

**PENDUGAAN *LIFE TABLE* PENDUDUK PRIA INDONESIA
DENGAN METODE PROBABILITAS BERTAHAN HIDUP
DENGAN CARA *SMOOTHED* MENGGUNAKAN
*LIFE TABLE COALE-DEMENY***

SKRIPSI

**HANIFAH DARA PUSPITA
0703162014**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**PENDUGAAN *LIFE TABLE* PENDUDUK PRIA INDONESIA
DENGAN METODE PROBABILITAS BERTAHAN HIDUP
DENGAN CARA *SMOOTHED* MENGGUNAKAN
*LIFE TABLE COALE-DEMENY***

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Dalam Sains dan Teknologi*

**HANIFAH DARA PUSPITA
0703162014**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi
Lampiran : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama : Hanifah Dara Puspita
Nomor Induk Mahasiswa : 0703162014
Program Studi : Matematika
Judul : Pendugaan *Life Table* Penduduk Pria Indonesia Dengan Metode Probabilitas Bertahan Hidup Dengan Cara *Smoothed* Menggunakan *Life Table Coale-Demeny*

dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 22 Februari 2021 M
10 Rajab 1442 H

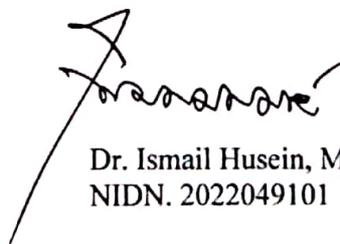
Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Nurul Huda Prasetya, M.A.
NIDN. 2018096703

Pembimbing Skripsi II,



Dr. Ismail Husein, M.Si.
NIDN. 2022049101



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235

Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683

Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: 049/ST./ST.V.2/PP.01.1/03/2021

Judul Skripsi : Pendugaan *Life Table* Penduduk Pria Indonesia
Dengan Metode Probabilitas Bertahan Hidup
Dengan Cara *Smoothed* Menggunakan *Life Table*
Coale-Demeny
Nama : Hanifah Dara Puspita
Nomor Induk Mahasiswa : 0703162014
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

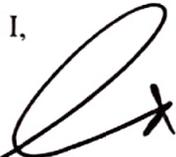
Pada hari/tanggal : Senin, 22 Februari 2021
Tempat : Daring (*Via Zoom*)

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

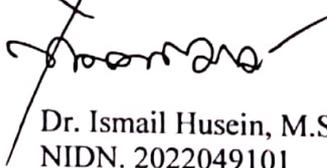

Dr. Riri Syafitri Lubis, S.Pd., M.Si.
NIDN. 2013078401

Dewan Penguji,

Penguji I,


Nurul Huda Prasetya, M.A.
NIDN. 2018096703

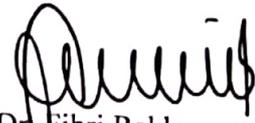
Penguji II,


Dr. Ismail Husein, M.Si.
NIDN. 2022049101

Penguji III,


Rima Aprilia, M.Si.
NIDN. 0130048801

Penguji IV,


Dr. Fibri Rakhmawati, M.Si.
NIDN. 2011028001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. Mhd. Syahnan Nasution
NIDN. 2005096601

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Hanifah Dara Puspita
Nomor Induk Mahasiswa : 0703162014
Program Studi : Matematika
Judul : Pendugaan *Life Table* Penduduk Pria Indonesia Dengan Metode Probabilitas Bertahan Hidup Dengan Cara *Smoothed* Menggunakan *Life Table Coale-Demeny*

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 22 Februari 2021



Hanifah Dara Puspita
NIM. 0703162104

ABSTRAK

Setiap tahunnya di setiap provinsi, jumlah penduduk Indonesia terus-menerus mengalami peningkatan. Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2010 terdapat sebanyak 237.641.326 jiwa sedangkan pada tahun 2020 mengalami peningkatan sebesar 32.562.591 jiwa menjadi 270.203.917 jiwa, dengan jumlah penduduk pria lebih banyak daripada jumlah penduduk wanita. Dengan tingkat pengangguran terbuka (TPT) penduduk pria lebih banyak daripada penduduk wanita, yakni sebesar 5,31 persen banding 5,23 persen. Pengangguran merupakan salah satu dari sepuluh peristiwa paling memicu terjadinya stress. Pria yang tidak memiliki pekerjaan memiliki tingkat stress yang lebih tinggi dibanding wanita, diketahui bahwa penduduk pria yang pengangguran lebih berisiko mengalami kematian dibandingkan dengan penduduk wanita sekitar 78 persen banding 37 persen. Tujuan dari penelitian ini adalah menduga *life table* penduduk pria Indonesia. Metode yang digunakan adalah metode probabilitas bertahan hidup dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*. Hasil penelitian yang diperoleh berupa angka harapan hidup (AHH) sebesar 58,84 tahun, artinya dari 100.000 bayi yang dilahirkan akan dapat hidup sampai umur 58 atau 59 tahun. Dengan pola banyaknya penduduk pria Indonesia yang bertahan hidup $l(x)$ yang dihasilkan mendekati (memiliki kesamaan) dengan pola banyaknya penduduk pria Indonesia yang bertahan $l(x)$ yang dihasilkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS–Statistics Indonesia) dengan metode *log-quadratic*.

Kata Kunci: pendugaan *life table*, penduduk pria Indonesia, probabilitas bertahan hidup, *life table Coale-Demeny* model Barat.

ABSTRACT

The population of Indonesia in each province are continuing increased every year. The total population of Indonesia in 2010 was 237.641.326, while in 2010 it increased by 32.562.591 people to 270.203.917 people, with the male population are greater than women population. By the population of Open Unemployment Male Rate (TPT) is higher than female, which is 5.31 percent compared to 5.23 percent. Unemployment is one of the ten important events in triggering stress. The male who don't have a job get a higher stress level then female, it found that the male who were unemployed were more risk towards death than female, about 78 percent compared to 37 percent. The purpose of this study is to estimate the life table of Indonesian male population by smoothing it using the Coale-Demeny's life table based on the 2010 and 2020 Population Census data. The method of this study is Survival Analysis in Smoothed Way by using Coale-Demeny's Life Table. The result of this study obtained by 58,84 years life expentacy (AHH), means that from 100.000 babies born will be able to live to the age of 58 or 59 years. By the pattern of the number of Indonesian male residents who survive, the result is close to (has similarities) to the pattern of the number of Indonesian male residents who survive that produced by the Central Statistics Agency (BPS-Statistics Indonesia) by using log-quadratic method.

Keywords: life table estimation, Indonesian male population, survivorship probabilities, Coale-Demeny west model life table.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pendugaan *Life Table* Penduduk Pria Indonesia Dengan Metode Probabilitas Bertahan Hidup Dengan Cara *Smoothed* Menggunakan *Life Table Coale-Demeny*”.

Penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan baik moril maupun materil serta dorongan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Syahrin Harahap, M.A., selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnun Nasution selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Riri Syafitri Lubis, S.Pd., M.Si., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan, serta dosen-dosen dan staff administrasi yang telah membantu selama proses perkuliahan.
4. Nurul Huda Prasetya, M.A. dan Dr. Ismail Husein, M.Si., selaku dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Dr. Rina Filia Sari, S.Si., M.Si., selaku dosen Penasihat Akademik yang telah memberikan bimbingan selama menempuh pendidikan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
6. Bapak Mujiono dan Ibu Sri Salawati selaku orang tua yang telah senantiasa mendoakan, membimbing, mengarahkan dan selalu memberikan semangat dengan penuh kasih sayang serta memberikan arti sebuah kesabaran dalam menjalani kehidupan
7. Tiffani Saraswati, S.S., dan Alya Mutia Raya selaku kakak dan adik yang senantiasa memberikan kasih sayang, semangat serta motivasi yang mendukung.
8. Sahabat seperjuangan “2P (Pinky Purple)”, “Konco Forever”, teman-teman matematika stambuk 2016, kakak dan abang matematika stambuk 2015, serta seluruh teman-teman yang lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang senantiasa memberikan tawa, duka, semangat, dan motivasi.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Medan, 22 Februari 2021

Penulis,

Hanifah Dara Puspita
NIM. 0703162014

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI	i
PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Sensus Penduduk.....	8
2.2 Kematian (Mortalitas)	8
2.2.1 Angka Kematian Kasar (<i>Crude Death Rate</i>)	9
2.2.2 Angka Kematian Menurut Umur (<i>Age Spesific Death Rate</i>) .	9
2.2.3 Angka Kematian Bayi (<i>Infant Mortality Rate</i>)	10
2.3 Metode Probabilitas Bertahan Hidup	10
2.3.1 Analisis Ketahanan Hidup (<i>Survival Analysis</i>).....	10
2.3.2 Tabel Kehidupan (<i>Life Table</i>)	11
2.3.2.1 Model Tabel Kehidupan (<i>Life Table</i>)	14
2.3.3 Metode Probabilitas Bertahan Hidup	25
2.3.3.1 <i>Smoothed</i> Menggunakan <i>Life Table Coale-Demeny</i>	25
2.3.3.2 <i>Smoothed</i> Menggunakan Sistem Logit	29
2.3.3.3 Proyeksi dan Akumulasi	30
2.4 Penelitian Relevan.....	32

BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.2 Jenis dan Sumber Data	34
3.3 Teknik Pengumpulan Data	35
3.4 Prosedur Penelitian.....	35
3.5 Diagram Alur Penelitian	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Deskripsi Data	37
4.2 Analisis Data	39
4.2.1 Menyesuaikan Migrasi Bersih (<i>Net Migration</i>) dan Cakupan Wilayah.....	39
4.2.2 Mengelompokkan Data dari Dua Sensus dengan Kohort	38
4.2.3 Menyesuaikan Interval Sensus	40
4.2.4 Menghitung Nilai Rasio Bertahan Hidup Kohort (<i>Cohort Survivorship</i>)	42
4.2.5 Penyesuaian dengan Model <i>Life Table Coale-Demeny</i>)	45
4.2.6 Melengkapi Perhitungan Nilai dari Pendugaan <i>Life Table</i>	48
4.2.7 Perbandingan <i>Life Table</i> dengan <i>Life Table</i> yang dimiliki oleh BPS	57
BAB KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
1.1	Jumlah dan Laju Pertumbuhan Pertumbuhan Penduduk	2
1.2	Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia pada Agustus 2019 Menurut Badan Pusat Statistik (BPS - Statistics Indonesia)	2
1.2.	Angka Kelahiran dan Kematian Penduduk Proyeksi Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) Tahun 2010-2035.....	3
3.1	Diagram Alur Penelitian	36
4.1	Perbandingan Nilai AHH pada <i>Life Table</i>	56
4.2	Perbandingan Nilai $l(x)$ pada <i>Life Table</i>	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Koefisien yang digunakan dalam pendugaan distribusi umur populasi stasioner ${}_5L_x$ dalam kelompok umur yang tidak biasa	28
4.1	Penduduk menurut Golongan Umur dan Hubungan dengan Kepala Rumahtangga Berdasarkan Sensus Penduduk (SP) Tahun 2010	37
4.2	Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin Berdasarkan Sensus Penduduk (SP) Tahun 2020	38
4.3	Jumlah Penduduk Pria Indonesia Tahun 2020 Setelah Prorata	41
4.4	Populasi Tercacah dan Populasi yang Telah Disesuaikan (<i>Adjusted</i>) pada Tahun 2010, Jumlah Populasi Tercacah Tahun 2020 dan Rasio Bertahan Hidup Kohort Penduduk Pria Indonesia	44
4.5	Penentuan <i>Level</i> Mortalitas Tersirat dari Masing-Masing Golongan Umur Penduduk Pria Indonesia	47
4.6	Perhitungan <i>Life Table</i> Penduduk Pria Indonesia menggunakan <i>Life Table Coale-Demeny</i> Model Barat	50
4.7	<i>Life Table</i> Penduduk Pria Indonesia dengan Cara <i>Smoothed</i> dengan <i>Life Table Coale-Demeny</i>	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1	Data Awal
2	Jumlah Penduduk Pria Indonesia Tahun 2020 Setelah Prorata
3	Populasi Tercacah dan Populasi yang Telah Disesuaikan (<i>Adjusted</i>) pada Tahun 2010, Jumlah Populasi Tercacah Tahun 2020 dan Rasio Bertahan Hidup Kohort Penduduk Pria Indonesia
4	Penentuan <i>Level</i> Mortalitas dari Masing-Masing Golongan Umur Penduduk Pria Indonesia
5	Perhitungan <i>Life Table</i> Penduduk Pria Indonesia menggunakan <i>Life Table Coale-Demeny</i> Model Barat
6	<i>Life Table</i> Penduduk Pria Indonesia dengan Cara <i>Smoothed</i> dengan <i>Life Table Coale-Demeny</i>

BAB I

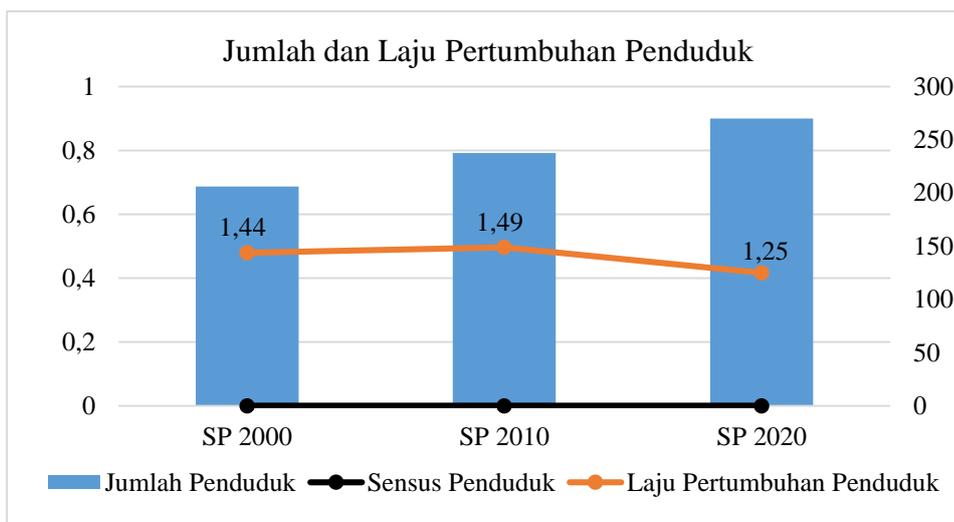
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara terluas di Asia Tenggara. Negara dengan ibukota Jakarta ini memiliki total luas wilayah sebesar 5.193.250 km² yang terdiri dari lautan dan daratan. Secara geografis, Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki 17.504 pulau besar dan kecil. Indonesia terletak pada dua benua, Benua Asia dan Benua Australia dan terletak pada dua samudera, Samudera Hindia dan Samudera Pasifik sehingga menyebabkan Indonesia memiliki iklim tropis karena berada pada garis khatulistiwa. Indonesia terletak pada 6° Lintang Utara - 11° Lintang Selatan dan 95° - 141° Bujur Timur. Indonesia memiliki dua musim, musim hujan dan musim kemarau. Hal tersebut dipengaruhi oleh angin muson barat dan angin muson timur.

Berdasarkan data hasil Sensus Penduduk 2020 pada September lalu, tercatat sebanyak 270.203.917 jiwa penduduk Indonesia dengan jumlah penduduk pria sebesar 136.661.899 jiwa dan jumlah penduduk wanita sebesar 133.542.018 jiwa. Jumlah penduduk tersebut terus mengalami peningkatan sejak Indonesia menyelenggarakan Sensus Penduduk yang pertama pada tahun 1961. Hasil sensus penduduk 2020 memperlihatkan penambahan jumlah penduduk sebanyak 32.562.591 jiwa dibandingkan dengan sensus penduduk 2010 dengan jumlah penduduk sebesar 237.641.326 jiwa, yakni dengan jumlah penduduk pria sebesar 119.630.913 jiwa dan jumlah penduduk wanita sebesar 118.010.413 jiwa.

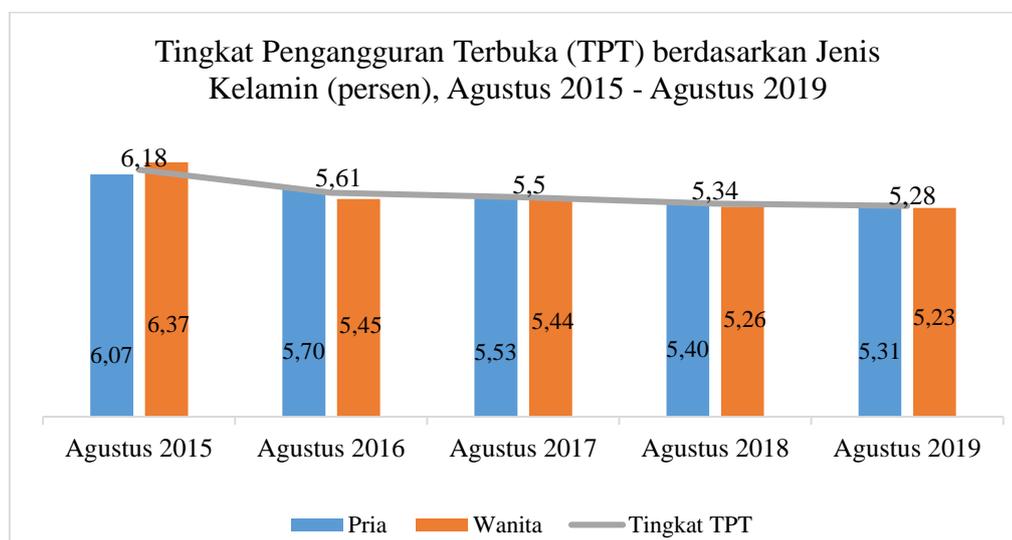
Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2010-2020), laju pertumbuhan penduduk Indonesia sebesar 1,25 persen per tahun. Terdapat perlambatan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,24 persen poin jika dibandingkan dengan laju pertumbuhan penduduk pada periode 2000–2010 yang sebesar 1,49 persen. Penurunan laju pertumbuhan ini disebabkan oleh turunnya tingkat angka kelahiran dan kematian. Tingkat penurunan yang disebabkan oleh angka kelahiran lebih cepat daripada tingkat penurunan yang disebabkan oleh angka kematian.



Sumber: Berita Resmi Statistik No. 7/01/Th. XXIV, 21 Januari 2021

Gambar 1.1. Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk

Setiap tahunnya di setiap provinsi, jumlah penduduk terus-menerus mengalami kenaikan. Berdasarkan karakteristiknya sebagai negara kepulauan, pertumbuhan dan persebaran jumlah penduduk menjadi tidak merata di setiap provinsi. Tidak meratanya jumlah penduduk di masing-masing provinsi menjadi sumber permasalahan di Indonesia, salah satunya adalah pengangguran.

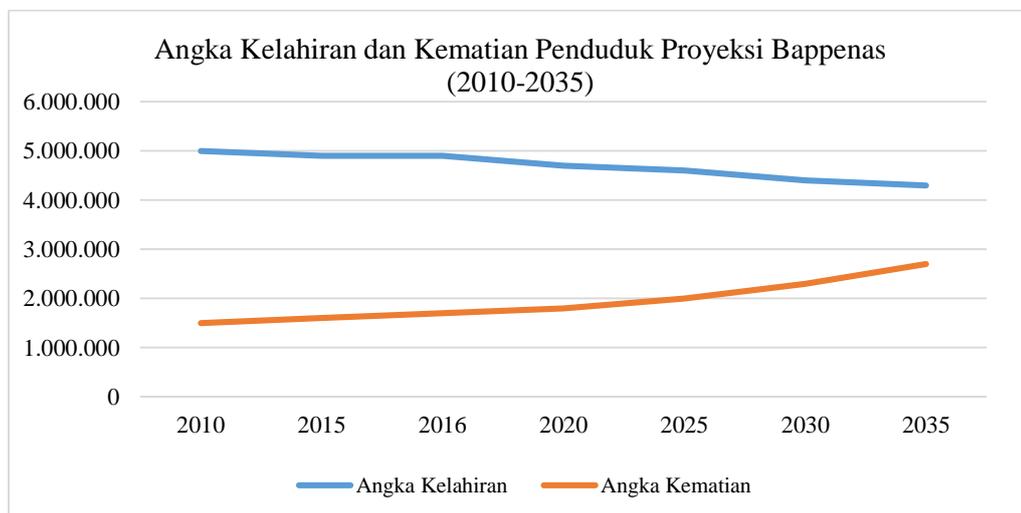


Sumber: Berita Resmi Statistik No. 91/11/Th. XXII, 5 November 2019

Gambar 1.2. Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia pada Agustus 2019 Menurut Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia)

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) mengalami penurunan sejak tahun 2015 sampai dengan Tahun 2019. Pada Agustus 2019, TPT turun menjadi 5,28 persen dibandingkan pada tahun 2018 sebesar 5,34 persen. Sementara berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa tingkat pengangguran terbuka (TPT) pria lebih banyak daripada tingkat pengangguran (TPT) wanita, yakni sebesar 5,31 persen dibanding 5,23 persen. Terdapat 5 orang penganggur dari 100 orang angkatan kerja di Indonesia.

Pengangguran merupakan salah satu dari sepuluh peristiwa paling penting dalam pemicu terjadinya stress. Sepuluh peristiwa penting tersebut meliputi pengangguran, masalah ekonomi keuangan, perceraian, kematian terhadap pasangan, hukuman pidana penjara, kehilangan terhadap anggota keluarga, pertengkaran dalam keluarga, percobaan bunuh diri oleh anggota keluarga tunawisma, dan anggota keluarga yang menderita penyakit serius (Spurgeon, et al., 2001). Dalam penelitian yang dilakukan oleh seorang profesor sosiologi di McGill University di Montreal, menunjukkan bahwa pria yang pengangguran lebih berisiko mengalami kematian dibandingkan dengan wanita, sekitar 78 persen banding 37 persen. Hasil penelitian studi tersebut menunjukkan bahwa pria yang tidak memiliki pekerjaan memiliki tingkat stress yang lebih tinggi dibanding wanita.



Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan (Bappenas) Tahun 2010-2035

Gambar 1.3. Angka Kelahiran dan Kematian Penduduk Proyeksi Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) Tahun 2010-2035

Berdasarkan hasil proyeksi penduduk Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) Tahun 2010 dapat diketahui jumlah angka kelahiran mencapai angka 5 juta jiwa sedangkan jumlah angka kematian 1,52 juta jiwa. Sehingga pada tahun 2011 jumlah penduduk Indonesia mengalami pertambahan sekitar 3,4 juta jiwa, sehingga menjadi 242 juta jiwa. Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2019 mencapai angka 266,98 juta jiwa yang terdiri dari 134 juta jiwa penduduk pria dan 132,89 juta jiwa penduduk wanita, dengan jumlah angka kelahiran terus mengalami penurunan hingga mencapai angka 4,8 juta jiwa, sedangkan angka kematian terus mengalami pertambahan hingga mencapai angka 1,8 juta jiwa. Dan pada tahun 2035 angka kelahiran terus menunjukkan angka penurunan hingga mencapai 4,29 juta jiwa, sedangkan angka kematian mengalami angka kenaikan hingga mencapai 2,68 juta jiwa.

Kematian (mortalitas) merupakan salah satu dari tiga komponen proses demografi yang berpengaruh terhadap struktur penduduk. Tinggi rendahnya tingkat mortalitas penduduk di suatu daerah tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan penduduk, tetapi juga merupakan barometer dari tinggi rendahnya tingkat kesehatan masyarakat di daerah tersebut (Bagus, 2008). Masalah sosial, ekonomi, adat istiadat maupun masalah kesehatan lingkungan banyak berkaitan dengan kasus kematian dalam jumlah banyak. Indikator kematian berguna untuk memonitor kinerja pemerintah pusat maupun lokal dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat (Hutasoit, 2017). Data mortalitas pada umumnya disajikan dalam bentuk *life table*, yaitu sarana penyajian informasi mengenai probabilitas bertahan hidup dan mortalitas pada sebagian interval waktu, usia, dan dengan cara sedemikian rupa sehingga kesimpulan tentang kemungkinan kematian dan ketahanan hidup dapat dengan mudah ditarik (Keyfitz, 1968).

Dalam perspektif Islam, kematian merupakan sebuah proses yang akan terjadi pada waktu yang telah ditentukan Allah swt., tidak ada satu orangpun yang dapat menghindarinya dan tidak ada yang dapat mengalahkan Allah swt., sesuai dalam firman-Nya dalam QS. Al Waqi'ah surah ke-56 ayat 60, yang berbunyi:

نَحْنُ قَدَرْنَا بَيْنَكُمْ الْمَوْتَ وَمَا نَحْنُ بِمَسْبُوقِينَ ٦٠

Artinya: “Kami telah menentukan kematian di antara kamu dan Kami sekali-sekali tidak akan dapat dikalahkan”

Isi kandungan QS. Al Waqi'ah [56]: 60 tersebut menjelaskan bahwa, Allah swt. telah menentukan kematian di antara kalian. Kematian itu akan terjadi pada waktu yang telah ditentukan. Tidak ada yang mengalahkan Allah swt. untuk menggantikan bentuk kalian dengan yang lain. Dan kelak Allah swt. akan menciptakan kalian kembali dalam bentuk yang tidak kalian ketahui.

Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Purwianti (2014), untuk melakukan pendugaan suatu *life table* penduduk wanita Indonesia berdasarkan data sensus dengan menggunakan metode probabilitas bertahan hidup dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*, *smoothed* menggunakan sistem logit, dan menggunakan proyeksi dan akumulasi menghasilkan hasil pendugaan *life table* yang dibentuk dari ketiga cara tersebut yang dibandingkan dengan *life table* yang dimiliki BPS diperoleh yaitu *life table* yang dibentuk oleh metode probabilitas bertahan hidup dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny* polanya paling mirip dengan *life table* yang dibuat oleh BPS.

Berdasarkan beberapa fakta data yang telah diuraikan di atas, penulis bertujuan untuk membuat pendugaan banyak penduduk pria Indonesia yang bertahan hidup dalam penyusunan *life table* agar dapat digunakan sebagai landasan proyeksi penduduk dalam memprediksi perencanaan pembangunan yang akan dibuat. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode probabilitas bertahan hidup dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny* berdasarkan data sensus beturut-turut, dikarenakan selain metodenya mudah untuk dipahami, proses penghitungannya sangat sederhana, data dasarnya merupakan data penduduk menurut umur dan jenis kelamin sehingga mudah diakses karena merupakan data pokok kependudukan, serta hasil pendugaan *life table* tersebut polanya paling mirip dengan *life table* yang dibuat oleh BPS. Berdasarkan hal tersebut, peneliti bertujuan untuk melakukan penelitian yang berjudul, **“PENDUGAAN LIFE TABLE PENDUDUK PRIA INDONESIA DENGAN METODE PROBABILITAS BERTAHAN HIDUP DENGAN CARA SMOOTHED MENGGUNAKAN LIFE TABLE COALE-DEMENY”**.

1.2 Rumusan Masalah

Setiap tahunnya di setiap provinsi, jumlah penduduk Indonesia terus-menerus mengalami peningkatan, dengan jumlah penduduk pria lebih banyak daripada jumlah penduduk wanita. Tidak meratanya jumlah penduduk di setiap provinsi menjadi sumber permasalahan di Indonesia, salah satunya adalah pengangguran. Tingkat pengangguran terbuka (TPT) penduduk pria lebih banyak daripada penduduk wanita, dengan penduduk pria yang pengangguran lebih berisiko mengalami kematian dibandingkan dengan penduduk wanita. Sehingga rumusan masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah Bagaimana Pendugaan *Life Table* Penduduk Pria Indonesia dengan Metode Probabilitas Bertahan Hidup dengan Cara *Smoothed* Menggunakan *Life Table Coale-Demeny*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data penduduk pria Indonesia hasil Sensus Penduduk tahun 2010 dan 2020 berdasarkan hasil publikasi dari *website* resmi Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia), yaitu www.bps.go.id.
2. Metode yang digunakan adalah metode probabilitas bertahan hidup dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat pendugaan *life table* penduduk pria Indonesia dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny* berdasarkan data Sensus Penduduk (SP) Tahun 2010 dan 2020 untuk mengetahui banyaknya orang yang bertahan hidup hingga mencapai umur tepat x serta mengetahui angka harapan hidup (AHH) umur x tahun.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari pembahasan masalah ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi Pembaca

Dapat digunakan sebagai sumber pengetahuan untuk menambah wawasan dalam memberikan gambaran mengenai konsep pendugaan *life table* dengan cara *smoothed* menggunakan metode probabilitas bertahan hidup dengan menggunakan *life table Coale-Demeny*.

2. Manfaat bagi Penulis

Dapat digunakan sebagai sumber informasi dan sumber acuan referensi untuk memperdalam dan mengembangkan pengetahuan mengenai konsep pendugaan *life table* dengan menggunakan metode probabilitas bertahan hidup dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*.

3. Manfaat bagi Pemerintah

Dapat digunakan sebagai landasan untuk memproyeksikan jumlah penduduk beberapa tahun ke depan dalam memprediksi langkah apa yang harus diambil untuk menghadapi populasi yang akan datang.

4. Manfaat bagi Perusahaan Asuransi

Dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan dan pengembangan model asuransi yang tepat untuk digunakan berdasarkan kriteria interval umur dan jenis kelamin tertentu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensus Penduduk

Sensus penduduk merupakan suatu proses perhitungan jumlah penduduk yang rutin dilakukan dan dilakukan secara periodik setiap 10 (sepuluh) tahun sekali. Sensus penduduk dilaksanakan mulai pada tahun 1961, dan terus berlanjut pada 10 tahun berikutnya yaitu 1971, 1980, 1990, 2000 dan 2010. Seluruh jumlah penduduk Indonesia dihitung dalam setiap sensus penduduk. Hasil sensus penduduk memberikan gambaran secara lengkap situasi kependudukan, berupa jumlah, sebaran, serta karakteristik lain seperti umur, jenis kelamin, status perkawinan, pendidikan, ketenagakerjaan, perpindahan serta tingkat kelahiran dan kematian. Hasil dari sensus penduduk tersebut dapat digunakan sebagai landasan perencanaan pembangunan di masa datang serta evaluasi hasil pembangunan yang telah dilaksanakan (BPS, 2002).

2.2 Kematian (Mortalitas)

Kematian (mortalitas) merupakan salah satu dari tiga komponen proses demografi yang berpengaruh terhadap struktur penduduk. Dua komponen lainnya yaitu kelahiran (*fertilitas*) dan mobilitas penduduk. Tinggi rendahnya tingkat mortalitas penduduk di suatu daerah tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan penduduk, tetapi juga merupakan barometer dari tinggi rendahnya tingkat kesehatan masyarakat di daerah tersebut (Bagus, 2008). Masalah sosial, ekonomi, adat istiadat maupun masalah kesehatan lingkungan banyak berkaitan dengan kasus kematian dalam jumlah banyak. Indikator kematian berguna untuk memonitor kinerja pemerintah pusat maupun lokal dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat (Hutasoit, 2017).

Pada umumnya data mortalitas disajikan dalam bentuk *life table*, yaitu sarana penyajian informasi mengenai probabilitas bertahan hidup dan mortalitas pada sebagian interval waktu, umur, dan dengan cara sedemikian rupa sehingga kesimpulan tentang kemungkinan kematian dan ketahanan hidup dapat dengan mudah ditarik (Keyfitz, 1968).

2.2.1 Angka Kematian Kasar (*Crude Death Rate*)

Angka kematian kasar (CDR) menyatakan jumlah orang yang meninggal pada tahun tertentu dibagi dengan jumlah penduduk pada pertengahan tahun itu dikali dengan konstanta 1.000. Pengukuran ini berguna untuk mengetahui jumlah penduduk yang meninggal tanpa memperhitungkan umur, jenis kelamin, atau variabel lainnya. Secara matematis CDR dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$$CDR = \frac{D}{P} \cdot k \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana: D : Jumlah kematian pada tahun x
 P : Jumlah penduduk pada pertengahan tahun x
 k : Konstanta 1.000

2.2.2 Angka Kematian Menurut Umur (*Age Spesific Death Rate*)

Angka kematian menurut umur (ASDR) menyatakan jumlah kematian yang terjadi pada golongan umur tertentu per 1.000 penduduk golongan umur tersebut pada tahun tertentu. Secara matematis ASDR dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$${}_nM_x = \frac{{}_nD_x}{{}_nP_x} \cdot k \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana: ${}_nM_x$: ASDR untuk golongan umur x hingga $x+n$
 ${}_nD_x$: Jumlah kematian penduduk golongan umur x hingga $x+n$
 ${}_nP_x$: Jumlah penduduk pertengahan tahun golongan umur x hingga $x+n$
 k : Konstanta 1.000

2.2.3 Angka Kematian Bayi (*Infant Mortality Rate*)

Angka kematian bayi (IMR) menyatakan probabilitas kematian pada bayi di bawah umur satu tahun (0 – 24) per 1.000 kelahiran bayi lahir hidup. Perhitungan IMR biasa digunakan sebagai indikator dalam menentukan derajat kesehatan masyarakat. Secara matematis IMR dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$$IMR = \frac{D_0^x}{B^x} \cdot k \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana: D_0^x : Jumlah kematian bayi di bawah umur satu tahun (0 – 24 bulan) selama tahun x
 B^x : Jumlah kelahiran hidup selama tahun x
 k : Konstanta 1.000

2.3 Metode Probabilitas Bertahan Hidup

2.3.1 Analisis Ketahanan Hidup (*Survival Analysis*)

Analisis ketahanan hidup (*survival analysis*) yaitu teknik dalam statistik yang digunakan untuk menganalisis data waktu hidup pada kejadian atau *event* khususnya pada studi kohort, yaitu sebuah studi dengan dua atau lebih kelompok orang (kohort) yang memiliki karakteristik serupa. Analisis ketahanan hidup sangat mempertimbangkan waktu sampai kejadian tertentu terjadi. Waktu yang dimaksud tersebut yakni waktu ketahanan hidup yang berupa data yang mengukur waktu *event* tertentu seperti kematian, kelahiran, perceraian, dll. Terdapat dua komponen penting yang harus didefinisikan pada waktu ketahanan hidup yakni titik awal dan titik akhir dari pengamatan yang dicapai ketika kejadian sudah terjadi (Etikan et. al, 2017).

Fungsi ketahanan hidup dapat diartikan sebagai probabilitas ketahanan hidup sampai waktu tertentu. Terdapat dua metode dalam upaya estimasi fungsi tersebut. Metode pertama merupakan metode parametrik, metode ini dapat digunakan jika distribusi populasinya terlebih dahulu diasumsikan. Yang kedua merupakan metode non-parametrik, metode yang tidak bergantung pada asumsi distribusi populasinya. Metode non-parametrik sering juga disebut dengan *distribution-free method* atau metode bebas distribusi. Terdapat dua cara yang dapat dilakukan untuk mengestimasi fungsi ketahanan hidup dengan metode non-parametrik, diantaranya

yaitu menggunakan tabel kehidupan atau *life table* dan mengestimasi *Product Limit* dengan metode *Kaplan-Meier* (Klein & Moeschberger, 2005).

2.3.2 Tabel Kehidupan (*Life Table*)

Sebagian besar produk ilmu aktuaria merupakan *life table*, yaitu sarana dalam penyajian informasi mengenai peluang bertahan hidup dan kematian (mortalitas) pada sebagian interval waktu, umur, dan dengan cara sedemikian rupa sehingga kesimpulan tentang kemungkinan kematian dan ketahanan hidup dapat dengan mudah ditarik (Keyfitz, 1968). Penerapan *life table* itu sendiri tidak terbatas pada perhitungan premi asuransi saja, kemajuan terbaru menurut teori statistik dan proses stokastik telah memungkinkan untuk mempelajari tingkat kehidupan dari sudut pandang statistik murni, menjadikan *life table* sebagai alat analisis yang berharga untuk para ahli demografi, ahli epidemiologi, dokter, dan petugas kesehatan masyarakat lainnya (Chiang dan WHO, 1979).

Menurut Mantra (1992), Terdapat dua bentuk *life table* secara umum: *complete life table* (tabel kehidupan lengkap) dan *abridge life table* (tabel kehidupan ringkas). Dalam *complete life table* (tabel kehidupan lengkap) menggunakan interval umur satu tahunan; sedangkan dalam *abgride life table* (tabel kehidupan ringkas) berbeda karena berhubungan dengan interval umur lebih dari satu tahun. Serangkaian interval yang khas adalah 0-1, 1-5, 5-10, 10-15, dll (Chiang dan WHO, 1979).

Beberapa komponen yang terdapat dalam *life table*, yaitu:

- x : umur
- l_x : jumlah orang yang bertahan hidup sampai mencapai umur tepat x , atau probabilitas seseorang bertahan hidup sampai mencapai umur x , jika $l_0 = 1$
- d_x : jumlah orang yang meninggal antara umur x sampai umur $x+1$, atau probabilitas seseorang bertahan hidup sampai mencapai umur x , jika $d_0 = 1$
- p_x : probabilitas bertahan hidup dari umur x hingga $x+1$
- q_x : probabilitas seseorang berumur x meninggal sebelum mencapai umur $x+1$

L_x : jumlah tahun hidup yang dijalani antara umur x dengan umur $x+1$ oleh penduduk berumur x

T_x : total waktu yang dijalani seseorang berumur x sampai akhir hayatnya

e_x : angka harapan hidup umur x atau sering disebut juga sebagai rata-rata tahun hidup yang akan dijalani oleh seseorang yang telah berhasil mencapai umur tersebut (Schoen dan Romo, 2005).

Selain komponen *life table* tersebut, terdapat notasi lain yang perlu diketahui, yaitu:

${}_n d_x$: jumlah orang yang meninggal antara umur x dan $x+n$

${}_t p_x$: probabilitas bertahan hidup seseorang dari umur x sampai umur $x+t$

${}_n q_x$: probabilitas seseorang berumur x meninggal sebelum mencapai umur $x+n$

m_x : *level* kematian seseorang berumur x

${}_n L_x$: jumlah tahun hidup yang dijalani seseorang antara umur x dengan umur $x+n$ oleh penduduk berumur x

ω : umur maksimal seseorang pada *life table*

Nilai l_x diperoleh dari hasil pendugaan *level* kematian penduduk suatu negara. Nilai dari komponen lain pada suatu *life table* tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut, yakni:

1. Jumlah orang yang meninggal antara umur x sampai umur $x+1$

$$d_x = l_x - l_{x+1} \dots\dots\dots (2.4)$$

2. Probabilitas seseorang berumur x meninggal sebelum mencapai umur $x+1$

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+1}}{l_x} \dots\dots\dots (2.5)$$

3. Jumlah tahun hidup yang dijalani antara umur x dan umur $x+1$ oleh penduduk berumur x

$$L_x = l_x - \frac{1}{2} d_x = \frac{1}{2} (l_x + l_{x+1}) \dots\dots\dots (2.6)$$

4. Peluang bertahan hidup dari umur x sampai umur $x+1$

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \dots\dots\dots (2.7)$$

5. *Level* kematian seseorang berumur x

$$m_x = \frac{d_x}{L_x} \dots\dots\dots (2.8)$$

6. Total waktu yang dijalani seseorang berumur x sampai akhir hayatnya

$$T_x = \sum_x^{\omega} L_x \dots\dots\dots (2.9)$$

7. Angka harapan hidup umur x

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} \dots\dots\dots (2.10)$$

8. Jumlah orang yang meninggal antara umur x dan umur $x+n$

$${}_n d_x = l_x - l_{x+n} \dots\dots\dots (2.11)$$

9. Probabilitas seseorang berumur x meninggal sebelum mencapai umur $x+n$

$${}_n q_x = \frac{d_x}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x} \dots\dots\dots (2.12)$$

10. Jumlah tahun hidup yang dijalani seseorang antara umur x dan umur $x+n$ oleh penduduk berumur x

$${}_n L_x = l_x - \frac{n}{2} d_x = \frac{n}{2} (l_x + l_{x+n}) \dots\dots\dots (2.13)$$

11. Probabilitas seseorang bertahan hidup seseorang dari umur x sampai $x+t$

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x} \dots\dots\dots (2.14)$$

2.3.2.1 Model Tabel Kehidupan (*Life Table*)

Tabel kehidupan (*life table*) memberikan gambaran ringkas tentang angka kematian menurut umur (*age-specific mortality rates*) pada kelompok kelahiran. Model demografi pertama berupaya untuk mendeskripsikan bentuk matematis variasi kematian berdasarkan umur, khususnya peningkatan risiko kematian setelah masa kanak-kanak. Upaya untuk mendeskripsikan suatu fungsi matematika yang mengalami kematian (mortalitas) selama kehidupan terdapat kesulitan untuk menghasilkan bentuk karakteristik U atau J terhadap angka kematian berdasarkan umur. Kesulitan ini memunculkan pendekatan baru dalam membuat model kematian (mortalitas) atau model tabel kehidupan (*life table*). Daripada mencoba menghubungkan risiko kematian hanya berdasarkan umur, risiko pada umur tertentu terkait dengan risiko yang diamati pada umur lainnya atau risiko yang diamati pada populasi lain pada umur yang sama. Karena reulasi yang dieksplorasi, secara umum, tidak menjelaskan interpretasi teoritis yang masuk akal tentang bagaimana proses kematian terjadi, sebagian besar model tabel kehidupan (*life table*) yang ada hingga saat ini sangat bergantung pada data empiris. Paling sedikit ada empat model tabel kehidupan (*life table*) yang telah dikembangkan dengan prinsip mempersempit pilihan tabel kehidupan (*life table*) yang dianggap layak berdasarkan pemeriksaan risiko kematian yang dihitung untuk populasi yang sebenarnya. Sistem ini bervariasi dalam rentang pengalaman manusia yang dicakupnya, sehingga yang satu mungkin lebih sesuai daripada yang lain untuk kasus tertentu. Masing-masing sistem model tersebut dijelaskan secara rinci berikut.

1) **Tabel Kehidupan (*Life Table*) Model Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB)**

Sekumpulan model tabel kehidupan pertama kali dikembangkan oleh Divisi Populasi Sekretariat Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) selama tahun 1950-an. Sekumpulan ini, kemudian diterbitkan dalam bentuk yang telah direvisi didasarkan pada koleksi 158 tabel kehidupan yang diamati untuk setiap jenis kelamin. Model tabel dikonstruksi dengan memperkirakan bahwa nilai masing-masing ${}_5q_x$ (peluang kematian antara umur x dan umur $x+5$ dalam suatu tabel kehidupan) adalah fungsi kuadrat dari nilai q sebelumnya, yaitu, ${}_5q_{x-5}$ (kecuali untuk dua kelompok

umur pertama, ${}_1q_0$ dan ${}_4q_1$, semua kelompok lain yang dianggap berumur lima tahun). Asumsi ini menyiratkan bahwa pengetahuan tentang satu parameter mortalitas (${}_1q_0$ atau "level" setara yang mengindeks nilai ${}_1q_0$ yang digunakan) akan menentukan tabel kehidupan lengkap. Dengan demikian, tabel kehidupan model Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) merupakan sistem satu parameter.

Karena koefisien persamaan kuadrat yang menghubungkan setiap nilai ${}_5q_x$ dengan pendahulunya tidak diketahui secara apriori, koefisien tersebut harus diestimasi berdasarkan data yang diamati. Regresi digunakan untuk memperkirakan koefisien-koefisien ini dari 158 jadwal kematian (mortalitas) yang tersedia untuk setiap jenis kelamin. Setelah diperkirakan, penghitungan tabel kehidupan model sebenarnya menjadi mudah: nilai yang sesuai dari ${}_1q_0$ akan dipilih secara sembarang; kemudian akan diganti dalam persamaan yang menghubungkan ${}_1q_0$ dengan ${}_4q_1$ sehingga nilai ${}_4q_1$ akan diperoleh gantinya, yang akan digunakan untuk menghasilkan nilai ${}_5q_5$ melalui persamaan yang berkaitan dengan ${}_5q_5$ dengan ${}_4q_1$ dan seterusnya.

Ada kelemahan inheren dalam teknik "rantai" yang digunakan dalam menghitung tabel model Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), terutama ketika, seperti dalam kasus ini, persamaan kuadrat yang menghubungkan satu parameter dengan parameter berikutnya tidak tepat. Meskipun metode regresi untuk menyesuaikan persamaan dengan data membuat beberapa penyisihan untuk adanya kesalahan, metode ini mengasumsikan bahwa distribusi kesalahan ini diketahui dan meannya adalah nol. Adanya kesalahan sistematis dengan rata-rata bukan nol (bias) dapat sangat mempengaruhi perkiraan yang dihasilkan oleh persamaan regresi yang dipasang, dan efek buruknya kemungkinan besar akan ditambah dengan teknik rangkaian yang dijelaskan di atas di mana kesalahan dalam satu perkiraan hanya akan berkontribusi pada penekanan kesalahan berikutnya.

Selanjutnya, 158 tabel yang digunakan sebagai basis data dari mana koefisien regresi dari persamaan yang dipasang diperkirakan tidak semuanya memiliki kualitas yang sama. Karena banyak tabel dari negara berkembang digunakan dalam basis data, data kematian dengan berbagai kekurangan dimasukkan; dan karena

wilayah yang luas di dunia tidak memiliki statistik kematian, tabel kehidupan untuk wilayah tersebut tidak dapat dimasukkan dalam basis data.

Karena kekurangan ini dan fakta bahwa sistem satu parameter tidak memiliki fleksibilitas yang diperlukan untuk memperkirakan secara memadai berbagai kasus yang dihadapi dalam kenyataan, tabel kehidupan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) segera digantikan oleh set model lain yang, meskipun didasarkan pada pendekatan serupa, mencoba untuk menghindari jebakan yang dihadapi oleh pembuat sistem pertama. Namun, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) menetapkan penggunaan model sistem tabel kehidupan.

2) **Tabel Kehidupan (*Life Table*) Model Regional *Coale-Demeny***

Tabel kehidupan model regional Coale dan Demeny pertama kali dipublikasikan pada tahun 1966. Tabel tersebut berasal dari 192 tabel kehidupan berdasarkan jenis kelamin yang dicatat untuk populasi sebenarnya. Kumpulan tabel kehidupan tersebut mencakup dari beberapa periode waktu tabel kehidupan (39 di antaranya berhubungan dengan periode sebelum 1900 dan 69 mengacu pada periode setelah Perang Dunia Kedua) dan berdasarkan pada pengalaman negara-negara Barat. Eropa, Amerika Utara, Australia dan Selandia Baru menyumbang 176 tabel, 16 tabel sisanya berasal dari Afrika dan Asia: 3 tabel dari Israel; 6 tabel dari Jepang; 3 tabel dari Provinsi Taiwan; dan 4 tabel dari populasi kulit putih Afrika Selatan. 192 tabel kehidupan dipilih dari kumpulan awal 326 tabel kehidupan. Tabel kehidupan dengan pola umur yang menunjukkan penyimpangan yang besar dari standar dikeluarkan. 192 tabel kehidupan yang dipilih semuanya berasal dari data pencatatan dan dari pencacahan (enumerasi) lengkap penduduk di setiap wilayah. Sebagian besar tabel mencakup seluruh negara, tetapi beberapa yang mewakili pengalaman kematian (mortalitas) sub-wilayah juga disertakan, terutama bila pengalaman tersebut menunjukkan karakteristik khusus yang bertahan dari waktu ke waktu.

Analisis awal dari tabel menunjukkan bahwa empat pola kematian (mortalitas) yang berbeda dapat dibedakan di antara mereka. Pola-pola itu diberi nama dengan model "Utara", "Selatan", "Timur" dan "Barat" karena dominasi negara-negara Eropa yang tergabung dalam berbagai kawasan di setiap kategori. Oleh karena itu, kata sifat "regional" diterapkan ke seluruh kumpulan.

Negara-negara yang tabel kehidupannya mendasari setiap pola yang diidentifikasi dan karakteristik pola yang menonjol dibahas di bawah ini:

a) Model Timur

Tabel kehidupan model Timur sebagian besar berasal dari Austria, Jerman (sebelum tahun 1900), Republik Federal Jerman (setelah Perang Dunia Kedua), dan Italia bagian Utara dan Tengah, dan beberapa wilayah di Cekoslowakia dan Polandia juga termasuk. Ketika pola tabel ini dibandingkan dengan "pola standar" (yang diperlihatkan oleh sebagian besar tabel), penyimpangannya dari standar mengikuti bentuk U, menunjukkan tingkat kematian yang relatif tinggi pada masa bayi dan pada umur yang lebih tua (lebih dari 50 tahun). Sebanyak 31 tabel digunakan untuk memperkirakan model ini. Angka harapan hidup dalam tabel tersebut berkisar dari yang terendah 36,6 tahun untuk Bavaria pada tahun 1878 sampai yang tertinggi 72,3 tahun untuk Cekoslowakia pada tahun 1958.

b) Model Utara

Tabel kehidupan model Utara berasal dari Islandia (1941-1950), Norwegia (1856-1880 dan 1946-1955) dan Swedia (1851-1890). Sembilan tabel digunakan untuk mendapatkan pola kematian ini, yang ditandai dengan angka kematian bayi yang relatif rendah, angka kematian anak yang relatif tinggi dan angka kematian umur 50 tahun ke atas yang semakin turun di bawah standar. Populasi yang menunjukkan pola mortalitas sangat mungkin terkena tuberkulosis endemik (penyimpangan positif dari pola standar pada rentang umur paruh baya, dari umur 10 hingga 40 tahun, menunjukkan fakta ini). Oleh karena itu, model ini direkomendasikan sebagai representasi yang memadai dari mortalitas pada populasi dimana insidensi penyakit ini tinggi. Harapan hidup dalam tabel ini berkisar dari 44,4 tahun (Swedia, 1851- 1860) sampai 74,7 tahun (Norwegia, 1951- 1955).

c) Model Selatan

Model Selatan didasarkan pada tabel kehidupan untuk Spanyol, Portugal, Italia, Italia selatan, dan wilayah Sisilia, mencakup periode dari 1876 hingga 1957. Tingkat harapan hidup berkisar dari 35,7 tahun (Spanyol, 1900) hingga 68,8 tahun (selatan Italia, 1954-1957). Sebanyak 22 tabel digunakan untuk menurunkan model ini. Pola mortalitas mereka ditandai dengan mortalitas yang tinggi di bawah umur

5 tahun, mortalitas rendah dari sekitar usia 40 hingga umur 60, dan mortalitas tinggi di atas umur 65 dalam kaitannya dengan standar.

d) Model Barat

Model Barat didasarkan pada tabel residual, yaitu tabel yang tidak digunakan dalam penurunan set regional lainnya. Pola kematian mereka tidak menyimpang secara sistematis dari pola standar yang diperoleh ketika semua tabel kehidupan yang tersedia disatukan; dan dalam pengertian ini, mereka lebih dekat dengan standar daripada yang menjadi dasar perangkat regional lainnya. Lebih lanjut, karena model ini diturunkan dari jumlah kasus terbesar dan variasi kasus terluas, maka diyakini dapat mewakili pola kematian yang paling umum. Untuk alasan ini, model Barat sering direkomendasikan sebagai pilihan pertama untuk merepresentasikan kematian di negara-negara di mana kurangnya bukti menghalangi pilihan model yang lebih tepat. Menarik bahwa pola umur yang diperlihatkan oleh model Barat sangat mirip dengan tabel kehidupan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) sebelumnya. Angka harapan hidup dalam tabel-tabel ini berkisar dari 38,6 tahun (Provinsi Taiwan, 1921) hingga 75,2 tahun (Swedia, 1959).

Tabel Kematian model regional Coale dan Demeny terdiri dari 25 *level*. Urutan *level* di mulai dari yang harapan hidup pada waktu lahirnya (e_0) rendah ke yang e_0 nya tinggi.

3) Tabel Kehidupan (*Life Table*) Model Sistem *Ledermann*

Ledermann dan Breas menggunakan analisis faktor untuk mengidentifikasi variabel atau faktor yang paling penting yang menjelaskan variasi antara satu kumpulan dari 154 tabel kehidupan yang diamati. Basis data hampir identik dengan yang digunakan untuk tabel Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) sebelumnya, oleh karena itu memiliki kelebihan dan kekurangan yang sama.

Lima faktor ditemukan untuk menjelaskan sebagian besar variabilitas di antara tabel yang diamati. Yang pertama dan terbesar dikaitkan dengan tingkat kematian (mortalitas) umum; yang kedua mengacu pada hubungan antara kematian (mortalitas) anak dan orang dewasa; yang ketiga terkait pola kematian (mortalitas) pada usia lanjut, sedangkan keempat terkait pola kematian (mortalitas) balita; dan

terakhir, yang kelima mencerminkan perbedaan antara kematian pria dan wanita dalam rentang umur 5 hingga 70 tahun.

Di kemudian hari, Ledermann mengembangkan serangkaian tabel kehidupan model satu parameter dan dua parameter berdasarkan analisis regresi dari 154 tabel kehidupan yang sebenarnya yang digunakan dalam studi pertamanya tentang pola kematian (mortalitas). Model tabel kehidupan diperoleh dengan memperkirakan probabilitas kematian antara umur x dan $x+5$, ${}_5q_x$, pria, wanita dan kedua jenis kelamin digabungkan, melalui persamaan regresi logaritmik jenis berikut:

$$\ln {}_5q_x = a_0(x) + a_1(x) \ln Q \dots\dots\dots (2.15)$$

untuk model satu parameter, dan

$$\ln {}_5q_x = b_0(x) + b_1(x) \ln Q_1 + b_2(x) \ln Q_2 \dots\dots\dots (2.16)$$

untuk model dua parameter, di mana Q , Q_1 dan Q_2 adalah variabel independen yang digunakan dalam masing-masing kasus, dan $a_i(x)$ dan $b_i(x)$ mewakili estimasi koefisien regresi untuk kelompok usia dari x hingga $x+5$.

Model Ledermann membentuk sistem yang fleksibel. Sementara model Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) dan empat model regresi Coale-Demeny didasarkan hanya pada satu variabel independen (masing-masing ${}_1q_0$ dan e_{10}), Ledermann memperkirakan set yang berbeda dari koefisien regresi untuk persamaan (2.12) dan (2.13), masing-masing berdasarkan variabel independen atau pasangan variabel yang berbeda. Dalam kasus model satu parameter, tujuh variabel independen digunakan, yaitu: e_0 , ${}_1q_0$, ${}_5q_0$, ${}_{15}q_0$, ${}_{20}q_{30}$, ${}_{20}q_{45}$ dan m_{50+} (angka kematian pusat untuk umur 50 tahun ke atas). Model dua parameter diperoleh dengan menggunakan pasangan variabel independen berikut: ${}_5q_0$ dan ${}_{20}q_{45}$; ${}_{15}q_0$ dan ${}_{20}q_{30}$; dan ${}_{15}q_0$ dan m_{50+} . Setiap parameter mengacu pada kedua jenis kelamin, kecuali untuk ${}_{20}q_{30}$, yang hanya merujuk pada wanita. Penggunaan variabel independen yang berbeda untuk menghasilkan kumpulan model tabel kehidupan memudahkan pengguna untuk menghindari bias yang diperkenalkan saat model tabel kehidupan diidentifikasi melalui nilai yang diamati, bukan variabel independen yang digunakan untuk menghasilkan model. Misalnya, jenis bias ini diperkenalkan ketika, dalam sistem Coale-Demeny, tabel kehidupan diidentifikasi

berdasarkan nilai l_2 yang diamati, bukan berdasarkan e_{10} yang diamati. Akan tetapi, walaupun himpunan Ledermann memang memberikan variasi nilai entri (masukan) yang lebih luas sehingga meminimalisir bias dalam mengidentifikasi model yang sesuai, dalam prakteknya sebagian besar nilai tersebut tidak mudah diperkirakan dengan derajat ketelitian yang memadai untuk negara berkembang, sehingga pengenalan beberapa bias tidak bisa dihindari.

Model Ledermann juga memasukkan fitur yang tidak ada di tabel lain. Mereka tidak hanya memberikan nilai perkiraan probabilitas kematian tetapi juga ukuran penyebaran nilai yang diamati di sekitar nilai perkiraan ($2\sigma_x$, di mana σ_x adalah kesalahan standar dari nilai ${}_5q_x$ yang diperkirakan melalui persamaan regresi). Jelas, ukuran ini hanya mengacu pada tabel kehidupan tertentu dari mana koefisien regresi dihitung, dan yang pertama tidak selalu mencakup semua kemungkinan situasi. Namun demikian, ukuran dispersi yang disajikan memang menunjukkan kemungkinan besarnya perbedaan antara nilai perkiraan dan nilai sebenarnya.

Selain itu, tabel Ledermann mencerminkan perbedaan jenis kelamin dalam pola umur kematian dan perbedaan cara ini bervariasi sehubungan dengan tingkat kematian secara keseluruhan dalam tabel kehidupan aktual. Jadi, misalnya, efek kematian ibu pada tingkat kematian yang tinggi diterjemahkan ke dalam angka kematian wanita yang berlebih pada umur reproduksi awal, tetapi kelebihan tersebut menghilang dalam tabel model yang sama yang sesuai dengan tingkat kematian yang lebih rendah.

Bagaimanapun karakteristiknya, mungkin menjadi kelemahan potensial dari sistem, karena meskipun koefisien regresi diberikan untuk kalkulasi tabel kehidupan terpisah untuk setiap jenis kelamin, variabel bebas yang digunakan merujuk, dengan hanya satu pengecualian, ke parameter yang diperoleh dari data pada keduanya. jenis kelamin digabungkan. Dengan demikian, pengguna dipaksa untuk menerima hubungan antara kematian pria dan wanita yang diwujudkan oleh model, hubungan yang mungkin tidak selalu memuaskan. Misalnya, hampir tidak mungkin untuk memperkirakan dari model Ledermann tabel kehidupan di mana harapan hidup pria melebihi harapan hidup wanita. Ketika sedikit yang diketahui tentang perbedaan jenis kelamin yang terjadi dalam suatu populasi, sangat diinginkan untuk menganalisis data untuk setiap jenis kelamin secara terpisah.

Dengan alasan ini, tabel Ledermann memiliki nilai terbatas untuk studi populasi tersebut. Perlu juga dicatat bahwa, untuk aplikasi di negara berkembang, sistem Ledermann tidak mudah digunakan, karena variabel independennya, atau titik masuk ke dalam tabel, tidak dapat langsung diperkirakan dengan teknik tidak langsung yang tersedia saat ini.

4) **Tabel Kehidupan (*Life Table*) Model Sistem *Brass Logit***

Penjabaran pertama dari sistem tabel kehidupan model yang dideskripsikan di atas adalah ketergantungannya pada jenis data yang dihasilkan. Basis data yang agak terbatas digunakan untuk tujuan ini dan fakta bahwa sistem model itu sendiri hanya terdiri dari sejumlah kasus terbatas yang tidak dapat diharapkan untuk mewakili semua kemungkinan pengalaman manusia membuatnya kurang dari ideal. Jenis model lain dibutuhkan. Secara alami, model ini harus mencerminkan pola yang ditemukan dalam data kematian empiris secara memadai. Namun, tidak boleh dibatasi untuk mewakili secara eksklusif pola yang terkandung dalam data ini, seperti yang ditunjukkan sebelumnya, pengalaman kematian sebenarnya dari banyak populasi belum dipastikan dengan tingkat akurasi apapun, dan mungkin atau mungkin tidak secara ketat menyesuaikan pola yang diamati, di negara-negara yang memungkinkan pengukuran yang akurat.

Model yang memberikan tingkat fleksibilitas yang lebih tinggi adalah yang diusulkan oleh Brass dan rekannya, lebih dikenal sebagai “sistem logit”. Brass berusaha menghubungkan secara matematis dua tabel kehidupan yang berbeda. Dia menemukan bahwa transformasi tertentu dari probabilitas kelangsungan hidup menjadi usia Nilai $x(l(x))$ dalam istilah tabel kehidupan) membuat hubungan antara probabilitas yang sesuai untuk tabel kehidupan yang berbeda mendekati linier. Dengan kata lain, jika salah satu memungkinkan $\lambda(l(x))$ mewakili beberapa transformasi nilai $l(x)$, untuk data empiris, hubungan linier:

$$\lambda(l^*(x)) = \alpha + \beta\lambda(l(x)) \dots\dots\dots (2.17)$$

dimana $l^*(x)$ dan $l(x)$ adalah dua tabel kehidupan yang berbeda, dan α dan β adalah konstanta, kira-kira benar untuk semua nilai x jika λ didefinisikan secara khusus sebagai:

$$\begin{aligned}\lambda(l(x)) &= \text{logit}(1,0-l(x)) \\ &= 0,5 \ln \left(\frac{(1,0-l(x))}{l(x)} \right) \dots\dots\dots (2.18)\end{aligned}$$

Mereka yang akrab dengan logit seperti yang didefinisikan dalam statistik akan memperhatikan bahwa λ hanyalah kasus khusus dari fungsi ini, dihitung untuk pelengkap probabilitas dari $l(x)$ daripada untuk $l(x)$ itu sendiri, seperti yang akan menjadi praktik biasa dalam statistik di mana logit dari probabilitas p adalah:

$$\text{logit}(p) = 0,5 \ln \left(\frac{p}{1,0-p} \right) \dots\dots\dots (2.19)$$

Asumsi bahwa, untuk setiap pasangan tabel kehidupan, nilai α dan β dapat ditemukan sedemikian rupa sehingga persamaan (2.17) terpenuhi, dapat dibuktikan bahwa transformasi λ dari tabel kehidupan apapun dapat dinyatakan sebagai fungsi linier dari λ transformasi dari beberapa tabel kehidupan "standar". Artinya, jika persamaan (2.17) berlaku untuk setiap pasangan tabel kehidupan, semua tabel kehidupan dapat dihasilkan dari tabel kehidupan tunggal dengan mengubah pasangan nilai (α, β) yang digunakan. Sebenarnya proposisi ini tidak sepenuhnya benar karena asumsi yang dibuat, yaitu bahwa (2.17) mewakili hubungan yang tepat antara tabel kehidupan, tidak sepenuhnya benar. Persamaan (2.17) hanya kira-kira dipenuhi oleh pasangan tabel kehidupan sebenarnya, tetapi perkiraannya cukup dekat untuk menjamin penggunaan hubungan ini untuk mempelajari dan menyesuaikan jadwal kematian yang diamati.

Sebelum menjelaskan bagaimana persamaan (2.17) digunakan untuk menghasilkan tabel kehidupan model, terlebih dahulu dijelaskan tentang arti parameter α dan β . Pertimbangkan tabel kehidupan $l^*(x)$ yang dapat dihasilkan dengan memilih tabel kehidupan tertentu $l(x)$ dan menghitung $\lambda(l^*(x))$ untuk nilai yang berbeda dari α dan β . Jika β tetap konstan dan sama dengan satu, misalnya, nilai yang berbeda dari α akan menghasilkan tabel kehidupan $l^*(x)$ yang bentuknya pada dasarnya akan sama dengan tabel $l(x)$ yang digunakan untuk menghasilkannya, tetapi tingkat keseluruhannya akan berubah. Sebaliknya, jika α

tetap tetap dan β diizinkan untuk bervariasi, tabel masa pakai $l^*(x)$ yang dihasilkan tidak akan lagi menampilkan bentuk yang sama dengan $l(x)$. Semua tabel $l^*(x)$ akan berpotongan pada satu titik yang terletak di suatu tempat di bagian tengah rentang usia. Oleh karena itu, probabilitas kelangsungan hidup mereka akan lebih rendah pada umur yang lebih muda dan lebih tinggi pada umur yang lebih tua atau lebih rendah pada umur yang lebih muda dan lebih tinggi pada umur yang lebih tua daripada probabilitas kelangsungan hidup standar $l(x)$ dari mana mereka dihasilkan. Oleh karena itu, nilai β yang berubah memodifikasi bentuk jadwal mortalitas yang dihasilkan daripada levelnya. Secara alami, perubahan simultan dari α dan β akan membawa perubahan pada tingkat dan bentuk jadwal mortalitas yang dihasilkan.

Dari persamaan (2.17) dan (2.18), persamaan berikut dapat diturunkan:

$$l^*(x) = \left(1, 0 + \exp(2\alpha + 2\beta\lambda(l(x)))\right)^{-1} \dots\dots\dots (2.20)$$

Sehingga untuk setiap himpunan nilai $l(x)$ yang mendefinisikan tabel kehidupan, himpunan $l^*(x)$ lainnya dapat diperoleh dengan menggunakan pasangan nilai α dan β . (Perhatikan bahwa pada titik akhir rentang usia, dimana $l(x)$ adalah 0 atau 1, persamaan (2.17) tidak dapat digunakan untuk menghitung $l^*(x)$. Sebaliknya $l^*(0)$ dan $l^*(\omega)$ harus secara sembarang ditetapkan sama dengan satu dan nol, masing-masing). Persamaan (2.20) dapat digunakan untuk menghasilkan model tabel kehidupan hanya dengan memilih standar yang memadai. Secara potensial, setiap tabel kehidupan dapat digunakan sebagai standar, tetapi untuk tujuan simulasi dan pemasangan, standar yang diusulkan oleh Brass sangat sering digunakan. Standar "umum" ini berbeda dari yang disebut standar "Afrika" yang juga diusulkan oleh Brass. Yang terakhir ini ditandai dengan angka kematian bayi yang lebih rendah dan angka kematian anak yang lebih tinggi. Dalam buku United Nations ini, hanya standar "umum" Brass yang digunakan.

Karena kesederhanaan matematis dari persamaan (2.18) dan (2.20), penggunaan tabel kehidupan model yang dihasilkan melalui transformasi λ (juga disebut "logit" mulai saat ini) tidak memerlukan nilai yang dihasilkan tersedia

dalam bentuk cetakan. Namun, beberapa nilai seperti itu telah dicetak. Misalnya, Carrier dan Hobcraft menghasilkan satu set tabel model dari standar Afrika dengan menetapkan nilai β menjadi satu. Oleh karena itu kumpulan ini mewakili sistem satu parameter tabel kehidupan model.

Bentuk persamaan matematika sederhana (2.20) juga menyederhanakan penggunaannya dalam aplikasi komputer. Untuk alasan ini, tabel kehidupan yang dihasilkan oleh sistem logit sangat sering digunakan untuk keperluan simulasi. Selain itu, sistem logit sangat sesuai untuk memproyeksikan kematian. Jika jadwal kematian masa lalu dan saat ini dari suatu populasi diketahui, tren dalam parameter α dan β dapat ditentukan dengan menggunakan sistem tabel kehidupan model logit agar sesuai dengan setiap jadwal kematian, dan dengan hati-hati tren ini dapat diproyeksikan untuk menghasilkan perkiraan kematian (mortalitas) di masa yang akan datang.

Sistem logit digunakan untuk menyesuaikan tingkat kematian yang disesuaikan dari populasi dan untuk mensintesis perkiraan independen angka kematian anak dan orang dewasa ke dalam daftar kematian yang koheren.

2.3.3 Metode Probabilitas Bertahan Hidup

Dalam metode probabilitas bertahan hidup terdapat tiga cara dalam menghitung pendugaan probabilitas bertahan hidup suatu penduduk, yaitu *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*, *smoothed* menggunakan sistem logit, serta dengan proyeksi dan akumulasi.

2.3.3.1 *Smoothed* Menggunakan *Life Table Coale-Demeny*

Terdapat beberapa langkah yang dilakukan dalam menghitung pendugaan banyaknya probabilitas bertahan hidup suatu penduduk dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*, yaitu:

1. Menyesuaikan migrasi bersih atau yang sering disebut dengan *net migration* dan cakupan wilayah. Pada umumnya metode bertahan hidup sensus tidak dapat digunakan apabila migrasi bersih substansial selama periode sensus. Walaupun demikian, penerapan metode ini dapat dilakukan setelah dibuat penyesuaian tersebut, jika dilakukan penyesuaian satu distribusi usia atau yang lain atas dasar usia tertentu untuk efek dari migrasi. Namun tidak ada prosedur umum dan sangat tidak mungkin terdapat adanya informasi yang memadai mengenai migrasi dan untuk pembuatan sebuah asumsi atau penyesuaian yang dapat diuraikan disini.
2. Mengelompokkan data dari dua sensus secara kohort. Pada umumnya metode survival sensus sederhana melakukan pengabaian terhadap pengaruh distribusi usia dalam kelompok kohort, dengan mengasumsikan bahwa populasi didistribusikan dalam setiap kelompok umur dengan cara yang sama seakan-akan populasi tersebut bersifat tetap. Mengakibatkan lebar kohort tidak boleh terlalu besar (kemungkinan tidak lebih dari lima tahun). Akan mudah digunakan apabila menggunakan ukuran kelompok umur lima tahun, karena biasanya sistem model *life table* ditabulasikan untuk kelompok umur lima tahun, walaupun interval yang lain dapat digunakan apabila diperlukan.
3. Menyesuaikan interval sensus. Penyesuaian kecil harus dilakukan untuk suatu populasi ketika interval sensus bukan dalam satuan tahun (bukan merupakan bilangan bulat), maka dilakukan penyesuaian dengan cara bergerak maju (*forward*) atau mundur (*backward*) dengan menetapkan interval dengan jumlah yang tepat dari tahun untuk mendekati jumlah populasi yang sesuai dengan

tanggal terdekat, dengan begitu dapat dihilangkan sedikit efek pertumbuhan populasi yang bersifat normal pada ketahanan hidup (*survivorship*) sensus. Perhitungan matematis tingkat pertumbuhan sensus r dapat dihitung dengan cara berikut..

$$r = \frac{\ln(N_2) - \ln(N_1)}{t} \dots\dots\dots (2.21)$$

dimana:

N_1 : total populasi yang terdapat pada sensus pertama

N_2 : total populasi yang terdapat pada sensus kedua

t : periode sensus yang sebenarnya dalam tahun

Waktu akan dimundurkan ke tepat t tahun apabila bagian desimal dari nilai t lebih kecil dari 0.5, sebaliknya waktu akan dimajukan ke tepat $t+1$ tahun apabila bagian desimal dari nilai t lebih besar dari 0.5 maka. Bagian desimal dari nilai t dimisalkan dengan notasi y . Untuk mendapatkan nilai yang disesuaikan (*adjusted*) terdapat dua cara yang harus dilakukan, yaitu:

1) dengan memperpendek interval sensus:

- a. melakukan perkalian antara $k = \exp(ry)$ dengan sensus pertama; atau
- b. melakukan perkalian antara $k = \exp(-ry)$ dengan sensus kedua

2) dengan memperpanjang interval sensus:

- a. melakukan perkalian antara $k = \exp(r(y-1))$ dengan sensus pertama; atau
- b. melakukan perkalian antara $k = \exp(-r(y-1))$ dengan sensus kedua dengan k merupakan faktor pertumbuhan populasi.

4. Menghitung nilai rasio bertahan hidup kohort (*cohort survivorship*). ${}_tS_{x,x+5}$ merupakan notasi dari rasio bertahan hidup kohort selama periode sensus, sekarang dapat dihitung dengan membagi ukuran kohort pada sensus kedua dengan sensus pertama. Perkiraan rasio bertahan hidup *life table* (populasi tetap), memberikan efek dari penyimpangan distribusi umur sebenarnya dalam kelompok itu sesuai dengan populasi stasioner kecil (seperti yang biasanya

terjadi). Dengan demikian, perhitungan secara matematis dapat dihitung sebagai berikut.

$${}_tS_{x,x+5} = \frac{{}_5N_{x+t}^2}{{}_5N_x^1} = \frac{{}_5L_{x+t}}{{}_5L_x} \dots\dots\dots(2.22)$$

dimana:

- t : interval sensus yang telah disesuaikan pada langkah ketiga
- ${}_tN_x^1$: populasi penduduk berusia dari x ke $x+4$ pada sensus pertama
- ${}_5N_{x+t}^2$: populasi penduduk berusia dari $x+t$ ke $x+t+4$ pada sensus kedua

5. Penyesuaian dengan model *life table Coale-Demeny*. Perhitungan konsistensi rasio bertahan hidup kohort (*cohort survivorship*) yang telah dihitung pada perhitungan di langkah keempat dapat dengan mudah diperiksa dalam menemukan level mortalitas (*mortality level*), pada model *life table Coale-Demeny*, yang masing-masing rasio berkorespondensi. Membuang setiap *outlier* terdeteksi dan mendasarkan perkiraan pada level yang tersisa (misalnya dengan pengambilan nilai rata-rata mereka) dilakukan untuk memperoleh estimasi terbaik dari level mortalitas. Rasio populasi stasioner dari ${}_5L_{x+t}/{}_5L_x$ dapat dihitung secara langsung untuk level yang relevan dari kelompok regional *life table* yang dipilih apabila periode sensus yang telah disesuaikan (*adjusted*) t dapat dibagi lima. Diperlukan langkah tambahan, karena *life table Coale-Demeny* tidak memberikan distribusi populasi stasioner terhadap kelompok umur yang tidak standar apabila periode sensus yang telah disesuaikan (*adjusted*) t tidak bisa dibagi lima. Melakukan pembobotan nilai-nilai yang berdekatan lima tahun standar dengan proporsi dari kelompok usia tertutup merupakan prosedur yang paling sederhana untuk menghitung distribusi populasi stasioner terhadap kelompok umur yang tidak standar sederhana. Dimisalkan jika populasi stasioner dari usia 19 sampai 23 adalah ${}_5L_{19}$, meliputi seperlima dari kelompok usia 15-19 dan empat perlima dari kelompok usia 20-24, dapat digunakan pendekatan secara matematis sebagai berikut.

$${}_5L_{19} = \left(\frac{1}{5}\right) {}_5L_{15} + \left(\frac{4}{5}\right) {}_5L_{20} \dots\dots\dots(2.23)$$

Faktanya, jika pendekatan yang digunakan tepat, maka fungsi $l(x)$ adalah linier dengan usia.

Pendugaan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut apabila memerlukan nilai ${}_5L_{x+n}$ yang memiliki ketelitian lebih tinggi.

$${}_5L_{x+n} = a(n)l(x) + b(n)l(x+5) + c(n)l(x+10) \dots\dots\dots (2.24)$$

dimana koefisien $a(n), b(n), c(n)$ dengan n di antara nilai 0-4, perhitungan dilakukan dengan menyesuaikan polinomial derajat kedua. Pada **Tabel 2.1** akan menyajikan nilai dari koefisien di atas.

6. Melengkapi perhitungan nilai dari pendugaan *life table*. Dilakukan dengan cara mencari nilai probabilitas bertahan hidup keseluruhan dari *level* yang sudah didapatkan pada langkah kelima. Penggunaan interpolasi dapat digunakan untuk mendapatkan nilai probabilitas bertahan hidup yang sesuai apabila *level* yang didapatkan bukan bilangan bulat. Tabel berikut menyajikan nilai koefisien yang diperlukan pada langkah kelima.

Tabel 2.1. Koefisien yang digunakan dalam pendugaan distribusi umur populasi tetap ${}_5L_x$ dalam kelompok umur yang tidak biasa

Index n	Koefisien		
	$a(n)$	$b(n)$	$c(n)$
0	2.083	3.333	-0.417
1	1.183	4.133	-0.317
2	0.483	4.533	-0.017
3	-0.017	4.533	0.483
4	-0.317	4.133	1.183
5	-0.417	3.333	2.083

2.3.3.2 *Smoothed* Menggunakan Sistem Logit

Terdapat beberapa langkah yang dilakukan dalam menghitung pendugaan banyaknya probabilitas bertahan hidup suatu penduduk dengan cara *smoothed* menggunakan sistem logit, yaitu:

- 1-4. Dapat dilakukan sama seperti pada cara 2.3.3.1.
5. Penghalusan (*smoothing*) rasio bertahan hidup kohort (*cohort survivorship*) dengan menggunakan sistem logit. Dengan melakukan penghalusan (*smoothing*) menggunakan *life table* sistem logit, pola model mortalitas yang akan digunakan akan lebih fleksibel yaitu

$$\lambda(l(x)) = \text{logit}(1.0 - l(x)) = 0.5 \ln \left(\frac{1.0 - l(x)}{l(x)} \right) \dots\dots\dots (2.25)$$

Rasio bertahan hidup kohort, analog dengan ${}_5L_{x+t}/{}_5L_x$ diubah menjadi pendugaan ${}_5L_{x+t}$ dengan melakukan perkalian masing-masing dengan nilai yang sesuai. Nilai pertama dari ${}_5L_x$ dilakukan dengan memperkirakan dasar informasi tentang kematian anak (*child mortality*), dan nilai berikutnya diperoleh dari pendugaan ${}_5L_{x+t}$ sebelumnya. Perhitungan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Dengan menggunakan nilai dari ${}_5L_0$ dapat diperoleh nilai awal dari ${}_5L_{x+t}$
- 2) Jika t lebih besar dari lima nilai kedua dari ${}_5L_{x+t}$ didapatkan dengan membuat asumsi nilai dari ${}_5L_5$
- 3) Ketika sekali x lebih besar dari lima, maka nilai ${}_5L_x$ akan ditentukan dengan melakukan pendugaan terhadap nilai terdekat dari ${}_5L_{x+t}$

Sekali rangkaian dari nilai ${}_5L_{x+t}$ diperoleh, asumsikan bahwa proporsi penduduk stasioner berusia dari $x+t$ ke $x+t+5$ mendekati kemungkinan hidup dari lahir sampai usia $y = x+t+2.5$ adalah $l(x+t+2.5)$. Kemudian transformasi logit pada masing-masing pendugaan nilai $l(y)$ dapat dihitung dan dibandingkan dengan transformasi logit dengan nilai yang sesuai yang

berasal dari perkiraan *life table* standar. Parameter α dan β akan mendefinisikan hubungan linier antara perkiraan transformasi logit dan probabilitas bertahan hidup standar dapat dilakukan pendugaan dengan menggunakan prosedur *line-pass* yang cocok, dan fungsi $l(x)$ bertahan hidup yang lengkap dapat dihasilkan. Harus dicatat bahwa, bagaimanapun nilai-nilai $l(x)$ yang dihasilkan dengan cara ini tidak akan didapatkan untuk usia anak-anak, karena pada umumnya terdapat kesamaan dengan *input* dalam penerapan metode. Besarnya perbedaan antara perkiraan *input* dan *output* kematian anak tergantung pada kesesuaian pola kematian yang digunakan sebagai standar dan pada kualitas perkiraan bertahan hidup selama periode sensus. Jika besarnya perbedaan tersebut terlampau besar, penggunaan standar yang berbeda harus dipertimbangkan.

2.3.3.3 Proyeksi dan Akumulasi

Terdapat beberapa langkah yang dilakukan dalam menghitung pendugaan banyaknya probabilitas bertahan hidup suatu penduduk dengan cara proyeksi dan akumulasi, yaitu:

- 1-3. Dapat dilakukan sama seperti pada cara 2.3.3.1.
4. Mengakumulasikan distribusi usia pada sensus kedua. Distribusi usia pada sensus pertama tidak diakumulasi, tetapi pengakumulasian pada sensus kedua dilakukan dengan penjumlahan dari kelompok usia paling atas ke bawah. Usia di atas populasi mana yang harus diakumulasikan akan bergantung pada selang t sensus. Biasanya pada sensus pertama, populasi awal tertua yang harus digunakan oleh penduduk berusia 45 tahun ke atas, dan pada sensus kedua, populasi itu akan berusia $45+t$ ke atas. Kelompok umur selanjutnya akan berusia $40+t$ ke atas dan selanjutnya $35+t$ ke atas dan seterusnya.
5. Memproyeksikan populasi pertama dengan *level* mortalitas yang berbeda. Kelompok yang cocok dari model *life table Coale-Demeny* telah terpilih dan *life table* dari *level* yang berbeda telah digunakan untuk melakukan proyeksi populasi awal, menurut kelompok umur lima tahun. Jika interval sensus adalah t tahun dan populasi awal dengan usia x ke $x+4$ adalah ${}_5N_x^1$, populasi dapat

dilakukan proyeksi dengan menggunakan level v pada *life table*. ${}_5NP_{x+t}^v$ dengan cara berikut:

$${}_5NP_{x+t}^v = ({}_5N_x^1) \left(\frac{{}_5L_{x+t}^v}{{}_5L_x^v} \right) \dots\dots\dots (2.26)$$

dimana ${}_5L_x^v$ dan ${}_5L_{x+t}^v$ diperoleh dari model *life tabel* pada level v . Jika t bukan kelipatan lima, maka nilai ${}_5L_x^v$ dapat diduga dengan menggunakan teknik yang telah dijelaskan pada cara 2.3.3.1. pada langkah kelima. Setiap kelompok umur harus dilakukan proyeksi dengan menggunakan beberapa level, dan populasi atas setiap usia $x+t$ kemudian diperoleh dengan cara diakumulasi. Populasi yang diamati usia $x+t$ ke atas pada saat sensus kedua, $N2((x+t)+)$. Kemudian digunakan untuk menentukan pendugaan yang diproyeksikan dengan $NP^v((x+t)+)$. Setelah perhitungan level kematian telah ditentukan dengan cara ini untuk setiap usia awal $x = 5, 10, 15, \dots, 45$, nilai tengah (median) dari level ini dapat digunakan sebagai perkiraan mortalitas orang dewasa selama periode sensus.

2.4 Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh M. Riyana, et al. (2009) yang berjudul “Penentuan Metode Terbaik untuk Pendugaan Life Table Penduduk Lanjut Usia di Indonesia”.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Kostaki, Elandt-Johnson dan Heligman-Pollard serta modifikasi metode Heligman-Pollard dengan laju kematian distribusi Gompertz maupun Makeham. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode Heligman-Pollard baik untuk digunakan dalam menduga tabel hayat lengkap Indonesia

2. Penelitian yang dilakukan oleh Zulkarnaen (2012) yang berjudul “Modifikasi Metode Interpolasi Kostaki Dalam Menduga Tabel Hayat Lengkap Berdasarkan Tabel Hayat Ringkas”

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode interpolasi kostaki. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa diperoleh tiga metode interpolasi terbaik yang disarankan untuk digunakan, yaitu metode kostaki, modifikasi kostaki dengan Lagrange, dan Elandt-Johnson. Dari ketiga metode tersebut, metode kostaki yang hanya memerlukan data standar. Oleh sebab itu, disarankan untuk menggunakan metode Elandt-Johnson dan modifikasi kostaki dengan Lagrange. Antara metode Elandt-Johnson dan modifikasi kostaki dengan Lagrange, metode Elandt-Johnson yang paling disarankan untuk digunakan, karena penggunaan dari metode Elandt-Johnson lebih sederhana.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Tri Purwianti (2014) yang berjudul “Pendugaan Life Table Penduduk Wanita Indonesia Berdasarkan Data Sensus”.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode probabilitas bertahan hidup dengan tiga cara yaitu *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*, *smoothed* menggunakan sistem logit, dan menggunakan proyeksi dan akumulasi. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dalam pendugaan *life table* wanita Indonesia dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*, *smoothed* menggunakan sistem logit, dan menggunakan proyeksi dan akumulasi. berturut-turut menghasilkan angka harapan hidup (AHH) sebesar 63.91, 58.46, dan 69.61. Pola banyak penduduk wanita Indonesia yang bertahan

hidup $l(x)$ yang paling mendekati dengan pola $l(x)$ wanita Indonesia yang dibuat oleh BPS merupakan pola yang dihasilkan oleh cara pertama yaitu *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*, artinya *life table* yang dibentuk dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny* merupakan pola yang paling mirip dengan *life table* yang dibuat BPS.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Tri Purwianti, et al. (2017) yang berjudul “Pendugaan *Life Table* Penduduk Wanita Indonesia dan Pengembangannya Menjadi *Life Table* Kontinu”.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model kontinu dengan fungsi sebaran Weibull, log-logistik, gamma, dan eksponensial. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa berdasarkan model kontinu dari sebaran tersebut menghasilkan *life table* kontinu dengan pendugaan menggunakan sebaran Weibull, log-logistik, gamma, dan eksponensial berturut-turut menghasilkan AHH sebesar 73.74, 74.90, 87.56, dan 72.17. Simpulan yang diperoleh yakni fungsi sebaran eksponensial paling baik untuk menduga model kontinu dari *life table* penduduk wanita Indonesia.

5. Penelitian yang telah dilakukan oleh Fikri Muhamad Yusuf (2018) yang berjudul “Pendugaan *Life Table* Multiregional untuk Empat Kategori Wilayah di Indonesia Berdasarkan Sensus Penduduk Tahun 2010”

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model arus migrasi Jawa Bali dan Luar Jawa Bali. Pada penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil analisis demografi uniregional maupun multiregional menunjukkan penduduk di wilayah 2 (provinsi DKI Jakarta dan Jawa Tengah) memiliki AHH tertinggi dibandingkan wilayah lainnya. AHH yang dihasilkan pada wilayah 1 (provinsi Jawa Barat), wilayah 2 (provinsi DKI Jakarta dan Jawa Tengah), wilayah 3 (provinsi Sumatera Utara, Jawa Timur, dan Banten), dan wilayah 4 (provinsi lainnya) berturut-turut sebesar 70.65, 71.52, 70.73, dan 69.85.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui *website* resmi Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia) yaitu www.bps.go.id dan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari 15 Juni 2020 sampai 01 Februari 2021.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. (Sugiyono, 2012). Berdasarkan sifatnya, data kuantitatif merupakan data yang berbentuk angka atau bilangan. Sesuai dengan bentuknya, data kuantitatif dapat diolah atau dianalisis menggunakan teknik perhitungan matematika atau statistika. Data kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini berupa data penduduk pria Indonesia.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder. Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah ada. Data sekunder dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti publikasi dari Badan Pusat Statistik (BPS), buku, laporan, jurnal, dan lain-lain. Dalam penelitian ini yang menjadi sumber data sekunder yang diperoleh dari hasil pendataan Sensus Penduduk (SP) Tahun 2010 dan 2020 yang dihasilkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia).

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Sensus Penduduk (SP) Tahun 2010 dan Sensus Penduduk (SP) Tahun 2020 yang dihasilkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia) berdasarkan hasil publikasi.

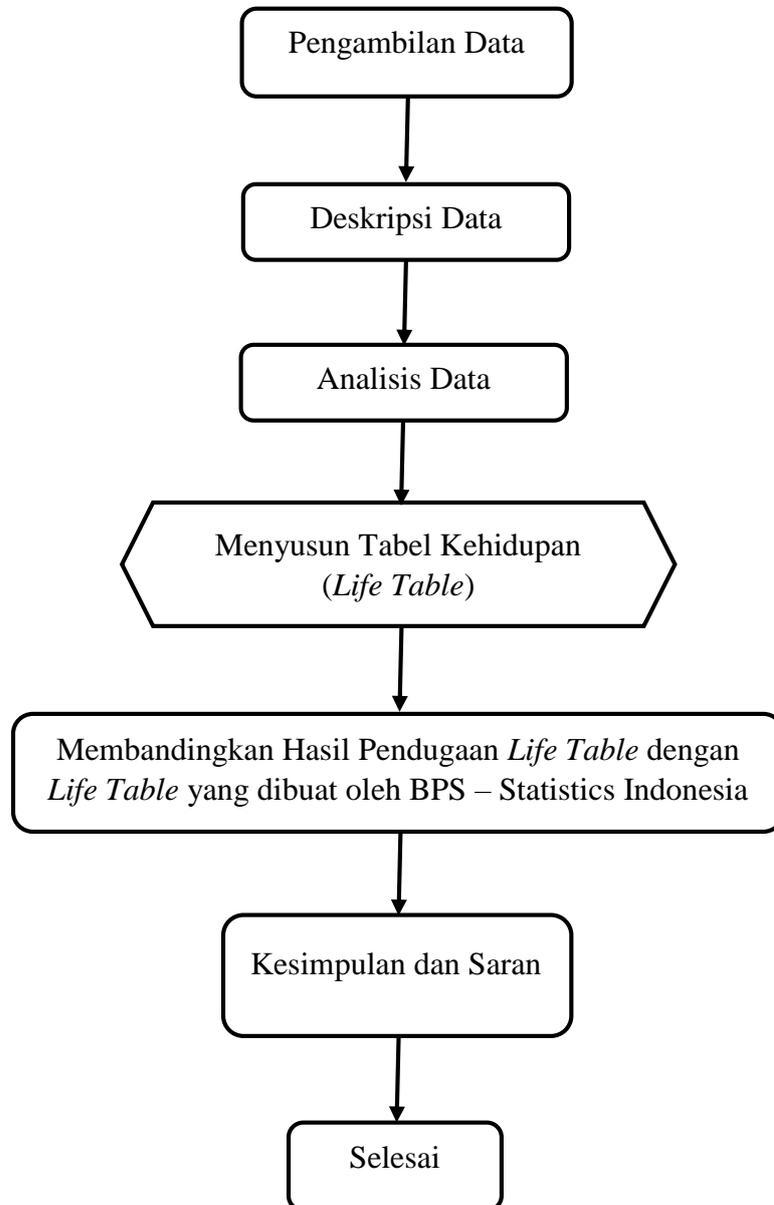
Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan cara mengumpulkan data melalui *website* resmi dan laporan publikasi dari www.bps.go.id.

4.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini untuk mencapai tujuan penelitian yaitu:

1. Mengumpulkan referensi mengenai pendugaan mortalitas atau kematian orang dewasa menggunakan data sensus.
2. Melakukan pengambilan data hasil publikasi di *website* resmi Badan Pusat Statistik Indonesia.
3. Melakukan deskripsi data jumlah pria Indonesia menurut kelompok umur tahun 2010 dan 2020
4. Analisis Data
Proses analisis data tersebut meliputi: menyesuaikan migrasi bersih dan cakupan wilayah; mengelompokkan data dari dua sensus dengan kohort; menyesuaikan interval sensus; menghitung nilai rasio bertahan hidup kohort (*cohort survivorship*); penyesuaian dengan model *life table Coale-Demeny*; melengkapi perhitungan nilai dari pendugaan *life table*.
5. Menyusun tabel kehidupan (*life table*)
6. Membandingkan hasil pendugaan *life table* yang telah diperoleh dengan *life table* yang dihasilkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia)
7. Membuat kesimpulan dan saran.

3.5 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Dalam penelitian ini dianalisis dari data sekunder yang diambil dari *website* resmi Badan Pusat Statistik Indonesia berdasarkan hasil publikasi, yaitu www.bps.go.id pada tahun 2010 tentang jumlah penduduk Indonesia menurut golongan umur dan hubungan dengan kepala keluarga rumahtangga, dan tahun 2020 tentang jumlah penduduk Indonesia menurut kelompok umur dan jenis kelamin. Dari data tersebut ingin diketahui pendugaan *life table* penduduk pria Indonesia berdasarkan banyaknya jumlah penduduk pria di Indonesia dengan kriteria golongan umur mulai dari 0 tahun sampai 75+ tahun menurut Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia). Data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1. Penduduk menurut Golongan Umur dan Hubungan dengan Kepala Rumahtangga Berdasarkan Sensus Penduduk (SP) Tahun 2010

Perkotaan+Perdesaan

Pria

Hubungan dengan Kepala Rumahtangga					
Golongan Umur	Kepala Rumahtangga	Istri/Suami	Anak	Lainnya	Jumlah
0 – 4	-	-	9.303.805	2.363.754	11.662.369
5 – 9	-	-	10.461.010	1.522.345	11.974.094
10 – 14	14.791	-	10.258.538	1.445.777	11.662.417
15 – 19	239.328	838	8.709.911	1.786.742	10.614.306
20 – 24	1.607.193	2.009	6.594.742	1.792.731	9.887.713
25 – 29	4.623.417	3.455	4.882.537	1.192.040	10.631.311
30 – 34	6.902.373	3.741	2.432.308	647.634	9.949.357
35 – 39	7.822.815	3.827	1.116.125	420.466	9.337.517
40 – 44	7.594.935	3.947	455.314	287.082	8.322.712
45 – 49	6.665.598	3.946	174.710	200.306	7.032.740
50 – 54	5.633.609	4.293	64.406	171.756	5.865.997
55 – 59	4.224.787	4.031	7.303	168.235	4.400.316
60 – 64	2.749.658	3.767	-	176.156	2.927.191

65 – 69	2.027.603	3.440	-	195.418	2.225.133
70 – 74	1.308.011	3.176	-	221.133	1.531.459
75+	1.205.074	4.244	-	398.035	1.606.281
Jumlah	52.619.192	44.712	54.460.711	12.989.610	119.630.913

Sumber: Sensus Penduduk 2010, BPS - Statistics Indonesia

**Tabel 4.2. Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin, 2020 (jiwa)
Berdasarkan Sensus Penduduk (SP) Tahun 2020**

Kelompok Umur	Jenis Kelamin		
	Pria	Wanita	Pria + Wanita
(1)	(2)	(3)	(4)
0 – 4	7.996.762	7.456.932	15.453.694
5 – 9	12.054.557	11.293.112	23.347.669
10 – 14	12.248.242	11.501.707	23.749.949
15 – 19	11.890.104	11.232.889	23.122.993
20 – 24	11.799.983	11.151.534	22.951.517
25 – 29	10.983.136	10.594.469	21.577.605
30 – 34	10.678.855	10.444.990	21.123.845
35 – 39	11.127.884	11.030.421	22.158.305
40 – 44	10.363.207	10.340.154	20.703.361
45 – 49	9.259.566	9.271.800	18.531.366
50 – 54	8.066.156	8.083.777	16.149.933
55 – 59	6.445.652	6.617.735	13.063.387
60 – 64	5.104.332	5.169.843	10.274.175
65 – 69	3.445.786	3.340.480	6.786.266
70 – 74	1.943.260	2.205.321	4.148.581
75+	2.221.406	2.805.338	5.026.744
Tidak Tahu/TT	1.033.011	1.001.516	2.034.527
Jumlah	136.661.899	133.542.018	270.203.917

Sumber: Sensus Penduduk 2020, Berita Resmi Statistik No. 7/01/Th. XXIV, 21 Januari 2021

4.2 Analisis Data

Proses analisis data dalam penelitian ini berupa proses perhitungan *life table*, yang mana terdapat beberapa langkah yang dilakukan sebagai berikut.

4.2.1 Menyesuaikan Migrasi Bersih (*Net Migration*) dan Cakupan Wilayah

Berdasarkan data yang telah diperoleh, data migrasi yang tersedia hanya terdapat data migrasi berdasarkan pengelompokan menurut pulau tempat tinggal lahir dan pulau tempat tinggal sekarang berupa Provinsi dan Tahun melakukan migrasi. Tidak adanya pengelompokan data migrasi berdasarkan kriteria golongan umur sensus dan jenis kelamin serta tidak adanya perubahan cakupan wilayah yang terjadi antara tahun 2010 dan 2020 yang tersedia menyebabkan tidak perlu adanya penyesuaian migrasi bersih atau yang sering disebut dengan *net migration* dan cakupan wilayah yang harus dilakukan.

4.2.2 Mengelompokkan Data dari Dua Sensus dengan Kohort

Data sensus pertama yang digunakan merupakan sensus penduduk yang dilakukan pada bulan Mei 2010 dan data sensus kedua yang digunakan merupakan sensus penduduk yang dilakukan pada bulan Februari 2020. Jarak waktu antara bulan Mei 2010 sampai bulan Februari 2019 sebesar 108 bulan atau 9 tahun. Tetapi untuk jarak antara bulan Mei 2019 sampai bulan Februari 2020 jaraknya tidak mencapai satu tahun, hanya berkisar 9 bulan atau 0,750 tahun. Sehingga perhitungan interval antara kedua sensus tersebut sebesar:

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{jumlah bulan antara Mei 2010 - Februari 2020}}{\text{jumlah bulan dalam setahun}} \\
 &= \frac{117}{12} \text{ tahun} \\
 &= 9,750 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Karena 9,750 tahun lebih dekat ke 10 tahun, maka interval dimajukan menjadi 10 tahun sehingga tidak diperlukan pengelompokan ulang kembali.

4.2.3 Menyesuaikan Interval Sensus

Penyesuaian terhadap interval sensus yang angka pastinya bukan berupa tahun. Jumlah populasi penduduk pria pada tahun 2010 sebesar 119.630.913 dan pada tahun 2020 sebesar 135.88.645. Sehingga laju pertumbuhan penduduk selama periode sensus 2010-2020 adalah sebesar

$$\begin{aligned} r &= \frac{\ln(N_2) - \ln(N_1)}{t} \\ &= \frac{\ln(135.888.645) - \ln(119.630.913)}{9,750} \\ &= 0,0131 \end{aligned}$$

Faktor pertumbuhan k untuk penyesuaian jarak sensus dari 9,750 ke tepat 10 tahun diperoleh dengan cara berikut.

$$\begin{aligned} k &= \exp[r(y-1)] \\ &= \exp[(0,0131)(9,750 - 10,00)] \\ &= \exp[-0,0033] \\ &= 0,9967 \end{aligned}$$

Sebelum melakukan penyesuaian (*adjusted*), maka diperlukan prorata (*pro-rate*) terlebih dahulu karena terdapat data yang umurnya tidak diketahui yang biasanya dikategorikan sebagai Tidak Terjawab (TT) dalam suatu distribusi umur yang ada. Prorata (*pro-rate*) yang dimaksud yaitu mengalokasikan kategori TT ke masing-masing golongan umur. Perhitungan prorata dapat dihitung dengan cara berikut.

$$\text{Prorata} = \frac{\text{jumlah penduduk}}{\text{jumlah penduduk} - \text{TT}} \times \text{penduduk umur } i$$

$$\text{Prorata umur (0-4)} = \frac{136.661.899}{136.661.899 - 1.033.011} \times 7.996.762 = 8.057.669$$

$$\text{Prorata umur (5-9)} = \frac{136.661.899}{136.661.899 - 1.033.011} \times 12.054.557 = 12.146.370$$

$$\text{Prorata umur (10-14)} = \frac{136.661.899}{136.661.899 - 1.033.011} \times 12.248.242 = 12.341.530$$

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan prorata umur (75+) seperti yang disajikan pada **Tabel 4.3** berikut.

Tabel 4.3. Jumlah Penduduk Pria Indonesia Tahun 2020 Setelah Prorata

Golongan Umur	Jumlah Sebelum Prorata	Jumlah Setelah Prorata
0 – 4	7.996.762	8.057.669
5 – 9	12.054.557	12.146.370
10 – 14	12.248.242	12.341.530
15 – 19	11.890.104	11.980.664
20 – 24	11.799.983	11.889.857
25 – 29	10.983.136	11.066.789
30 – 34	10.678.855	10.760.190
35 – 39	11.127.884	11.212.639
40 – 44	10.363.207	10.442.138
45 – 49	9.259.566	9.330.091
50 – 54	8.066.156	8.127.591
55 – 59	6.445.652	6.494.745
60 – 64	5.104.332	5.143.209
65 – 69	3.445.786	3.472.031
70 – 74	1.943.260	1.958.061
75+	2.221.406	2.238.325
Tidak Tahu / TT	1.033.011	-
Jumlah	136.661.899	136.661.899

Untuk mendapatkan nilai yang disesuaikan (*adjusted*), dilakukan perhitungan berikut:

$$adjusted = (k = \exp[r(y-1)]) * penduduk\ umur\ i\ (sensus\ pertama)$$

$$adjusted\ umur\ (0-4) = 0,9986 * 10.296.308 = 10.281.615$$

$$adjusted\ umur\ (5-9) = 0,9986 * 10.434.480 = 10.419.590$$

$$adjusted\ umur\ (10-15) = 0,9986 * 10.461.524 = 10.446.596$$

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan nilai yang disesuaikan (*adjusted*) umur (75+) seperti yang disajikan pada kolom 3 dari **Tabel 4.4**.

4.2.4 Menghitung Nilai Rasio Bertahan Hidup Kohort (*Cohort Survivorship*)

Rasio bertahan hidup kohort tersebut dapat dihitung dengan membagi jumlah penduduk pria di setiap kohort (golongan umur) pada sensus kedua dengan jumlah penduduk pria yang telah disesuaikan (*adjusted*) sesuai pada sensus pertama pada kolom 3 dan 4 **Tabel 4.4**.

Dapat diketahui bahwa perhitungan nilai probabilitas ketahanan hidup 10 tahun untuk kohort dari ketahanan hidup dari golongan umur 0-4 tahun pada sensus pertama akan berumur 5-9 tahun pada sensus kedua sebesar 1,0619, dengan cara berikut.

$${}_{10}S_{x,x+4} = \frac{{}_5N_{x+10}^2}{{}_5N_x^1}$$

$${}_{10}S_{0,0+4} = \frac{{}_5N_{0+10}^2}{{}_5N_0^1}$$

$$\begin{aligned} {}_{10}S_{0,4} &= \frac{{}_5N_{10}^2}{{}_5N_0^1} \\ &= \frac{12.341.530}{11.622.636} \\ &= 1,0619 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai probabilitas ketahanan hidup 10 tahun untuk kohort dari ketahanan hidup dari golongan umur 5-9 tahun pada sensus pertama akan berumur 10-14 tahun pada sensus kedua sebesar 1,0040, dengan cara berikut.

$$\begin{aligned}
{}_{10}S_{5,5+4} &= \frac{{}_5N_{5+10}^2}{{}_5N_5^1} \\
{}_{10}S_{5,9} &= \frac{{}_5N_{15}^2}{{}_5N_5^1} \\
&= \frac{11.980.664}{11.933.299} \\
&= 1,0040
\end{aligned}$$

Dan perhitungan nilai probabilitas ketahanan hidup 10 tahun untuk kohort dari ketahanan hidup dari golongan umur 10-14 tahun pada sensus pertama akan berumur 20-24 tahun pada sensus kedua sebesar 1,0230 , dengan cara berikut.

$$\begin{aligned}
{}_{10}S_{10,10+4} &= \frac{{}_5N_{10+10}^2}{{}_5N_{10}^1} \\
{}_{10}S_{10,14} &= \frac{{}_5N_{20}^2}{{}_5N_{10}^1} \\
&= \frac{11.889.857}{11.622.683} \\
&= 1,0230
\end{aligned}$$

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan nilai rasio bertahan hidup kohort dari umur 70-74 tahun pada sensus pertama akan berumur 75+ tahun seperti yang disajikan pada kolom 5 pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4. Populasi Tercacah dan Populasi yang Telah Disesuaikan (*Adjusted*) pada Tahun 2010, Jumlah Populasi Tercacah Tahun 2020 dan Rasio Bertahan Hidup Kohort Penduduk Pria Indonesia

Golongan Umur	Populasi Tahun 2010		Populasi Tahun 2020	Rasio Bertahan Hidup Kohort
	Tercacah	<i>Adjusted</i>	Tercacah	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0 – 4	11.662.369	11.622.636	8.057.669	-
5 – 9	11.974.094	11.933.299	12.146.370	-
10 – 14	11.662.417	11.622.683	12.341.530	1,0619
15 – 19	10.614.306	10.578.143	11.980.664	1,0040
20 – 24	9.887.713	9.854.026	11.889.857	1,0230
25 – 29	10.631.311	10.595.090	11.066.789	1,0462
30 – 34	9.949.357	9.915.460	10.760.190	1,0920
35 – 39	9.337.517	9.305.704	11.212.639	1,0583
40 – 44	8.322.712	8.294.357	10.442.138	1,0531
45 – 49	7.032.740	7.008.780	9.330.091	1,0026
50 – 54	5.865.997	5.846.012	8.127.591	0,9799
55 – 59	4.400.316	4.385.324	6.494.745	0,9267
60 – 64	2.927.191	2.917.218	5.143.209	0,8798
65 – 69	2.225.133	2.217.552	3.472.031	0,7917
70 – 74	1.531.459	1.526.241	1.958.061	0,6712
75+	1.606.281	1.600.808	2.238.325	1,0094
Jumlah	119.630.913	119.223.334	136.661.899	-

4.2.5 Penyesuaian dengan Model *Life Table Coale-Demeny*

Nilai rasio kohort bertahan hidup yang diberikan pada kolom 5 pada Tabel 4.4 tidak mungkin nilainya lebih besar dari satu, karena telah diasumsikan sebelumnya bahwa tidak adanya migrasi yang terjadi berdasarkan pengelompokan data migrasi berdasarkan kriteria golongan umur sensus dan jenis kelamin, sehingga perlu dilakukan penyesuaian *life table* model *Coale-Demeny*. *Level* kematian yang terkait dengan masing-masing pendugaan dapat ditemukan dalam kelompok *life table Coale-Demeny*. Dipilihnya kelompok model Barat karena paling sesuai untuk model pada kasus Indonesia. **Tabel 4.4** di atas menyajikan rasio bertahan hidup kohort 10 tahun berdasarkan golongan umur tahun 2010 pada kolom 5.

Diasumsikan bahwa rasio probabilitas bertahan hidup ${}_{10}S_{x,x+4}$ setara dengan rasio populasi stasioner, ${}_5L_{x+t}/{}_5L_x$ probabilitas atau rasio bertahan hidup stasioner dengan model Barat. Pada **Tabel 4.5** kolom 1 menunjukkan rasio bertahan hidup kohort (diambil dari **Tabel 4.4** kolom 5), rasio ketahanan hidup populasi stasioner untuk kisaran *level* mortalitas *life table* model Barat, dan *level* mortalitas terkandung dalam rasio kohort, diperoleh dengan interpolasi antara nilai model. Jika rasio kohort jatuh antara *level* v dan *level* $v+2$ dengan interval antar *level* adalah dua, *level* z dapat ditemukan dengan interpolasi berikut.

$$z(x) = v + \frac{2 \left({}_{10}S_{x,x+4} - \left[\frac{{}_5L_{x+10}^v}{{}_5L_x^v} \right] \right)}{\left[\frac{{}_5L_{x+10}^{v+2}}{{}_5L_x^{v+2}} \right] - \left[\frac{{}_5L_{x+10}^v}{{}_5L_x^v} \right]}$$

Perhitungan *level* mortalitas dengan cara interpolasi sebagai berikut:

Level dari golongan umur 40 tahun dengan rasio bertahan hidup kohort sebesar 0,9799, berada di antara *level* 22 yaitu 0,94709 dan *level* 24 yaitu 0,96922:

$$\begin{aligned} z(40) &= 22 + \frac{2 \left({}_{10}S_{40,44} - \left[\frac{{}_5L_{50}^{22}}{{}_5L_{40}^{22}} \right] \right)}{\left[\frac{{}_5L_{50}^{24}}{{}_5L_{40}^{24}} \right] - \left[\frac{{}_5L_{50}^{22}}{{}_5L_{40}^{22}} \right]} \\ &= 22 + \frac{2(0,9799 - 0,94709)}{0,96922 - 0,94709} \\ &= 24,96 \end{aligned}$$

Level dari golongan umur 45 tahun dengan rasio bertahan hidup kohort sebesar 0,9267, berada di antara *level* 22 yaitu 0,91578 dan *level* 24 yaitu 0,94500:

$$\begin{aligned} z(45) &= 22 + \frac{2 \left({}_{10}S_{45,49} - \left[{}_5L_{55}^{22} / {}_5L_{45}^{22} \right] \right)}{\left[{}_5L_{55}^{24} / {}_5L_{45}^{24} \right] - \left[{}_5L_{55}^{22} / {}_5L_{45}^{22} \right]} \\ &= 22 + \frac{2(0,9267 - 0,91578)}{0,94500 - 0,91578} \\ &= 22,74 \end{aligned}$$

Level dari golongan umur 50 tahun dengan rasio bertahan hidup kohort sebesar 0,8798, berada di antara *level* 22 yaitu 0,86808 dan *level* 24 yaitu 0,90569:

$$\begin{aligned} z(50) &= 22 + \frac{2 \left({}_{10}S_{50,54} - \left[{}_5L_{60}^{22} / {}_5L_{50}^{22} \right] \right)}{\left[{}_5L_{60}^{24} / {}_5L_{50}^{24} \right] - \left[{}_5L_{60}^{22} / {}_5L_{50}^{22} \right]} \\ &= 22 + \frac{2(0,8798 - 0,86808)}{0,90569 - 0,86808} \\ &= 22,62 \end{aligned}$$

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan nilai *level* dari golongan umur 60 tahun seperti yang disajikan pada kolom 11 dari **Tabel 4.5**.

Pendugaan *level* mortalitas penduduk pria didapatkan dengan menghitung rata-rata dari semua *level* dari setiap golongan umur, *level* rata-rata yang didapatkan sebesar 16,27.

Tabel 4.5 berikut menyajikan nilai probabilitas bertahan hidup yang telah didapat dari **Tabel 4.4** serta nilai probabilitas *level* yang diperlukan agar semua nilai probabilitas tercakup pada *level* yang ada yaitu *level* 20, 22, dan 24 dari *life table Coale-Demeny*, serta nilai probabilitas dari *level* 18,38 setelah diinterpolasi.

Tabel 4.5. Penentuan *Level Mortalitas* dari Masing-Masing Golongan Umur Penduduk Pria Indonesia

Umur x	Rasio Bertahan Hidup Kohort ${}_{10}S_{x,x+4}$	Rasio Bertahan Hidup Populasi Stasioner, ${}_5L_{x+10}/{}_5L_x$, untuk <i>level Mortalitas Model Barat</i>			<i>Level Mortalitas</i>
		20	22	24	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0	1,0619	0,98182	0,99123	0,99711	a
5	1,0040	0,98771	0,99288	0,99705	a
10	1,0230	0,98320	0,98976	0,99543	a
15	1,0462	0,97781	0,98648	0,99403	a
20	1,0920	0,97490	0,98495	0,99353	a
25	1,0583	0,97140	0,98280	0,99262	a
30	1,0531	0,96394	0,97742	0,98972	a
35	1,0026	0,95029	0,96645	0,98281	a
40	0,9799	0,92767	0,94709	0,96922	24,96
45	0,9267	0,89261	0,91578	0,94500	22,74
50	0,8798	0,84057	0,86808	0,90569	22,62
55	0,7917	0,76656	0,79885	0,84582	21,56
60	0,6712	0,66457	0,70054	0,75582	20,37
65	1,0094 ^b	0,53118	0,56833	0,62850	c

Catatan: Rata-rata *level mortalitas* sebesar 18,38

a : rasio bertahan hidup lebih dari 1,00

b : ${}_{10}S_{65+}$

c : tidak dihitung

4.2.6 Melengkapi Perhitungan Nilai dari Pendugaan *Life Table*

Perkiraan *level* mortalitas orang dewasa telah diperkirakan sampai sejauh ini, tetapi *level* mortalitas anak tidak. Jika tidak ada informasi yang memadai mengenai mortalitas anak, langkah terbaik yang dapat dilakukan yaitu mengasumsikan bahwa perhitungan *level* mortalitas orang dewasa dapat diterapkan pada anak-anak untuk melengkapi perkiraan *level* mortalitas pada *life table*, pada kasus Indonesia *level* mortalitasnya sebesar 18,38. Setelah diketahui perkiraan *level* mortalitas seluruhnya, selanjutnya akan dihitung nilai probabilitas bertahan hidup dari *level* tersebut. Karena *level* mortalitas yang didapat sebesar 18,38 (bukan merupakan bilangan bulat) maka dilakukan interpolasi menggunakan *level* 18 dan 19 (karena 18,38 terletak pada *level* 18 dan 19).

Perhitungan nilai interpolasi untuk golongan umur 1 tahun pada *level* 18 nilainya sebesar 0,92570 dan *level* 19 nilainya sebesar 0,93713 maka akan menghasilkan nilai probabilitas bertahan hidup pada golongan umur 1 tahun pada *level* 18,38 sebesar 0,9748 dengan cara berikut:

$$l(1) = 0,92570 + \frac{38(0,93713 - 0,92570)}{100} = 0,93004$$

Perhitungan nilai interpolasi untuk golongan umur 5 tahun pada *level* 18 nilainya sebesar 0,90001 dan *level* 19 nilainya sebesar 0,91744 maka akan menghasilkan nilai probabilitas bertahan hidup pada golongan umur 5 tahun pada *level* 18,38 sebesar 0,90663 dengan cara berikut:

$$l(5) = 0,90001 + \frac{38(0,91744 - 0,90001)}{100} = 0,90663$$

Perhitungan nilai interpolasi untuk golongan umur 10 tahun pada *level* 18 nilainya sebesar 0,89112 dan *level* 19 nilainya sebesar 0,91004 maka akan menghasilkan nilai probabilitas bertahan hidup pada golongan umur 10 tahun pada *level* 18,38 sebesar 0,89831 dengan cara berikut:

$$l(10) = 0,89112 + \frac{38(0,91004 - 0,89112)}{100} = 0,89831$$

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan nilai probabilitas bertahan hidup pada golongan umur 75 tahun untuk $l(75)$ seperti yang disajikan pada kolom 4 dari **Tabel 4.6**.

Hasil perhitungan probabilitas bertahan hidup untuk semua golongan umur disajikan pada **Tabel 4.6** kolom 4.

Pendugaan probabilitas bertahan hidup dari umur x sampai umur $x + 5$ dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{probabilitas bertahan hidup dari umur } x \text{ sampai } x + 5 = \frac{l(x+5)}{l(x)}$$

Untuk golongan umur 1 tahun, telah didapatkan pada *level* 18,38 dengan nilai $l(1) = 0,93004$ dan $l(5) = 0,90663$, maka pendugaan probabilitas bertahan hidup dari umur 1 tahun sampai 5 tahun adalah

$$\frac{l(5)}{l(1)} = \frac{0,90663}{0,93004} = 0,9748$$

Untuk golongan umur 5 tahun, telah didapatkan pada *level* 18,38 dengan nilai $l(5) = 0,90663$ dan $l(10) = 0,89831$, maka pendugaan probabilitas bertahan hidup dari umur 5 tahun sampai 10 tahun adalah

$$\frac{l(10)}{l(5)} = \frac{0,89831}{0,90663} = 0,9908$$

Untuk golongan umur 10 tahun, telah didapatkan pada *level* 18,38 dengan nilai $l(10) = 0,89831$ dan $l(15) = 0,89206$, maka pendugaan probabilitas bertahan hidup dari umur 10 tahun sampai 15 tahun adalah

$$\frac{l(15)}{l(10)} = \frac{0,89306}{0,89831} = 0,9930$$

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan nilai pendugaan probabilitas bertahan hidup umur 65 tahun sampai 70 tahun seperti yang disajikan pada kolom 4 dari **Tabel 4.6**.

Hasil perhitungan probabilitas bertahan hidup untuk semua golongan umur disajikan pada **Tabel 4.6** kolom 5.

Tabel 4.6 Perhitungan *Life Table* Penduduk Pria Indonesia menggunakan *Life Table Coale-Demeny Model Barat*

Umur x	Peluang Bertahan Hidup Pria sampai umur x , $l(x)$, model Barat			$\frac{Level\ 18,38\ l(x+5)}{l(x)}$
	<i>Level 18</i>	<i>Level 19</i>	<i>Level 18,38</i>	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0	-	-	-	-
1	0,92570	0,93713	0,93004	0,9748
5	0,90001	0,91744	0,90663	0,9908
10	0,89112	0,91004	0,89831	0,9930
15	0,88447	0,90444	0,89206	0,9887
20	0,87391	0,89524	0,88202	0,9841
25	0,85917	0,88240	0,86800	0,9832
30	0,84379	0,86912	0,85342	0,9809
35	0,82663	0,85429	0,83714	0,9766
40	0,80602	0,83626	0,81751	0,9689
45	0,77956	0,81255	0,79210	0,9568
50	0,74440	0,77991	0,75789	0,9377
55	0,69636	0,73412	0,71071	0,9095
60	0,63159	0,67051	0,64638	0,8666
65	0,54542	0,58427	0,56018	0,8058
70	0,43755	0,47392	0,45137	0,7161
75	0,31158	0,34223	0,32323	0,5922
80	0,18314	0,20495	0,19143	-

Untuk perhitungan pendugaan *life table* sederhana dari penduduk pria Indonesia yang dibentuk akan dijabarkan di bawah ini.

Pada perhitungan jumlah orang yang bertahan hidup sampai umur x dilakukan dengan mencari nilai $l(x)$ yang telah dibentuk menggunakan nilai hasil interpolasi dari level 18,38 yang sudah didapat pada **Tabel 4.6** kolom 5 dikalikan dengan nilai *radix*, yaitu bilangan permulaan perhitungan dalam *life table* yang berguna untuk memudahkan perhitungan dalam *life table*, nilainya sebesar 100.0000. Maka untuk $x = 0$, $l(0)$ sudah ditetapkan sebesar $l(0) = 100.000$.

Perhitungan untuk $x = 1, 5, 10, \dots, 80$, dengan $l(1), l(5), l(10), \dots, l(80)$ dapat dijabarkan perhitungannya di bawah ini.

$$l(1) = 0,93004 * 100.000 = 93.004$$

Dapat diketahui bahwa jumlah orang yang bertahan hidup sampai umur 1 tahun sebanyak 93.004 jiwa.

$$l(5) = 0,90663 * 100.000 = 90.663$$

Jumlah orang yang bertahan hidup sampai umur 5 tahun sebanyak 90.663 jiwa.

$$l(10) = 0,89831 * 100.000 = 89.831$$

Dan jumlah orang yang bertahan hidup sampai umur 10 tahun sebanyak 89.831 jiwa.

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan jumlah orang yang bertahan hidup sampai umur 80 tahun seperti yang disajikan pada kolom 2 dari **Tabel 4.7**.

Pada perhitungan jumlah orang yang meninggal antara umur x sampai umur $x + n$ dilakukan dengan mencari nilai $d(x)$ dengan cara berikut.

$$\begin{aligned} d_x &= l_x - l_{x+n} \\ d_0 &= l_0 - l_{0+1} \\ &= l_0 - l_1 \\ &= 100.000 - 93.004 \\ &= 6.996 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa jumlah orang yang meninggal antara umur 0 tahun sampai umur 1 tahun adalah sebesar 6.996 jiwa.

$$\begin{aligned}
 d_1 &= l_1 - l_{1+4} \\
 &= l_1 - l_5 \\
 &= 93.004 - 90.663 \\
 &= 2.341
 \end{aligned}$$

Jumlah orang yang meninggal antara umur 1 tahun sampai umur 5 tahun adalah sebesar 2.341 jiwa.

$$\begin{aligned}
 d_5 &= l_5 - l_{5+5} \\
 &= l_5 - l_{10} \\
 &= 90.663 - 89.831 \\
 &= 832
 \end{aligned}$$

Dan jumlah orang yang meninggal antara umur 5 tahun sampai umur 10 tahun adalah sebesar 832 jiwa.

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan jumlah orang yang meninggal antara 70 tahun sampai 75 tahun seperti yang disajikan pada kolom 3 dari **Tabel 4.7**.

Perhitungan probabilitas seseorang berumur x meninggal sebelum mencapai umur $x+n$ dilakukan dengan mencari nilai $q(x)$ dengan cara berikut:

$$\begin{aligned}
 q(x) &= \frac{d_x}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x} \\
 q(0) &= \frac{d_0}{l_0} \\
 &= \frac{6.996}{100.000} \\
 &= 0,069957
 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa probabilitas seseorang berumur 0 tahun meninggal sebelum mencapai umur 1 tahun adalah sebesar 0,069957.

$$\begin{aligned}
 q(1) &= \frac{d_1}{l_1} \\
 &= \frac{2.341}{93.004} \\
 &= 0,025171
 \end{aligned}$$

Probabilitas seseorang berumur 1 tahun meninggal sebelum mencapai umur 5 tahun adalah sebesar 0,025171.

$$\begin{aligned}
 q(5) &= \frac{d_5}{l_5} \\
 &= \frac{832}{90.663} \\
 &= 0,009181
 \end{aligned}$$

Dan probabilitas seseorang berumur 5 tahun meninggal sebelum mencapai umur 10 tahun adalah sebesar 0,009181.

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan probabilitas seseorang berumur 75 tahun meninggal sebelum mencapai umur 80 tahun seperti yang disajikan pada kolom 4 dari **Tabel 4.7**.

Perhitungan jumlah tahun hidup yang dijalani antara umur x dan umur $x + n$ oleh penduduk berumur x dilakukan dengan mencari nilai $L(x)$ dengan cara berikut:

$$\begin{aligned}
 L(x) &= l_x - \frac{n}{2} d_x = \frac{n}{2} (l_x + l_{x+n}) \\
 L(0) &= \frac{1}{2} (l_0 + l_{0+1}) \\
 &= \frac{1}{2} (l_0 + l_1) \\
 &= \frac{1}{2} (100.000 + 93.004) \\
 &= 96.502
 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa jumlah tahun hidup yang dijalani antara umur 0 dan 1 tahun oleh penduduk berumur 0 tahun adalah sebesar 96.502.

$$\begin{aligned}
 L(1) &= \frac{4}{2}(l_1 + l_{4+1}) \\
 &= \frac{4}{2}(l_1 + l_5) \\
 &= \frac{4}{2}(93.004 + 90.663) \\
 &= 367.335
 \end{aligned}$$

Jumlah tahun hidup yang dijalani antara umur 1 dan 4 tahun oleh penduduk berumur 1 tahun adalah sebesar 367.335.

$$\begin{aligned}
 L(5) &= \frac{5}{2}(l_5 + l_{5+5}) \\
 &= \frac{5}{2}(l_5 + l_{10}) \\
 &= \frac{5}{2}(90.663 + 89.831) \\
 &= 451.236
 \end{aligned}$$

Dan jumlah tahun hidup yang dijalani antara umur 5 dan 10 tahun oleh penduduk berumur 5 tahun adalah sebesar 451.236.

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan jumlah tahun hidup yang dijalani antara umur 70 dan 80 tahun seperti yang disajikan pada kolom 5 dari **Tabel 4.7**.

Perhitungan total waktu yang dijalani penduduk berumur x sampai akhir hayatnya dilakukan dengan mencari nilai $T(x)$ dengan cara berikut:

$$\begin{aligned}
 T(x) &= \sum_x^{\infty} L_x \\
 T(0) &= \sum_0^{75} L_0 \\
 &= 96.502 + 367.335 + 451.236 + \dots + 128.664 \\
 &= 5.883.507
 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa total waktu yang dijalani penduduk berumur 0 tahun sampai akhir hayatnya adalah sebesar 5.883.507.

$$\begin{aligned}
 T(1) &= \sum_1^{75} L_1 \\
 &= 367.335 + 451.236 + 447.592 + \dots + 128.664 \\
 &= 5.787.004
 \end{aligned}$$

Total waktu yang dijalani penduduk berumur 1 tahun sampai akhir hayatnya adalah sebesar 5.787.004.

$$\begin{aligned}
 T(5) &= \sum_5^{75} L_5 \\
 &= 451.236 + 447.592 + 443.519 + \dots + 128.664 \\
 &= 5.419.669
 \end{aligned}$$

Dan total waktu yang dijalani penduduk berumur 5 tahun sampai akhir hayatnya adalah sebesar 5.419.669.

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan total waktu yang dijalani penduduk berumur 75 tahun sampai akhir hayatnya seperti yang disajikan pada kolom 6 dari **Tabel 4.7**.

Perhitungan angka harapan hidup umur x dilakukan dengan mencari nilai $e(x)$ dengan cara berikut:

$$\begin{aligned}
 e(x) &= \frac{T_x}{l_x} \\
 e(0) &= \frac{T_0}{l_0} \\
 &= \frac{5.883.507}{100.000} \\
 &= 58,84
 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa perhitungan angka harapan hidup umur 0 tahun adalah sebesar 58,84 tahun.

$$\begin{aligned}
 e(1) &= \frac{T_1}{l_1} \\
 &= \frac{5.787.004}{93.004} \\
 &= 62,22
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk angka harapan hidup umur 1 tahun adalah sebesar 62,22 tahun.

$$\begin{aligned}
 e(5) &= \frac{T_5}{l_5} \\
 &= \frac{5.419.669}{90.663} \\
 &= 59,78
 \end{aligned}$$

Dan perhitungan untuk angka harapan hidup umur 0 tahun adalah sebesar 59,78 tahun.

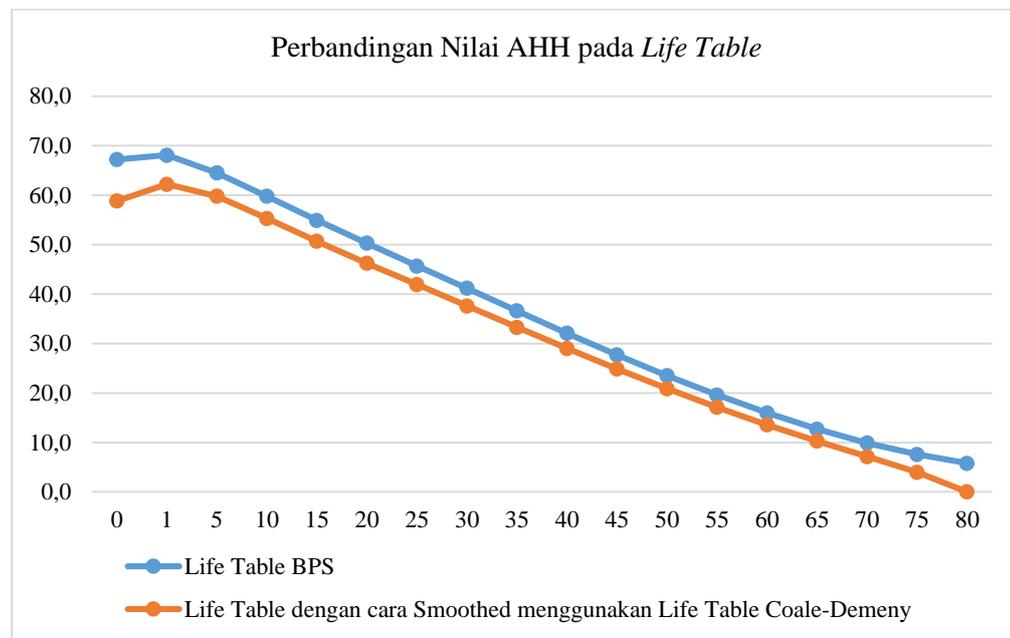
Dan seterusnya sampai dengan perhitungan angka harapan hidup umur 75 tahun seperti yang disajikan pada kolom 6 dari **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 *Life Table* Penduduk Pria Indonesia dengan Cara *Smoothed* dengan *Life Table Coale-Demeny*

x	l_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0	100.000	6.996	0,069957	96.502	5.883.507	58,84
1	93.004	2.341	0,025171	367.335	5.787.004	62,22
5	90.663	832	0,009181	451.236	5.419.669	59,78
10	89.831	625	0,006959	447592	4.968.433	55,31
15	89.206	1.004	0,011258	443.519	4.520.841	50,68
20	88.202	1.402	0,015893	437.503	4.077.323	46,23
25	86.800	1.458	0,016800	430.353	3.639.820	41,93
30	85.342	1.627	0,019070	422.639	3.209.466	37,61
35	83.714	1.963	0,023448	413.663	2.786.827	33,29
40	81.751	2.541	0,031088	402.402	2.373.164	29,03
45	79.210	3.420	0,043180	387.498	1.970.762	24,88
50	75.789	4.718	0,062258	367.151	1.583.265	20,89
55	71.071	6.433	0,090514	339.272	1.216.114	17,11
60	64.638	8.620	0,133353	301.641	876.842	13,57
65	56.018	10.881	0,194244	252.888	575.202	10,27
70	45.137	12.814	0,283899	193.649	322.313	7,14
75	32.323	13.180	0,407760	128.664	128.664	3,98
80	19.143	-	-	.-	-	-

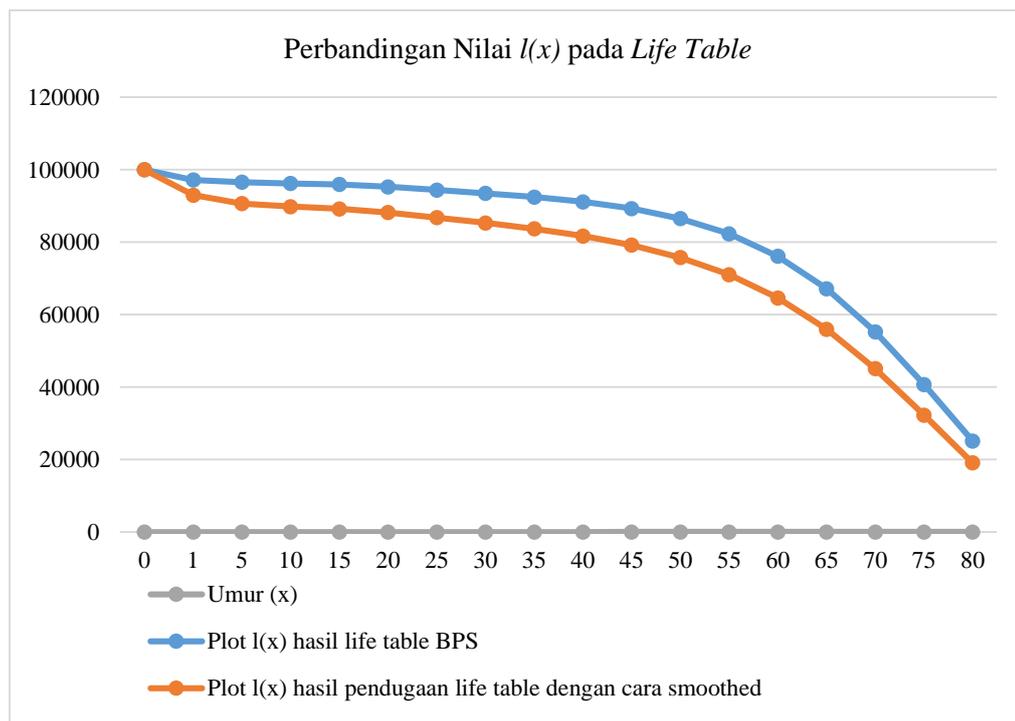
4.2.7 Perbandingan *Life Table* dengan *Life Table* yang dimiliki oleh BPS

Pada penelitian ini angka harapan hidup (AHH) pria yang dihasilkan pada saat tahun ke 0 (e_0) sebesar 58,84 tahun, artinya dari 100.000 bayi yang dilahirkan akan dapat hidup sampai umur 58 atau 59 tahun. Sedangkan pada *life table* penduduk pria yang telah dibuat oleh Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia) dengan metode *log-quadratic* menghasilkan angka harapan hidup (AHH)-nya sebesar 67,2 tahun, artinya dari 100.000 bayi yang dilahirkan akan dapat hidup sampai umur 67 tahun. Jika dilihat dari pola yang dihasilkan pada penelitian ini polanya akan mendekati dengan pola yang dihasilkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia). Artinya pola kematian (mortalitas) yang dihasilkan memiliki kesamaan dengan *life table* yang dibuat oleh BPS- Statistics Indonesia.



Gambar 4.1 Perbandingan Nilai AHH pada *Life Table*

Pola $l(x)$ yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan polanya mendekati atau memiliki kemiripan terhadap pola $l(x)$ yang dibuat oleh Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia) dengan metode *log-quadratic*. Artinya pola penduduk pria Indonesia yang bertahan hidup sampai umur tepat x dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny* ini mendekati hasil pendugaan *life table* yang telah dibuat BPS – Statistics Indonesia dengan metode *log-quadratic*.



Gambar 4.2 Perbandingan Nilai $l(x)$ pada *Life Table*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Life table dapat dibentuk dengan cara menduga terlebih dahulu banyaknya penduduk pria Indonesia yang bertahan hidup $l(x)$ dengan cara *smoothed* menggunakan *life table Coale-Demeny*, yang kemudian disusun menggunakan rumus yang telah tersedia pada umumnya dalam penyusunan *life table* hingga menghasilkan sebuah *life table* sederhana. Angka harapan hidup (AHH) yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 58,84 tahun, artinya dari 100.000 bayi yang dilahirkan akan dapat hidup sampai umur 58 atau 59 tahun. Pola banyaknya penduduk pria Indonesia yang bertahan hidup $l(x)$ yang dihasilkan mendekati (memiliki kesamaan) dengan pola banyaknya penduduk pria Indonesia yang bertahan hidup $l(x)$ yang dihasilkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia) dengan metode *log-quadratic*.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil pembahasan dan kesimpulan yang telah diberikan, maka dapat diberikan beberapa saran yaitu:

1. Bagi Peneliti

Penelitian berikutnya dapat meneliti lebih lanjut mengenai pendugaan *life table* penduduk Indonesia (tidak hanya penduduk pria Indonesia saja) dengan menggunakan metode yang lain agar dapat mengetahui metode terbaik dalam pendugaan *life table* penduduk Indonesia.

2. Bagi Pemerintah

Pemerintah diharapkan dapat menyediakan lebih banyak sumber informasi yang mendukung dalam upaya pendugaan *life table* agar dapat memudahkan peneliti untuk mencari data yang lebih spesifik baik secara kriteria golongan umur, jenis kelamin, kabupaten/kota, dan lain sebagainya.

3. Bagi Pihak Asuransi

Pihak asuransi diharapkan agar lebih inovatif dalam merencanakan dan mengembangkan model asuransi yang tepat untuk dapat digunakan berdasarkan kriteria interval umur dan jenis kelamin tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik dan Kementrian Dalam Negeri. 2021. *Berita Resmi Statistik Hasil Sensus Penduduk 2020*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. *Kajian Life Table Indonesia Berdasarkan Hasil SP2010*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2012. *Penduduk Indonesia Hasil Sensus Penduduk Tahun 2010 (Population of Indonesia Result of the 2010 Population Census)*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2013. *Proyeksi Penduduk Indonesia (Indonesia Population Projection) 2010-2035*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- Berliana, Sarni Maniar. 2011. *Life Table (Tabel Kematian)*. Jakarta (ID): Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- Chiang, Chin Long dan World Health Organization. 1979. *Life Table and Mortality Analysis*. World Health Organization.
- Hutosoit, Imelda. 2017. *Pengantar Ilmu Kependudukan*. Bandung: Alfabeta.
- Mantra, Ida Bagoes. 2008. *Demografi Umum*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kirana, Dinita Adwitiyas. 2015. *Estimasi Angka Harapan Hidup Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2010 dengan Menggunakan Metode Trussell 1 dan Trussell 2*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Purwianti, Tri. 2014. *Pendugaan Life Table Penduduk Wanita Indonesia Berdasarkan Data Sensus*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Purwianti, Tri. H. Sumarno dan E. H. Nugrahani. 2017. Pendugaan Life Table Penduduk Wanita Indonesia dan Pengembangannya Menjadi Life Table Kontinu. *Journal of Mathematics and Its Applications (JMA)*. **Vol. 6**, No. 1. Hal: 13-26.
- Rajak, Muhammad Nor Abdul, Yuki Novia Nasution dan Nanda Arista Rizki. 2018. Penentuan Besaran Premi Asuransi Jiwa dengan Model Apportionable Fractional Premiums Berdasarkan Tabel Mortalita dengan Metode Interpolasi Kostaki. *Jurnal Eksponensial*. **Vol. 9**, No. 1. Hal: 27-34.

- Ramadhan, M. Hasbi. 2018. *Metode Perhitungan Peluang untuk Data Sample Sebagai Dasar Penyusunan Life Table*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ramadhan, Rio Febri. 2019. Konstrual Diri (Self Construal) Remaja yang Mengalami Kematian Orang Tua. *Jurnal Psikologi Islam Al-Qalb*. **Vol. 10**, No. 1. Hal: 79-90.
- Riyana, M, H. Sumarno dan B. Suharjo. 2018. Penentuan Metode Terbaik untuk Pendugaan Life Table Penduduk Lanjut Usia di Indonesia. *Journal of Mathematics and Its Applications (JMA)*. **Vol. 17**, No. 1. Hal: 61-74.
- Samosir, Bulan dan Wilson Rajagukguk. 2015. *Buku Demografi Normal Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional*. Jakarta: UKI Press.
- Siyoto, Sandu dan M. Ali Sodik. 2015. *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing.
- Sulistyorini, Agus dan Soenarnatalina Melaniani. 2007. Perbandingan Metode Brass dengan Metode Trussell dalam Menghasilkan Angka Harapan Hidup. *The Indonesian Journal of Public Health*. **Vol. 4**, No. 2. Hal: 52-58.
- Supono, Vani Rialita. 2009. *Perbandingan Metode Interpolasi Abridge Life Table dan Aplikasinya Pada Data Kematian Indonesia*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tua, Nasib. 2016. Teori Stres: Stimulus, Respons, dan Transaksional. *Buletin Psikologi*. **Vol. 24**, No. 1. Hal: 1-11.
- [UN] United Nations. 1983. *Indirect Techniques for Demographic Estimation*. New York: United Nations Publications.
- Yusuf, Fiki Muhamad. 2018. *Pendugaan Life Table Multiregional untuk Empat Kategori Wilayah di Indonesia Berdasarkan Sensus Penduduk Tahun 2010*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Zulkarnaen. 2012. *Modifikasi Metode Interpolasi Kostaki Dalam Menduga Tabel Hayat Lengkap Berdasarkan Tabel Hayat Ringkas*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Lampiran 1. Data Awal

Tabel 04.7
Table **Penduduk menurut Golongan Umur dan Hubungan dengan Kepala Rumahtangga**
Population by Age Group and Relationship to Head of Household

Perkotaan+Perdesaan / <i>Urban+Rural</i>												Pria / <i>Male</i>	
Hubungan dengan Kepala Rumahtangga / <i>Relationship to Head of Household</i>													
Kelompok Umur	Kepala Rumahtangga	Istri/Suami	Anak Kandung	Anak Adopsi / Tiri	Menantu	Cucu	Orangtua / Mertua	Famili Lain	Pembantu / Sopir / Tukang Kebun	Lainnya	Jumlah	Tidak Ditanyakan	Jumlah
<i>Age Group</i>	<i>Head of Household</i>	<i>Spouse</i>	<i>Biological Child</i>	<i>Adopted / Step Child</i>	<i>Son / Daughter in Law</i>	<i>Grand Children</i>	<i>Parent / Parent in Law</i>	<i>Other Relative</i>	<i>Servant / Driver / Gardener</i>	<i>Others</i>	<i>Total</i>	<i>Not Asked</i>	<i>Total</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
0 – 4	-	-	9.205.518	98.287	-	2.175.924	-	156.074	-	21.376	11.657.179	5.190	11.662.369
5 – 9	-	-	10.319.796	141.214	-	1.293.933	-	187.156	-	22.730	11.964.831	9.263	11.974.094
10 – 14	14.791	-	10.092.856	163.934	1.748	838.908	-	346.919	2.785	143.787	11.605.728	56.689	11.662.417
15 – 19	239.328	838	8.535.188	142.175	32.548	441.456	-	715.685	32.556	352.019	10.491.793	122.513	10.614.306
20 – 24	1.607.193	2.009	6.066.410	95.274	433.058	188.219	-	952.978	43.681	389.929	9.778.751	108.962	9.887.713
25 – 29	4.623.417	3.455	3.882.999	53.220	946.318	84.787	3	747.591	27.291	192.092	10.561.173	70.138	10.631.311
30 – 34	6.902.373	3.741	1.681.489	20.740	730.079	9.538	67	470.401	14.337	79.893	9.912.658	36.699	9.949.357
35 – 39	7.822.815	3.827	729.094	8.181	378.850	-	656	313.400	9.216	45.762	9.311.801	25.716	9.337.517
40 – 44	7.594.935	3.947	293.290	3.231	158.793	-	4.990	209.465	6.306	29.189	8.304.146	18.566	8.322.712
45 – 49	6.665.598	3.946	116.087	1.398	57.225	-	16.719	138.623	4.051	17.273	7.020.920	11.820	7.032.740

Tabel
Table 04.7

Penduduk menurut Golongan Umur dan Hubungan dengan Kepala Rumahtangga
Population by Age Group and Relationship to Head of Household

Perkotaan+Perdesaan / <i>Urban+Rural</i>												Pria / Male	
Hubungan dengan Kepala Rumahtangga / <i>Relationship to Head of Household</i>													
Kelompok Umur	Kepala Rumahtangga	Istri/Suami	Anak Kandung	Anak Adopsi / Tiri	Menantu	Cucu	Orangtua / Mertua	Famili Lain	Pembantu / Sopir / Tukang Kebun	Lainnya	Jumlah	Tidak Ditanyakan	Jumlah
<i>Age Group</i>	<i>Head of Household</i>	<i>Spouse</i>	<i>Biological Child</i>	<i>Adopted / Step Child</i>	<i>Son / Daughter in Law</i>	<i>Grand Children</i>	<i>Parent / Parent in Law</i>	<i>Other Relative</i>	<i>Servant / Driver / Gardener</i>	<i>Others</i>	<i>Total</i>	<i>Not Asked</i>	<i>Total</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
50 – 54	5.633.609	4.293	43.589	578	20.239	-	45.911	95.895	2.779	11.037	5.857.930	8.067	5.865.997
55 – 59	4.224.787	4.031	4.928	56	2.319	-	76.191	76.128	1.542	6.294	4.396.276	4.040	4.400.316
60 – 64	2.749.658	3.767	-	-	-	-	117.307	49.212	906	3.951	2.924.801	2.390	2.927.191
65 – 69	2.027.603	3.440	-	-	-	-	157.048	32.201	578	2.935	2.223.805	1.328	2.225.133
70 – 74	1.308.011	3.176	-	-	-	-	190.394	25.955	356	2.706	1.530.598	861	1.531.459
75 – 79	670.592	1.955	-	-	-	-	151.293	16.103	157	1.842	841.942	402	842.344
80 – 84	353.334	1.355	-	-	-	-	113.623	11.361	79	1.411	481.183	279	481.462
85 – 89	121.596	550	-	-	-	-	54.038	5.395	15	686	182.280	152	182.432
90 – 95	39.034	238	-	-	-	-	21.742	2.472	14	347	63.847	101	63.948
95+	20.518	146	-	-	-	-	13.051	1.920	18	284	35.937	158	36.095
Jumlah / Total	52.619.192	44.712	50.971.246	728.288	2.761.177	5.032.765	963.033	4.554.954	146.667	1.325.543	119.147.579	483.334	119.630.913

Sumber: Sensus Penduduk 2010, BPS - Statistics Indonesia

Tabel 3. Jumlah Penduduk Indonesia Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin, 2020 (Jiwa)

Kelompok Umur	Jenis Kelamin		
	Pria	Wanita	Pria + Wanita
(1)	(2)	(3)	(4)
0 – 4	7.996.762	7.456.932	15.453.694
5 – 9	12.054.557	11.293.112	23.347.669
10 – 14	12.248.242	11.501.707	23.749.949
15 – 19	11.890.104	11.232.889	23.122.993
20 – 24	11.799.983	11.151.534	22.951.517
25 – 29	10.983.136	10.594.469	21.577.605
30 – 34	10.678.855	10.444.990	21.123.845
35 – 39	11.127.884	11.030.421	22.158.305
40 – 44	10.363.207	10.340.154	20.703.361
45 – 49	9.259.566	9.271.800	18.531.366
50 – 54	8.066.156	8.083.777	16.149.933
55 – 59	6.445.652	6.617.735	13.063.387
60 – 64	5.104.332	5.169.843	10.274.175
65 – 69	3.445.786	3.340.480	6.786.266
70 – 74	1.943.260	2.205.321	4.148.581
75+	2.221.406	2.805.338	5.026.744
Tidak Tahu/TT	1.033.011	1.001.516	2.034.527
Jumlah	540.407.834	133.542.018	270.203.917

Catatan: Variabel umur dalam SP2020 menggunakan data Administrasi Kependudukan

Sumber: Berita Resmi Statistik No. 7/01/Th. XXIV, 21 Januari 2021

Tabel 237. Probabilitas Bertahan Hidup Pria Sejak Lahir $l(x)$, Model Barat

Level	Probabilitas Bertahan Hidup Sejak Lahir, $l(x)$									
	$l(1)$	$l(2)$	$l(3)$	$l(4)$	$l(5)$	$l(10)$	$l(15)$	$l(20)$	$l(25)$	$l(30)$
1	0,58093	0,50308	0,46898	0,44665	0,43005	0,40102	0,38160	0,35676	0,32385	0,29032
2	0,61657	0,54152	0,50865	0,48712	0,47112	0,44211	0,42258	0,39740	0,36384	0,32940
3	0,64868	0,57690	0,54546	0,52488	0,50957	0,48093	0,46151	0,43631	0,40254	0,36765
4	0,67785	0,60967	0,57980	0,56024	0,54571	0,51769	0,49858	0,47360	0,43997	0,40504
5	0,70454	0,64015	0,61195	0,59348	0,57976	0,55258	0,53393	0,50938	0,47619	0,44154
6	0,72911	0,66865	0,64217	0,62482	0,61194	0,58575	0,56770	0,54375	0,51125	0,47718
7	0,75183	0,69537	0,67064	0,65445	0,64242	0,61737	0,60000	0,57680	0,54520	0,51195
8	0,77294	0,72052	0,69756	0,68253	0,67135	0,64754	0,63095	0,60862	0,57808	0,54587
9	0,79263	0,74425	0,72307	0,70919	0,69888	0,67639	0,66064	0,63926	0,60995	0,57895
10	0,81105	0,76671	0,74728	0,73457	0,72511	0,70401	0,68916	0,66882	0,64085	0,61122
11	0,82835	0,78800	0,77032	0,75875	0,75015	0,73048	0,71657	0,69734	0,67083	0,64269
12	0,84463	0,80822	0,79228	0,78184	0,77408	0,75588	0,74296	0,72489	0,69991	0,67340
13	0,86058	0,82912	0,81534	0,80632	0,79961	0,78315	0,77147	0,75456	0,73107	0,70613
14	0,87547	0,84833	0,83644	0,82866	0,82287	0,80800	0,79734	0,78167	0,75985	0,73670
15	0,88864	0,86523	0,85498	0,84826	0,84327	0,82988	0,82018	0,80571	0,78554	0,76421
16	0,90143	0,88164	0,87292	0,86720	0,86293	0,85103	0,84234	0,82912	0,81070	0,79128
17	0,91379	0,89790	0,89056	0,88561	0,88184	0,87145	0,86377	0,85187	0,83526	0,81782
18	0,92570	0,91334	0,90736	0,90321	0,90001	0,89112	0,88447	0,87391	0,85917	0,84379

Probabilitas Bertahan Hidup Sejak Lahir, $l(x)$										
Level	$l(1)$	$l(2)$	$l(3)$	$l(4)$	$l(5)$	$l(10)$	$l(15)$	$l(20)$	$l(25)$	$l(30)$
19	0,93713	0,92796	0,92332	0,92002	0,91744	0,91004	0,90444	0,89524	0,88240	0,86912
20	0,94807	0,94179	0,93847	0,93606	0,93415	0,92823	0,92366	0,91584	0,90493	0,89376
21	0,95909	0,95508	0,95285	0,95121	0,94989	0,94536	0,94174	0,93531	0,92636	0,91730
22	0,96925	0,96675	0,96531	0,96422	0,96334	0,96004	0,95734	0,95234	0,94540	0,93847
23	0,97856	0,97719	0,97636	0,97573	0,97521	0,97303	0,97119	0,96758	0,96261	0,95773
24	0,98668	0,98605	0,98566	0,98535	0,98510	0,98385	0,98273	0,98041	0,97723	0,97419
Level	$l(35)$	$l(40)$	$l(45)$	$l(50)$	$l(55)$	$l(60)$	$l(65)$	$l(70)$	$l(75)$	$l(80)$
1	0,2556	0,22002	0,18354	0,14906	0,11464	0,08363	0,05422	0,00304	0,01343	0,00392
2	0,29339	0,25603	0,21712	0,17957	0,14123	0,10564	0,07088	0,04149	0,01953	0,00631
3	0,33087	0,29227	0,25149	0,21137	0,16955	0,12967	0,08963	0,05452	0,02706	0,00949
4	0,36793	0,32858	0,28645	0,24424	0,19939	0,15552	0,11037	0,06943	0,03607	0,01358
5	0,40449	0,36482	0,32183	0,27799	0,23056	0,18304	0,13299	0,08619	0,04660	0,01863
6	0,44052	0,40092	0,35749	0,31246	0,26289	0,21207	0,15738	0,10475	0,05868	0,00247
7	0,47598	0,43678	0,39332	0,34751	0,29623	0,24248	0,18343	0,12506	0,07232	0,00319
8	0,52084	0,47236	0,42922	0,38301	0,33044	0,27411	0,21102	0,14705	0,08750	0,04020
9	0,54509	0,50760	0,46512	0,41887	0,36540	0,30686	0,24006	0,17066	0,10421	0,04967
10	0,57852	0,54247	0,50095	0,45499	0,40100	0,34061	0,27043	0,19580	0,12243	0,00603
11	0,61173	0,57693	0,53665	0,49129	0,43713	0,37524	0,30203	0,22241	0,14213	0,07217
12	0,64412	0,61096	0,57217	0,52769	0,47371	0,41066	0,33477	0,25040	0,16326	0,08522
13	0,67851	0,64700	0,60979	0,56636	0,51289	0,44893	0,37047	0,28128	0,18685	0,10070

Probabilitas Bertahan Hidup Sejak Lahir, $l(x)$										
Level	$l(35)$	$l(40)$	$l(45)$	$l(50)$	$l(55)$	$l(60)$	$l(65)$	$l(70)$	$l(75)$	$l(80)$
14	0,71104	0,68144	0,64599	0,60365	0,55049	0,48547	0,40446	0,31063	0,20934	0,11431
15	0,74051	0,71292	0,67936	0,63833	0,58585	0,52025	0,43729	0,33944	0,23186	0,1289
16	0,76966	0,74425	0,71283	0,67345	0,62205	0,55629	0,47179	0,37023	0,25638	0,14518
17	0,79839	0,77532	0,74627	0,70886	0,65894	0,59346	0,50788	0,40295	0,28295	0,16323
18	0,82663	0,80602	0,77956	0,74440	0,69636	0,63159	0,54542	0,43755	0,31158	0,18314
19	0,85429	0,83626	0,81255	0,77991	0,73412	0,67051	0,58427	0,47392	0,34223	0,20495
20	0,88131	0,86593	0,84513	0,81525	0,77205	0,71002	0,62422	0,51188	0,37481	0,22866
21	0,90714	0,89437	0,87637	0,84935	0,80890	0,74900	0,66439	0,55098	0,40931	0,25456
22	0,93070	0,92076	0,90621	0,88314	0,84717	0,79148	0,71057	0,59846	0,45378	0,29018
23	0,95227	0,94512	0,93416	0,91556	0,88503	0,83508	0,75995	0,65154	0,50591	0,33422
24	0,97079	0,96622	0,95876	0,94496	0,93076	0,87826	0,81150	0,71014	0,56701	0,38934

Sumber: *Indirect Techniques for Demographic Estimation* - United Nations (1983).

Lampiran 4. *Life Table* Indonesia menurut Metode *Log-quadratic* dengan $k=0$

<i>Age</i> (x)	${}_nM_x$	l_x	d_x	q_x	p_x	L_x	T_x	e_x
0	0,02891	100.000	2.820	0,02820	0,97180	98.026	6.718.163	67,2
1	0,00156	97.180	606	0,00623	0,99377	387.511	6.620.136	68,1
5	0,00070	96.575	337	0,00349	0,99651	482.031	6.232.626	64,5
10	0,00061	96.238	291	0,00302	0,99698	480.461	5.750.594	59,8
15	0,00136	95.947	650	0,00677	0,99323	478.109	5.270.133	54,9
20	0,00189	95.297	896	0,00940	0,99060	474.244	4.792.024	50,3
25	0,00192	94.401	903	0,00957	0,99044	469.756	4.317.780	45,7
30	0,00220	93.498	1.021	0,01092	0,98908	464.936	3.848.033	41,2
35	0,00287	92.477	1.319	0,01427	0,98573	359.086	3.383.098	36,6
40	0,00408	91.157	1.841	0,02019	0,97981	451.185	2.924.013	32,1
45	0,00628	89.317	2.763	0,03093	0,96907	439.676	2.472.828	27,7
50	0,00991	86.554	4.192	0,04843	0,95157	422.290	2.033.152	23,5
55	0,0157	82.362	6.241	0,07578	0,92422	396.208	1.610.863	19,6
60	0,0248	76.121	8.909	0,11704	0,88296	358.332	1.212.655	16,0
65	0,0387	67.212	11.901	0,17706	0,82294	306.307	856.323	12,7
70	0,06021	55.311	144.550	0,26306	0,73694	240.181	550.016	9,9
75	0,09448	40.761	15.577	0,38214	0,61786	164.864	309.836	7,6
80	0,14575	25.185	13.310	0,52848	0,47152	92.649	144.972	5,8

$Age (x)$	${}_nM_x$	l_x	d_x	q_x	p_x	L_x	T_x	e_x
85	0,22138	11.875	8.115	0,68333	0,31667	39.089	52.323	4,4
90	0,31972	3.760	3.068	0,81596	0,18404	11.131	13.234	3,5
95	0,43821	692	620	0,89574	0,10426	1.911	2.103	3,0
100	0,56385	72	70	0,96646	0,03354	186	192	2,7
105	0,68263	2	2	1,00000	0,00000	6	6	2,5

Sumber: Kajian *Life Table* Indonesia Berdasarkan Hasil SP2010, BPS Statistics – Indonesia.

Lampiran 2

Tabel 4.3. Jumlah Penduduk Pria Indonesia Tahun 2020 Setelah Prorata

Golongan Umur	Jumlah Sebelum Prorata	Jumlah Setelah Prorata
0 – 4	7.996.762	8.057.669
5 – 9	12.054.557	12.146.370
10 – 14	12.248.242	12.341.530
15 – 19	11.890.104	11.980.664
20 – 24	11.799.983	11.889.857
25 – 29	10.983.136	11.066.789
30 – 34	10.678.855	10.760.190
35 – 39	11.127.884	11.212.639
40 – 44	10.363.207	10.442.138
45 – 49	9.259.566	9.330.091
50 – 54	8.066.156	8.127.591
55 – 59	6.445.652	6.494.745
60 – 64	5.104.332	5.143.209
65 – 69	3.445.786	3.472.031
70 – 74	1.943.260	1.958.061
75+	2.221.406	2.238.325
Tidak Tahu / TT	1.033.011	-

Lampiran 3

Tabel 4.4. Populasi Tercacah dan Populasi yang Telah Disesuaikan (*Adjusted*) pada Tahun 2010, Jumlah Populasi Tercacah Tahun 2020 dan Rasio Bertahan Hidup Kohort Penduduk Pria Indonesia

Golongan Umur	Populasi Tahun 2010		Populasi Tahun 2020	Rasio Bertahan Hidup Kohort
	Tercacah	<i>Adjusted</i>	Tercacah	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0 – 4	11.662.369	11.622.636	8.057.669	-
5 – 9	11.974.094	11.933.299	12.146.370	-
10 – 14	11.662.417	11.622.683	12.341.530	1,0619
15 – 19	10.614.306	10.578.143	11.980.664	1,0040
20 – 24	9.887.713	9.854.026	11.889.857	1,0230
25 – 29	10.631.311	10.595.090	11.066.789	1,0462
30 – 34	9.949.357	9.915.460	10.760.190	1,0920
35 – 39	9.337.517	9.305.704	11.212.639	1,0583
40 – 44	8.322.712	8.294.357	10.442.138	1,0531
45 – 49	7.032.740	7.008.780	9.330.091	1,0026
50 – 54	5.865.997	5.846.012	8.127.591	0,9799
55 – 59	4.400.316	4.385.324	6.494.745	0,9267
60 – 64	2.927.191	2.917.218	5.143.209	0,8798
65 – 69	2.225.133	2.217.552	3.472.031	0,7917
70 – 74	1.531.459	1.526.241	1.958.061	0,6712
75+	1.606.281	1.600.808	2.238.325	1,0094
Jumlah	119.630.913	119.223.334	136.661.899	-

Lampiran 4

**Tabel 4.5. Penentuan *Level Mortalitas* dari Masing-Masing Golongan Umur
Penduduk Pria Indonesia**

Umur x	Rasio Bertahan Hidup Kohort ${}_{10}S_{x,x+4}$	Rasio Bertahan Hidup Populasi Stasioner, ${}_5L_{x+10}/{}_5L_x$, untuk <i>level Mortalitas Model Barat</i>			<i>Level Mortalitas</i>
		20	22	24	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0	1,0619	0,98182	0,99123	0,99711	a
5	1,0040	0,98771	0,99288	0,99705	a
10	1,0230	0,98320	0,98976	0,99543	a
15	1,0462	0,97781	0,98648	0,99403	a
20	1,0920	0,97490	0,98495	0,99353	a
25	1,0583	0,97140	0,98280	0,99262	a
30	1,0531	0,96394	0,97742	0,98972	a
35	1,0026	0,95029	0,96645	0,98281	a
40	0,9799	0,92767	0,94709	0,96922	24,96
45	0,9267	0,89261	0,91578	0,94500	22,74
50	0,8798	0,84057	0,86808	0,90569	22,62
55	0,7917	0,76656	0,79885	0,84582	21,56
60	0,6712	0,66457	0,70054	0,75582	20,37
65	1,0094 ^b	0,53118	0,56833	0,62850	c

Catatan: Rata-rata *level mortalitas* sebesar 18,38

a : rasio bertahan hidup lebih dari 1,00

b : ${}_{10}S_{65+}$

c : tidak dihitung

Lampiran 5

Tabel 4.6 Perhitungan *Life Table* Penduduk Pria Indonesia menggunakan *Life Table Coale-Demeny Model Barat*

Umur x	Peluang Bertahan Hidup Pria sampai umur x , $l(x)$, model Barat			$Level\ 18,38$ $l(x+5)/l(x)$
	$Level\ 18$	$Level\ 19$	$Level\ 18,38$	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0	-	-	-	-
1	0,92570	0,93713	0,93004	0,9748
5	0,90001	0,91744	0,90663	0,9908
10	0,89112	0,91004	0,89831	0,9930
15	0,88447	0,90444	0,89206	0,9887
20	0,87391	0,89524	0,88202	0,9841
25	0,85917	0,88240	0,86800	0,9832
30	0,84379	0,86912	0,85342	0,9809
35	0,82663	0,85429	0,83714	0,9766
40	0,80602	0,83626	0,81751	0,9689
45	0,77956	0,81255	0,79210	0,9568
50	0,74440	0,77991	0,75789	0,9377
55	0,69636	0,73412	0,71071	0,9095
60	0,63159	0,67051	0,64638	0,8666
65	0,54542	0,58427	0,56018	0,8058
70	0,43755	0,47392	0,45137	0,7161
75	0,31158	0,34223	0,32323	0,5922
80	0,18314	0,20495	0,19143	-

Lampiran 6

Tabel 4.7 *Life Table* Penduduk Pria Indonesia dengan Cara *Smoothed* dengan *Life Table Coale-Demeny*

x	l_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0	100.000	6.996	0,069957	96.502	5.883.507	58,84
1	93.004	2.341	0,025171	367.335	5.787.004	62,22
5	90.663	832	0,009181	451.236	5.419.669	59,78
10	89.831	625	0,006959	447592	4.968.433	55,31
15	89.206	1.004	0,011258	443.519	4.520.841	50,68
20	88.202	1.402	0,015893	437.503	4.077.323	46,23
25	86.800	1.458	0,016800	430.353	3.639.820	41,93
30	85.342	1.627	0,019070	422.639	3.209.466	37,61
35	83.714	1.963	0,023448	413.663	2.786.827	33,29
40	81.751	2.541	0,031088	402.402	2.373.164	29,03
45	79.210	3.420	0,043180	387.498	1.970.762	24,88
50	75.789	4.718	0,062258	367.151	1.583.265	20,89
55	71.071	6.433	0,090514	339.272	1.216.114	17,11
60	64.638	8.620	0,133353	301.641	876.842	13,57
65	56.018	10.881	0,194244	252.888	575.202	10,27
70	45.137	12.814	0,283899	193.649	322.313	7,14
75	32.323	13.180	0,407760	128.664	128.664	3,98
80	19.143	-	-	.-	-	-



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate 20371
Telp. (061) 6615683-6622925 Fax. 6615683

Nomor : B.173/ST.I/ST.V.2/TL.00/12/2020

10 Desember 2020

Lampiran : -

Hal : Izin Riset

Yth. Bapak/Ibu Kepala Badan Pusat Statistik (BPS - Statistics Indonesia)

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan Hormat, diberitahukan bahwa untuk mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) bagi Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi adalah menyusun Skripsi (Karya Ilmiah), kami tugaskan mahasiswa:

Nama : Hanifah Dara Puspita
NIM : 0703162014
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 10 Agustus 1998
Program Studi : Matematika
Semester : IX (Sembilan)
Alamat : Dusun II Pendidikan No.48 Kelurahan Klumpang Kebun Kecamatan Hampan Perak

untuk hal dimaksud kami mohon memberikan Izin dan bantuannya terhadap pelaksanaan Riset di Badan Pusat Statistik (BPS - Statistics Indonesia), guna memperoleh informasi/keterangan dan data-data yang berhubungan dengan Skripsi yang berjudul:

PENDUGAAN LIFE TABLE PENDUDUK PRIA INDONESIA DENGAN METODE PROBABILITAS BERTAHAN HIDUP DENGAN CARA SMOOTHED MENGGUNAKAN LIFE TABLE COALE-DEMENY

Demikian kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Medan, 10 Desember 2020
a.n. DEKAN
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan



Digitally Signed

Dr. Rina Filia Sari, M.Si
NIP. 197703012005012006

Tembusan:

- Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan

SURAT KETERANGAN
No. B-002/03230/01/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

N a m a : Agus Setiawan, M.Env.Sc.
NIP : 19690819 199211 1 001
Pangkat/Golongan : Pembina Tk 1 / IV-b
Jabatan : Koordinator Fungsi Layanan dan Promosi Statistik, Badan Pusat Statistik

Dengan ini menerangkan bahwa:

N a m a : Hanifah Dara Puspita
NIM : 0703162014
Universitas : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (UIN SUMUT) Medan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Program Stud : Matematika
Judul Skripsi : **PENDUGAAN LIFE TABLE PENDUDUK PRIA INDONESIA DENGAN METODE
PROBABILITAS BERTAHAN HIDUP DENGAN CARA SMOOTHED
MENGUNAKAN LIFE TABLE COALE-DEMENY**

Memberikan izin untuk melakukan riset di Badan Pusat Statistik guna memperoleh informasi/keterangan yang berhubungan dengan skripsi yang akan dibuat tersebut. Silahkan untuk mengunjungi website resmi BPS di <https://www.bps.go.id> atau melakukan konsultasi statistik melalui akses ke <https://silastik.bps.go.id> atau melalui perwakilan BPS yang ada di Provinsi Sumatera Utara.

Demikian Surat Keterangan ini disampaikan agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 27 Januari 2021

Koordinator Fungsi
Layanan dan Promosi Statistik



Agus Setiawan, M.Env.Sc.