tabel morbiditas digunakan untuk membandingkan tingkat penyakit antar populasi, mengevaluasi efektivitas program kesehatan, serta meramalkan kebutuhan layanan kesehatan di masa depan. Dalam asuransi kesehatan, tabel morbiditas berperan penting dalam menentukan harga premi yang sesuai untuk menghindari kerugian bagi perusahaan dan mencegah beban yang terlalu tinggi bagi masyarakat. Namun, penyusunan tabel morbiditas yang akurat di Indonesia menghadapi tantangan karena kondisi geografis yang luas dan keterbatasan data. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan angka prevalensi penyakit kronis yang diperoleh dari RSUD Raden Mattaher Jambi tahun 2023 sebagai alternatif, karena angka prevalensi lebih mudah diakses dari data yang dirilis secara rutin oleh pemerintah. Hasil penelitian ini menunjukkan angka prevalensi dapat membantu memodelkan tabel morbiditas, khususnya untuk penyakit kronis.

Kata Kunci: Penyakit kronis; Tabel morbiditas; Gompertz-Makeham, Angka prevalensi

Abstract

The morbidity table is an important mathematical tool in the fields of health and actuarial science that provides information on disease rates within a population at a specific point in time. This information includes the number of disease cases based on age groups, disease types, or geographic distribution. The values from the morbidity table are used to compare disease rates between populations, evaluate the effectiveness of health programs, and forecast future healthcare service needs. In health insurance, the morbidity table plays a crucial role in determining appropriate premium prices to avoid company losses and prevent excessive burdens on the public. However, constructing an accurate morbidity table in Indonesia faces challenges due to the vast geographic conditions and limited data. Therefore, this study uses chronic disease prevalence rates obtained from Raden Mattaher Hospital, Jambi, in 2023 as an alternative, since prevalence rates are more easily accessible from data regularly released by the government. The results of this study show that prevalence rates can assist in modeling morbidity tables, particularly for chronic diseases.

Keywords: Chronic disease; Morbidity table; Gompertz-Makeham; Prevalence rate

1 Pendahuluan

Tabel morbiditas merupakan alat matematis dalam ilmu kesehatan dan ilmu aktuarial [1]. Tabel morbiditas memberikan gambaran tentang tingkat penyakit atau gangguan kesehatan dalam suatu populasi tertentu dalam waktu tertentu [2]. Tabel ini mencantumkan jumlah kasus penyakit

yang terjadi dalam suatu kelompok, biasanya terpecah dalam kategori usia, jenis penyakit, ataupun secara geografis [3]. Data dari tabel morbiditas juga dapat digunakan untuk membandingkan tingkat penyakit antar populasi yang berbeda, mengevaluasi efektivitas program kesehatan yang dijalankan, serta meramalkan kebutuhan layanan kesehatan di masa depan [4].

Dalam ilmu aktuaria atau yang lebih dikenal dunia asuransi seperti Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Kesehatan, tabel morbiditas berperan sangat penting khususnya dalam perhitungan harga premi asuransi [5]. Dengan menggunakan tabel morbiditas yang cukup spesifik, penyedia jasa asuransi dapat menentukan harga premi yang sesuai dengan kondisi masyarakat yang dilindungi. Ketepatan dalam perhitungan harga premi ini akan membantu perusahaan asuransi terhindar dari kerugian karena rendahnya harga premi yang dikenakan dan masyarakat tidak merasa berat karena harga premi tidak terlalu tinggi. Lebih dari itu, hal yang lebih penting dalam penyusunan tabel morbiditas adalah pengembangan produk asuransi agar lebih tepat sasaran terhadap penyakit yang spesifik.

Penyusunan tabel morbiditas membutuhkan penelitian yang cukup lama dan jumlah data yang sangat banyak. Dalam ilmu Aktuaria, sudah banyak metode yang dikembangkan untuk melakukan penyusunan tabel morbiditas. Selain itu, beberapa negara atau perusahaan juga memiliki tradisi tertentu dalam perhitungan ini. Penyusunan tabel morbiditas asuransi kesehatan pada dasarnya menggunakan model multi status rantai Markov dalam perhitungannya. Hoem merupakan salah satu peneliti yang pertama kali memperkenalkan model multi status dalam asuransi kesehatan [6]. Selain itu, beberapa model rantai Markov dalam asuransi kesehatan dijelaskan dalam Haberman dan Pitacco [7].

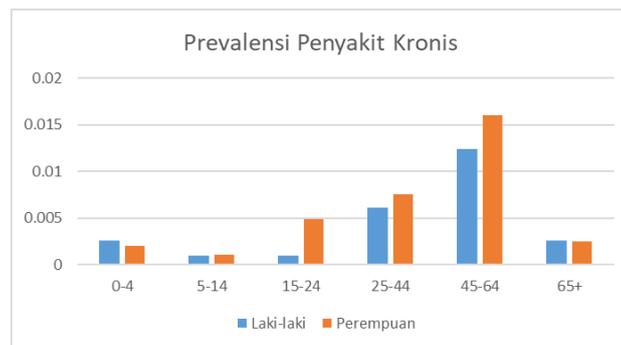
Kekurangan dari penyusunan tabel morbiditas untuk asuransi kesehatan saat ini adalah dibutuhkannya data yang banyak dan membutuhkan waktu yang lama. Lebih lanjut, pembentukan tabel morbiditas akan sulit dilakukan di Indonesia dengan kondisi geografis yang sangat luas. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan pembentukan tabel morbiditas penyakit kronis dengan menggunakan angka prevalensi penyakit kronis. Angka prevalensi adalah ukuran statistik yang menggambarkan proporsi individu dalam suatu populasi yang menderita kondisi atau penyakit tertentu pada suatu titik waktu atau selama periode waktu tertentu [8]. Angka ini adalah cara untuk mengekspresikan seberapa umum suatu kondisi atau penyakit dalam suatu populasi. Ukuran ini lebih mudah untuk diperoleh pada ruang lingkup populasi yang kecil, terlebih lagi pemerintah melalui Kementerian Kesehatan secara rutin mengeluarkan data angka prevalensi untuk penyakit tertentu.

2 Metode Penelitian

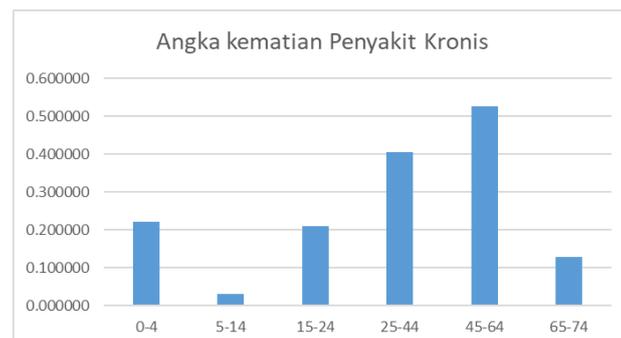
2.1 Data Penelitian

Penelitian ini monogenean Beber Apa data yang diambil dari berbagai sumber. Pertama, angka prevalensi penyakit kronis, dimana penyakit kronis didefinisikan sebagai penyakit yang membutuhkan perawatan jangka panjang [9]. Penyakit kronis yang dimasukkan ke dalam penelitian adalah HIV/AIDS, Kanker, Diabetes Melitus (DM), PPOK, Tuber Culosis, Epilepsi, Gagal Jantung/CHF, Arteri Coroner/CAD, Aritmia, dan Gagal Ginjal/CKD. Data jumlah kasus dan jumlah kematian akibat penyakit kronis diambil di RSUD Raden Mattaher Jambi untuk periode 2023. Kedua, jumlah kematian penduduk Indonesia berdasarkan usia dan jenis kelamin diperoleh dari Tabel Mortalita Indonesia IV (TMI IV) tahun 2019. TMI IV tidak menunjukkan jumlah kematian secara langsung, melainkan menunjukkan jumlah kematian per 1000 orang dalam periode waktu tertentu, angka ini digunakan untuk memperkirakan jumlah kematian dalam suatu populasi.

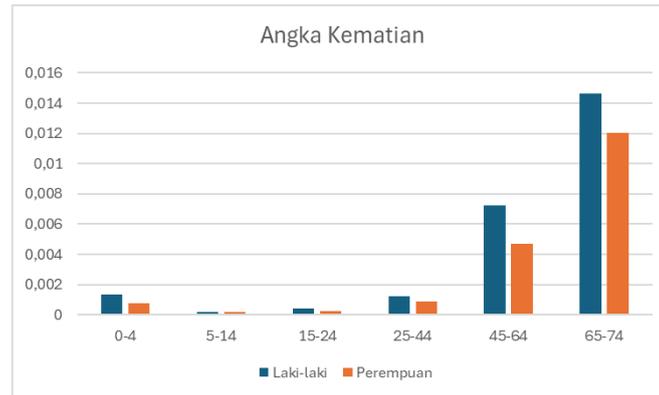
Data pada Gambar 1 menunjukkan angka prevalensi penyakit kronis dalam kelompok usia dan jenis kelamin. Angka kematian karena penyakit kronis berdasarkan kelompok usia ditunjukkan pada Gambar 2. Karena keterbatasan data, angka kematian karena penyakit kronis laki-laki dan perempuan diasumsikan sama. Kedua data ini diperoleh dari RSUD Raden Mattaher Jambi. Terakhir, data jumlah kematian penduduk indonesia berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 1. Prevalensi Penyakit Kronis Kelompok Usia



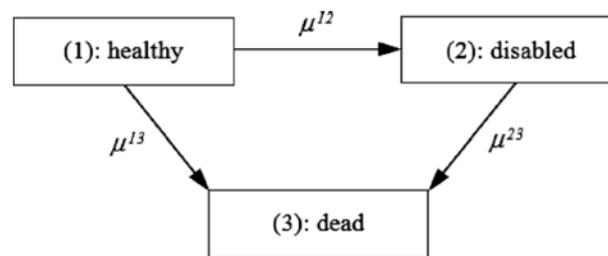
Gambar 2. Angka Kematian Karena Penyakit Kronis Kelompok Usia



Gambar 3. Angka Kematian Kelompok Usia (per 1000)

2.2 Model Multi Status Penyakit Kronis

Penelitian ini memodelkan penyakit kronis ke dalam model multi status dengan 3 status, yaitu (1) *healthy*, (2) *disabled*, dan (3) *dead*. Model multi status penyakit kronis yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4. Status (1) *healthy* merupakan kelompok orang sehat yang belum menderita penyakit kronis, kelompok (2) *disabled* adalah kelompok orang-orang yang telah menderita penyakit kronis, dan (3) *dead* adalah kelompok yang telah meninggal, baik dari keadaan sehat maupun dari keadaan sakit kronis [10].



Gambar 4. Model Multi Status Penyakit Kronis

Berdasarkan Gambar 4, maka probabilitas transisi untuk setiap kelompok dituliskan dalam Persamaan (1), (2), dan (3).

$${}_t p_x^{11} = \exp \left\{ - \int_0^t \mu^{12}(x+u) + \mu^{13}(x+u) du \right\} \quad (1)$$

$${}_t p_x^{12} = \exp \left\{ - \int_0^t {}_u p_x^{11} \mu^{12}(x+u) {}_{t-u} p_x^{22} du \right\} \quad (2)$$

$${}_t p_x^{22} = \exp \left\{ - \int_0^t \mu^{23}(x+u) du \right\} \quad (3)$$

dengan ${}_t p_x^{11}$ adalah peluang seseorang berusia x yang sehat akan tetap sehat selama t tahun, ${}_t p_x^{12}$ adalah peluang seseorang berusia x yang sehat akan pindah ke status menderita penyakit kronis dalam t tahun, dan ${}_t p_x^{22}$ adalah seseorang berusia x yang sakit akan tetap sakit hingga t tahun.

Untuk menentukan nilai dari Persamaan (1), (2), dan (3) didefinisikan intensitas transisi dari status 1 ke status 2, yaitu μ^{12} , sebagai fungsi konstan sepotong-sepotong,

$$\mu^{12}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq x_0 \\ \sigma_{k+1} & , x_k < x \leq x_{k+1} \\ \sigma_n & , x_{n-1} \leq x \end{cases} \quad (4)$$

dengan $\sigma_k \in \mathbb{R}$, $k, n \in \mathbb{N}$, dengan n adalah banyak grup usia dari angka prevalensi. Lebih lanjut, intensitas transisi dari kondisi sehat (status 1) dan kondisi sakit (status 2) ke status meninggal, yaitu status 3, dinyatakan dalam fungsi Gompertz-Makeham [11],

$$\mu^{13}(x) = \alpha^h + \exp\{\beta_1^h + \beta_2^h x\} \quad (5)$$

$$\mu^{23}(x) = \alpha^d + \exp\{\beta_1^d + \beta_2^d x\} \quad (6)$$

dengan $\alpha^i, \beta^i \in \mathbb{R}$, $i = h, d$ dengan indeks h menyatakan kematian pada kelompok sehat dan indeks d menyatakan kematian pada kelompok yang mengalami sakit kronis. Selanjutnya, dengan menggunakan intensitas transisi pada Persamaan (4), (5), dan (6), diperoleh

$${}_t p_x^{11} = \exp \left\{ -(\sigma_{k+1} + \alpha^h)t - \frac{e^{\beta_1^h}}{\beta_2^h} (e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x}) \right\}$$

$${}_t p_x^{22} = \exp \left\{ -\alpha^d t - \frac{e^{\beta_1^d}}{\beta_2^d} (e^{\beta_2^d(x+t)} - e^{\beta_2^d x}) \right\}$$

Untuk menghitung ${}_t p_x^{12}$, digunakan deret Taylor

$$\exp(e^{\beta_2 u}) \approx \exp \left\{ e^{\beta_2 \frac{t}{2}} + e^{\beta_2 \frac{t}{2}} \beta_2 \left(u - \frac{t}{2} \right) \right\},$$

sehingga

$$\begin{aligned} {}_t p_x^{12} &\approx \sigma_{k+1} \cdot \exp \left\{ -(\sigma_{k+1} + \alpha^h + \alpha^d)t + \frac{e^{\beta_1^h}}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h x} - \frac{e^{\beta_1^d}}{\beta_2^d} e^{\beta_2^d(x+t)} \right\} \\ &\times \exp \left\{ \frac{e^{\beta_1^h}}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h(x+\frac{t}{2})} \left(\beta_2^h \frac{t}{2} - 1 \right) - \frac{e^{\beta_1^d}}{e^{\beta_2^d}} e^{\beta_2^d(x+\frac{t}{2})} \left(\beta_2^d \frac{t}{2} - 1 \right) \right\} \\ &\times \frac{\exp \left\{ \left(\alpha^d - e^{\beta_1^h} e^{\beta_2^h(x+\frac{t}{2})} + e^{\beta_1^d} e^{\beta_2^d(x+\frac{t}{2})} \right) t \right\} - 1}{\alpha^d - e^{\beta_1^h} e^{\beta_2^h(x+\frac{t}{2})} + e^{\beta_1^d} e^{\beta_2^d(x+\frac{t}{2})}} \end{aligned}$$

2.3 Estimasi Parameter

Setelah mendefinisikan intensitas transisi pada pembahasan sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah menentukan parameter pada $\mu^{12}(x)$, $\mu^{13}(x)$, dan $\mu^{23}(x)$. Sebelum menentukan parameter intensitas transisi, dinotasikan beberapa hal untuk memudahkan perhitungan:

${}_n L_x$: jumlah harapan hidup usia antara x dan $x + n$ yang hidup,

${}_n L_x^{(1)}$: jumlah harapan individu usia antara x dan $x + n$ yang hidup dan berada di status sehat,

${}_nL_x^{(2)}$: jumlah harapan individu usia antara x dan $x + n$ yang hidup dan berada di status sakit,

${}_nD_x^{ij}$: jumlah harapan individu usia antara x dan $x + n$ yang pindah dari status i ke status j .

Berdasarkan notasi di atas, data pertama, yaitu angka prevalensi dari kejadian penyakit kronis untuk grup usia antara x dan $x + n$ dinyatakan sebagai [12]

$${}_nf_x = \frac{{}_nL_x^{(2)}}{{}_nL_x}$$

yaitu jumlah harapan individu yang hidup usia antara x dan $x + n$ dan berada di status sakit dibagi dengan jumlah harapan individu yang hidup di usia antara x dan $x + n$. Didefinisikan angka kematian karena penyakit kronis yang terjadi dalam populasi yang sudah terjangkit penyakit kronis untuk usia antara x dan $x + n$ sebagai

$${}_nM_x^{23} = \frac{{}_nD_x^{23}}{{}_nL_x^{(2)}}.$$

Selanjutnya, pada data jenis kedua, yaitu angka kematian karena penyakit kronis hanya merepresentasikan angka kematian yang terjadi dalam seluruh populasi dan tidak mengacu pada sebagian populasi yang hanya terjangkit penyakit kronis, didefinisikan

$${}_nm_x^{23} = \frac{{}_nD_x^{23}}{{}_nL_x}.$$

sehingga

$${}_nM_x^{23} = \frac{{}_nm_x^{23}}{{}_nf_x}.$$

yang merupakan angka kematian untuk kelompok usia antara x dan $x + n$. Dengan mengasumsikan intensitas transisi dari status sakit kronis ke status meninggal karena penyakit kronis bersifat konstan untuk usia antara x dan $x + n$, diperoleh

$$\mu^{23}(\xi) = {}_nM_x^{23}, \quad \xi \in (x, x + n).$$

Sehingga, untuk mengestimasi nilai μ^{23} dapat dilakukan dengan regresi persamaan nonlinear

$$a^d + \exp(\beta_1^d + \beta_2^d \xi) = \frac{{}_nm_x^{23}}{{}_nf_x}, \quad \xi \in (x, x + n). \quad (7)$$

Untuk menghitung μ^{13} , didefinisikan ${}_nf'_x = \frac{{}_nL_x^{(1)}}{{}_nL_x}$, maka

$${}_nM_x^{13} = \frac{{}_nM_x^{23} - {}_nm_x^{23}}{{}_nf'_x}.$$

dengan ${}_nM_x$ adalah angka kematian kelompok usia antara x dan $x + n$ yang dihitung dengan tabel mortalita, sehingga

$$\mu^{13}(\xi) = {}_nM_x^{13}, \quad \xi \in (x, x+n)$$

$$\alpha^h + \exp(\beta_1^h + \beta_2^h \xi) = \frac{{}_nM_x - {}_nm_x^{23}}{{}_nf'_x}, \quad \xi \in (x, x+n). \quad (8)$$

Untuk menentukan intensitas transisi dari status sehat ke status sakit dapat menggunakan hubungan angka prevalensi dan probabilitas transisi [12],

$${}_nf_x = \frac{{}_tp_x^{12}}{{}_tp_x^{11} + {}_tp_x^{12}}. \quad (9)$$

3 Hasil dan Pembahasan

Untuk mendapatkan parameter α^d, β_1^d , dan β_2^d pada Persamaan (7) dan α^h, β_1^h , dan β_2^h pada Persamaan (8), digunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) [13], sehingga diperoleh nilai parameter dari fungsi Gompertz-Makeham pada Persamaan (5) dan (6) seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Parameter intensitas transisi μ^{23}

Parameter	Laki-laki	Perempuan
α^d	0,068889	0,091673
β_1^d	-5,677045	0,001714
β_2^d	0,003221	1,006693

Tabel 2. Parameter intensitas transisi μ^{13}

Parameter	Laki-laki	Perempuan
α^h	0,108618	-0,006974
β_1^h	-6,953935	0,009352
β_2^h	0,122025	1,006679

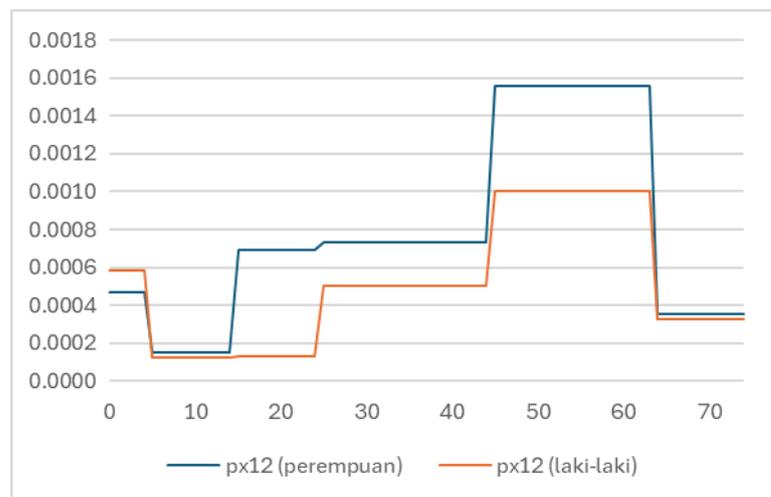
Lebih lanjut, setelah mendapatkan parameter $\alpha^d, \beta_1^d, \beta_2^d, \alpha^h, \beta_1^h$ dan β_2^h , digunakan Persamaan (9) untuk mengestimasi parameter σ_k dengan metode OLS. Diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter intensitas transisi μ^{12}

Parameter	Laki-laki	Perempuan
σ_1	0,00060373	0,000487
σ_2	0,00013103	0,000155
σ_3	0,00013512	0,000721

Parameter	Laki-laki	Perempuan
σ_4	0,00052142	0,000769
σ_5	0,00104160	0,001635
σ_6	0,00034090	0,000368

Setelah mendapatkan parameter intensitas transisi, selanjutnya adalah menghitung nilai probabilitas transisi dari status sehat ke status sakit atau biasa disebut dengan tabel morbiditas. Probabilitas transisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan ${}_t p_x^{12}$. Nilai dari probabilitas transisi untuk laki-laki dan perempuan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Probabilitas Transisi dari Kondisi Sehat ke Sakit Kroni

Nilai probabilitas transisi dari kondisi sehat ke sakit kronis, diperoleh nilai probabilitas transisi dari kondisi berada di antara 0,0001 hingga 0,0016 dengan rata-rata 0,0008 untuk perempuan dan antara 0,0001 hingga 0,0008 dengan rata-rata 0,0005 untuk laki-laki. Sehingga, kita dapat melihat dari penelitian ini, perempuan memiliki tingkat risiko mengalami penyakit kronis lebih tinggi daripada laki-laki.

4 Simpulan

Penelitian ini membahas penerapan model multi-status dalam mengestimasi tabel morbiditas untuk penyakit kronis. Jenis penyakit kronis yang digunakan adalah HIV/AIDS, Kanker, Diabetes Melitus (DM), PPOK, Tuber Culosis, Epilepsi, Gagal Jantung/CHF, Arteri Coroner/CAD, Aritmia, dan Gagal Ginjal/CKD. Jika penelitian sebelumnya [12] menggunakan model 4 status untuk penyakit kritis, yaitu penyakit yang berlangsung singkat dan membutuhkan penanganan segera, pada penelitian ini menggunakan model 3 status untuk penyakit kronis yang merupakan jenis penyakit yang membutuhkan perawatan jangka panjang. Fungsi intensitas transisi yang

digunakan adalah fungsi konstan sepotong-sepotong dan model Gompertz-Makeham. Hasil penelitian menunjukkan bahwa probabilitas transisi memiliki nilai yang sama untuk setiap kelompok usia pada masing-masing jenis kelamin, hal ini terjadi karena keterbatasan data yang tersedia dari RSUD Raden Mattaher Jambi. Untuk memperoleh probabilitas transisi pada kelompok usia yang lebih kecil, dapat digunakan data dengan interval kelompok usia yang lebih kecil atau menggunakan model regresi non-linear untuk memperoleh estimasi probabilitas transisi yang lebih variatif.

5 Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi yang telah mendukung dan membantu dalam pendanaan penelitian ini, serta kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan dukungan dalam penelitian ini.

6 Daftar Pustaka

- [1] A. Listiani, K. Alim, A. S. Anggraeni, and A. R. Effendie, "A dynamic model of Indonesian National Health Insurance participation types," *J Phys Conf Ser*, vol. 1341, no. 6, p. 062028, Oct. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1341/6/062028.
- [2] A. Listiani, K. Alim, A. S. Anggraeni, and A. R. Effendie, "Multidimensional credibility premium: Application to JKN (Jaminan Kesehatan Nasional)," 2019, p. 030003. doi: 10.1063/1.5139123.
- [3] A. S. Anggraeni, A. Listiani, K. Alim, and A. R. Effendie, "Morbidity-Mortality Table Construction for Eleven Chronical Diseases (ECD) Using Constant Force Assumption," *J Phys Conf Ser*, vol. 1341, no. 6, p. 062030, Oct. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1341/6/062030.
- [4] F. Sabila, T. P. Ningrum, W. Andika, and F. P. Gurning, "Studi Literatur: Analisis Efektivitas Pemanfaatan Program Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) Pada Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama Di Indonesia," *Indonesian Journal of Health Science*, vol. 4, no. 4, pp. 378–397, Jun. 2024, doi: 10.54957/ijhs.v4i4.939.
- [5] E. Espinoza, "Penentuan Premi Bulanan Asuransi Kesehatan Berjangka Perawatan Rumah Sakit Untuk Perorangan," *Jurnal Matematika UNAND*, vol. 5, no. 4, p. 30, Nov. 2016, doi: 10.25077/jmu.5.4.30-35.2016.
- [6] J. M. Hoem, "Markov Chain Models in Life Insurance," *Blätter der DGFVM*, vol. 9, no. 2, pp. 91–107, 1969, doi: 10.1007/BF02810082.

-
- [7] E. Pitacco, “Actuarial models for pricing disability benefits: Towards a unifying approach,” *Insur Math Econ*, vol. 16, no. 1, pp. 39–62, 1995, doi: 10.1016/0167-6687(94)00030-I.
- [8] L. Newman *et al.*, “Global Estimates of the Prevalence and Incidence of Four Curable Sexually Transmitted Infections in 2012 Based on Systematic Review and Global Reporting,” *PLoS One*, vol. 10, no. 12, p. e0143304, Dec. 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0143304.
- [9] S. W.-C. CHAN, “Coping With Chronic Health Conditions,” *Journal of Nursing Research*, vol. 32, no. 1, p. e308, Jan. 2024, doi: 10.1097/jnr.0000000000000600.
- [10] N. N. N. S. Hendra Perdana, “MODEL MULTI STATUS DALAM PENENTUAN ASURANSI KESEHATAN PENDERITA PENYAKIT JANTUNG,” *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, vol. 8, no. 3, Jul. 2019, doi: 10.26418/bbimst.v8i3.33647.
- [11] Moch. T. Hakiki and H. Umam, “Distribusi Power Gompertz-Makeham: Sifat-Sifat Statistika dan Aplikasinya,” *Journal of Mathematics Education and Science*, vol. 6, no. 2, pp. 107–117, Oct. 2023, doi: 10.32665/james.v6i2.1910.
- [12] K. Alim, A. Listiani, A. S. Anggraeni, and A. R. Effendie, “Critical illness insurance pricing with stochastic interest rates model,” *J Phys Conf Ser*, vol. 1341, no. 6, p. 062026, Oct. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1341/6/062026.
- [13] A. Irina and A. Sergejs, “Application of ordinary least square method in nonlinear models,” *International Statistical Institute*, 2007, [Online]. Available: https://iase-web.org/documents/papers/isi56/CPM81_Arhipova.pdf