

# Analisis Sensitivitas pada Pertumbuhan Penduduk Nanggroe Aceh Darussalam dengan Metode *Life Table*

Miftahuddin\*

## Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan penduduk Provinsi NAD tahun 1990 dengan meneliti tingkat kelahiran dan kematiannya, serta memberikan informasi mengenai perkiraan jumlah penduduk yang dapat bertahan hidup di masa yang akan datang dengan mengetahui distribusi umur dan karakteristik penduduk yang stabil. Untuk mendapatkan model *life table* digunakan beberapa variabel penjelas yaitu  ${}_nq_x$ ,  $l_x$ ,  ${}_nL_x$ ,  $T_x$ , dan  $e_x^o$ . Penduduk Provinsi NAD tahun 1990 untuk jenis kelamin laki-laki dan perempuan mempunyai harapan hidup saat kelahiran sebesar 46,13 tahun dan 50,51 tahun. Sedangkan kemungkinan seorang bayi laki-laki dan perempuan yang baru lahir akan hidup selama 46,13 tahun dan 50,51 tahun. Tingkat kematian pada penduduk stabil harus sama dengan tingkat kelahiran pada tiap tahun yang ditandai dengan pembagian akhir sama dengan 100.000, dengan rata-rata umur penduduk stabil Provinsi NAD pada tahun 1990 adalah 16 tahun, sehingga didapat angka pertumbuhan yang sebenarnya saat umur 15–49 tahun (0,000173); di saat kelahiran pada kelompok umur 15–19 tahun (1,007); 20–24 tahun (1,009); 25–29 tahun (1,011); 30–34 tahun (1,013); 35–39 tahun (1,015); 40–44 tahun (1,017); dan 45–49 tahun (1,019).

**Kata Kunci:** *Tingkat kematian, life table, harapan hidup, analisis sensitivitas.*

## 1. Pendahuluan

Penduduk adalah pelaku pembangunan sekaligus merupakan potensi yang harus dikembangkan untuk mempercepat laju pembangunan. Pada tahun 1990 penduduk Provinsi NAD sebanyak 3.415.600 jiwa, dengan jumlah penduduk laki-laki dan perempuan masing-masing sebanyak 1.716.800 dan 1.698.800 jiwa. Pada tahun 2000 mencapai angka sebesar 4.213.000 jiwa, dengan jumlah penduduk laki-laki dan perempuan masing-masing sebanyak 2.106.000 dan 2.107.000 jiwa. Data tersebut merupakan data prediksi, karena pada saat itu di Provinsi NAD sedang tidak kondusif (masa konflik) yang mengakibatkan banyak dokumen hilang. Berdasarkan Sensus Penduduk Aceh Nias tahun 2005 jumlah penduduk sebanyak 4.031.589 jiwa, terdiri atas 2.005.763 laki-laki dan 2.025.826 perempuan. Pada tahun 2005 data kematian tidak ada karena pada saat tersebut informasi tentang orang-orang yang meninggal tidak jelas (pasca bencana gempa dan tsunami 2004).

Struktur kependudukan di Provinsi NAD pada dasarnya memiliki ciri relatif sama dengan ciri kependudukan Indonesia secara nasional, terutama dengan tingkat pertumbuhan yang relatif tinggi dan persebaran penduduk yang tidak merata. Pemahaman tentang keadaan kependudukan sangat penting tidak saja untuk instansi pemerintah, tetapi juga untuk dunia usaha, lembaga penelitian serta masyarakat umum. Untuk memahami keadaan kependudukan tersebut maka perlu dimengerti berbagai indikator, ukuran maupun model-model kependudukan, terutama bagaimana

\* Jurusan Matematika FMIPA Universitas Syiah Kuala Nanggroe Aceh Darussalam

menghitung suatu indikator dan cara menginterpretasikannya (Ahnaf, 2007). Pertumbuhan penduduk merupakan keseimbangan yang dinamis antara kekuatan-kekuatan yang menambah dan mengurangi jumlah penduduk. Pertumbuhan penduduk diakibatkan oleh beberapa komponen, yaitu fertilitas, mortalitas dan migrasi.

Dalam perencanaan pembangunan, data kependudukan memegang peranan yang sangat penting. Semakin lengkap dan akurat data yang tersedia maka semakin mudah dan tepat rencana pembangunan itu dibuat. Data yang dibutuhkan tidak hanya pada saat akan disusun tetapi juga dari informasi masa lampau dan masa yang akan datang (Mantra, 2003).

Komposisi penduduk yang sering digunakan untuk analisa dan perencanaan pembangunan adalah komposisi penduduk menurut umur dan jenis kelamin. Tabel kematian akan memberikan gambaran tentang sejarah kehidupan suatu kohor hipotesis yang berangsur-angsur kurang jumlahnya karena kematian. Tabel kematian merupakan alat analisa mortalitas yang paling memuaskan. Ini merupakan suatu tabel hipotesis dari sekelompok orang yang dilahirkan pada waktu yang sama (kohor) dan karena proses kematian, jumlah orang tersebut semakin lama semakin berkurang dan akhirnya akan habis semua (meninggal). Kohor adalah sekelompok penduduk yang dalam perjalanan hidupnya dipengaruhi oleh faktor-faktor yang sama.

Suatu jumlah penduduk “tertutup” (yaitu jumlah penduduk tanpa migrasi) dan mempunyai fertilitas dan mortalitas khusus menurut umur yang konstan, berapapun distribusi umurnya, akan mengalami distribusi umur yang konstan dan jumlahnya akan bertambah menurut angka yang konstan. Setiap penduduk yang mempunyai distribusi umur yang konstan dan semakin bertambah menurut angka yang konstan pula, dinamakan penduduk yang stasioner merupakan kasus khusus dari suatu penduduk yang stabil dimana angka pertumbuhan adalah nol, dan distribusi umurnya mengikuti distribusi *life table* (Pollard *et al.*, 1998).

## **2. Landasan Teori**

### **2.1. Mortalitas**

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.

Angka kematian kasar adalah angka yang menunjukkan berapa besarnya kematian yang terjadi pada suatu tahun tertentu untuk setiap 1000 penduduk. Angka ini disebut kasar sebab memperhitungkan umur penduduk dan memandang bahwa penduduk tua mempunyai resiko kematian yang lebih tinggi dibandingkan dengan penduduk yang masih muda. Besar kecilnya angka kematian dipengaruhi beberapa faktor, antara lain oleh umur, jenis kelamin, pekerjaan dan struktur perkawinan. Pola kematian menurut umur dan jenis kelamin adalah suatu indikator kematian suatu penduduk antara umur tertentu di dalam satu tahun berbanding jumlah penduduk tersebut dalam satu tahun yang sama untuk setiap 1000 jiwa. Suatu kelompok penduduk dan kelompok penduduk lainnya memiliki resiko kematian yang sangat berbeda, dalam hal ini resiko kematian adalah relatif tinggi pada umur sangat muda dan umur tua. Sehingga pola kematian menurut umur apabila digambarkan dengan grafik akan menyerupai huruf “U”.

### **2.2 . Life Table**

Pada *life table* (tabel kematian) adalah model yang menentukan kematian dari orang-orang yang masih bertahan hidup dengan hubungan kemungkinan-kemungkinan bagi individu dan penduduk itu sendiri. Dari tabel kematian dapat diukur keadaan kematian anggota kohor, misalnya jumlah mereka yang masih bertahan hidup pada berbagai tingkat umur, harapan hidup

sejak dilahirkan, umur rata-rata yang dapat dicapai dari satu kelompok penduduk tertentu. Dalam pembuatan tabel kematian dibuat beberapa asumsi:

1. Kohor hanya berkurang secara berangsur-angsur karena kematian dan tidak ada migrasi masuk dan migrasi keluar.
2. Kematian anggota kohor menurut pola tertentu pada berbagai tingkat umur.
3. Kohor berasal dari "radiks" tertentu.
4. Pada tiap tingkat umur rata-rata orang meninggal mencapai pertengahan antara dua tingkat umur berturut-turut.

### 2.3. Bentuk *Life Table*

#### a. Tabel Kematian Lengkap (*Complete Life Table*)

Tabel kematian lengkap adalah tabel kematian yang dibuat secara lengkap, terperinci menurut umur satu tahun. Tabel kematian lengkap ini biasanya mempunyai petunjuk dengan nilai  $X = 0, 1, 2, 3$ , dan seterusnya (interval antara umur yang tepat yang satu ke umur tepat berikutnya sama dengan satu).

#### b. Tabel Kematian Singkat (*Abridged Life Table*)

Tabel kematian singkat adalah tabel kematian meliputi seluruh umur tetapi tidak diperinci secara tahunan melainkan menurut kelompok umur dengan jenjang tertentu. Tabel kematian singkat merupakan bentuk tabel kematian yang lebih pendek tetapi ketepatannya hampir sama dengan kematian lengkap.

### 2.4 Analisis Sensitivitas dan Stabilitas

Analisis sensitivitas merupakan model matematika kependudukan yang digunakan untuk memperkirakan angka pertambahan yang sebenarnya. Model ini akan mengetahui distribusi umur dan karakteristik penduduk yang stabil dan menggambarkan antara berbagai variabel demografis atau atas mean umur penduduk.

Model stabilitas adalah sebuah keadaan dimana penduduk yang stabil dengan *life table* yang menggambarkan jumlah kelahiran sama dengan jumlah kematian. Teori stabil menyatakan bahwa distribusi umur dikatakan stabil ketika kelahiran khusus menurut umur dan tingkat kematian berakhir pada periode berikutnya. Penduduk yang seimbang dihasilkan oleh perkiraan pasti kelahiran tiap tahun dan *life table* untuk setiap jenis kelamin, hal ini disamakan dengan perkiraan kelahiran untuk menghasilkan perpangkatan (eksponensial)  $Be^{rt}$ . Ini akan menyebabkan akan terjadinya penurunan pertumbuhan, dengan  $r = 0.005$ , efek penyebaran umur hanya sekali pada suatu waktu. Jika probabilitas dari kelangsungan hidup untuk umur  $x$  adalah  $l_x$ , dan kelahiran pada waktu  $t$  adalah  $B_0e^{rt}$ . Untuk menghitung perkiraan jumlah dari individu antara  $x$  tahun dan  $x + dx$  tahun, jumlah untuk kelahiran adalah  $B_0e^{r(t-x)} dx$ , maka

$$\int B_0e^{r(t-x)} l(x) dx, \quad (1)$$

dengan  $B_0$  = Banyaknya kelahiran pada tahun awal;  $x$  = Umur penduduk;  $e$  = Angka eksponensial;  $l_x$  = Probabilitas dari kelangsungan hidup untuk umur  $x$ ;  $r$  = Angka pertumbuhan penduduk;  $t$  = Jangka waktu (dalam banyak tahun). Integral dari kuantitas ini adalah total penduduk pada waktu  $t$ , dan dipisahkan oleh kelompok umur lanjut  $x$  tahun untuk  $x + dx$  tahun pada waktu  $t$ , maka:

$$C(x) dx = \frac{e^{rx} l(x) dx}{\int_0^w e^{rx} l(x) dx} = b e^{-rx} l(x) dx, \quad (2)$$

dengan  $b$  menyatakan banyaknya kelahiran pada tahun awal,  $C(x)dx$  adalah penyebaran umur ( $C(0)=1$ ). Persamaan di atas merupakan penyebaran umur

$$C(x) dx = \int be^{-rx}l(x) dx,$$

untuk sekelompok penduduk antara waktu  $x$  tahun dan  $x + dx$  tahun.

### 2.4.1. Rata-rata umur pada penduduk yang stabil

Suatu peningkatan penduduk seharusnya lebih muda dari pada penduduk yang stasioner. Hal ini disebabkan oleh kelahiran anak-anak lebih cepat dari pada penuaan, sehingga dengan tingkat kelahiran yang konstan, peningkatan penduduk akan memiliki bagian yang lebih besar untuk anak-anak. Jika tingkat kelahiran adalah  $b$ , bagian anak-anak di bawah umur adalah  $\alpha$ . Dari persamaan (2) maka diperoleh

$${}_{\alpha}C_o = \frac{\int_0^{\alpha} e^{-ra} l(a) da}{\int_0^w e^{-ra} l(a) da}. \quad (3)$$

Untuk menentukan hasil ini sebagai fungsi  $r$  yang diberikan  $\alpha$  dan  $l(x)$  dapat ditulis:

$$\frac{d({}_{\alpha}C_o)}{dr} = {}_{\alpha}C_o(m - m_1), \quad (4)$$

dengan  $m$  = Umur rata-rata dari data penduduk stabil yang masuk;  $m_1$  = Umur rata-rata yang kurang dari umur  $\alpha$  tahun. Kemudian dikembangkan  ${}_{\alpha}C_o$  sebagai fungsi  $r$ , dengan  $r = 0$

$${}_{\alpha}C_o \approx \frac{{}_{\alpha}L_0}{e^0} [1 + r(m - m_1)], \quad (5)$$

${}_{\alpha}L_0 / e^0$  adalah nilai dari  ${}_{\alpha}C_o$  dengan  $r = 0$ , yaitu bagian di bawah umur  $\alpha$  tahun pada tabel kematian, penafsiran persamaan ini untuk  $r$  yang bernilai kecil.

Rata-rata umur yang diperhatikan atau model stabil seperti ditunjukkan oleh  $\bar{x}$ ,

$$\bar{x} = \frac{\int_0^w x c(x) dx}{\int_0^w c(x) dx} = \frac{\int_0^w x e^{-rx} l(x) dx}{\int_0^w e^{-rx} l(x) dx}, \quad (6)$$

maka diperoleh persamaannya

$$\bar{x} = \frac{L_1 - rL_2 + (r^2 L_3 / 2!) - (r^3 L_4 / 3!) + \dots}{L_0 - rL_1 + (r^2 L_2 / 2!) - (r^3 L_3 / 3!) + \dots} \text{ atau } \bar{x} \approx \frac{L_1}{L_0} - \delta^2 r, \quad (7)$$

dengan  $\bar{x}$  = Rataan umur penduduk;  $\delta^2$  = Varian umur wanita;  $L_0$  = Tahun kehidupan mula-mula;  $L_1$  = Tahun kehidupan pertama;  $r$  = Angka pertumbuhan penduduk.

### 2.4.2. Tingkat kelahiran sebenarnya sesuai dengan penduduk yang stabil

Suatu penduduk yang stabil mempunyai karakteristik tertentu. Hal ini dikarenakan distribusi umur senantiasa konstan, tetapi karena jumlah seluruh penduduk mengalami pertumbuhan  $r\%$  pertahun, maka jumlah penduduk yang mencakup di dalam setiap kelompok

harus juga bertambah  $r\%$  pertahun. Suatu jumlah penduduk yang tertutup dimana angka kelahiran dan kematian khusus menurut umur yang konstan senantiasa akan mengalami kenaikan menurut angka yang konstan. Untuk proporsi waktu yang lama dari masing-masing individu antara umur  $x$  tahun dan  $x + dx$  tahun adalah  $C(x)dx = be^{-rx}l(x)dx$ , antara umur  $y$  tahun dan  $y+dy$  tahun adalah  $C(y)dy = be^{-ry}(y)dy$ . Maka pada interval umur 5 tahun akan dipadukan kedua persamaan,

$${}_5C_x = be^{-r(x+2,5)} {}_5L_x, \quad (8)$$

$${}_5C_y = be^{-r(y+2,5)} {}_5L_y. \quad (9)$$

Diperoleh nilai

$$r = \frac{1}{y-x} \log \left[ \frac{{}_5C_x / {}_5L_x}{{}_5C_y / {}_5L_y} \right]. \quad (10)$$

Untuk mendapatkan nilai  $b$  dengan menghilangkan  $r$ , maka

$$b = \frac{\left( \frac{{}_5C_x}{{}_5L_x} \right)^{(y+2,5)/(y-x)}}{\left( \frac{{}_5C_y}{{}_5L_y} \right)^{(x+2,5)/(y-x)}}, \quad (11)$$

dengan  $b$  = Banyaknya kelahiran pada tiap tahun;  $r$  = Angka pertumbuhan penduduk;  ${}_5L_x$  = Tahun orang hidup yang dijalani antara umur tepat  $x$  dan  $x+5$ ;  ${}_5L_y$  = Tahun orang hidup yang dijalani antara umur tepat  $y$  dan  $y+5$ .

### 3. Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan studi literature, referensi dan berbagai situs internet. Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder, seperti data Tingkat Pertumbuhan dan Persebaran Penduduk NAD yang berdasarkan umur dan jenis kelamin pada tahun 1990 yang diterbitkan oleh BPS provinsi NAD. Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk tabel sesuai dengan kebutuhan analisis. Langkah pertama dimulai dengan data penduduk dan banyaknya kematian dalam setahun menurut umur dan jenis kelamin. Langkah selanjutnya mengikuti pembuatan *life table*.

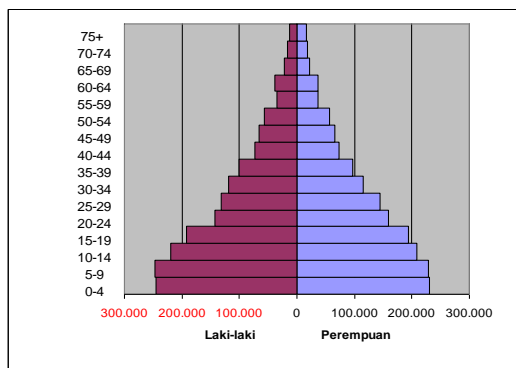
#### 4. Pembahasan

Tabel 1. Jumlah Penduduk dan Banyaknya Kematian dalam setahun Menurut Golongan Umur dan Jenis Kelamin Provinsi NAD pada Tahun 1990.

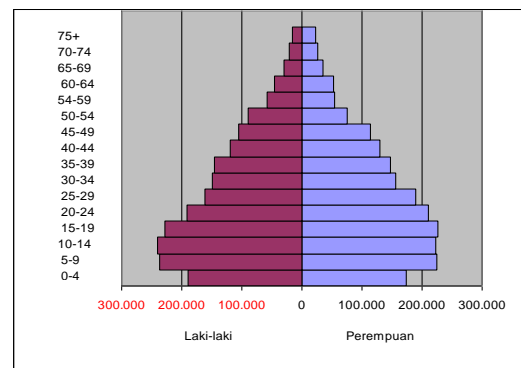
Umur (x)	Laki-laki		Perempuan		Jumlah	
	Penduduk	Kematian	Penduduk	Kematian	Penduduk	Kematian
0-4	245.100	4.470	231.300	3.460	476.400	7.930
5-9	246.300	420	228.200	330	474.400	750
10-14	219.200	280	209.300	240	428.600	520
15-19	192.000	410	194.500	340	386.400	740
20-24	143.100	430	158.500	370	310.600	800
25-29	131.700	410	143.600	390	275.200	810
30-34	118.300	420	114.500	370	232.800	790
35-39	101.200	450	97.700	390	193.900	840
40-44	73.600	440	73.000	350	146.500	780
45-49	65.300	550	66.600	420	132.000	970
50-51	57.400	710	56.700	510	114.200	1.220
55-59	35.100	640	36.800	480	71.900	1.120
60-64	37.900	1.060	36.800	740	74.700	1.790
65-69	21.200	890	21.600	690	42.900	1.580
70-74	17.000	1.100	19.100	1.000	36.100	2.110
75+	12.300	1.240	15.700	1.340	28.000	2.580
Jumlah	1.716.800	13.900	1.698.800	11.410	3.415.600	25.340

Sumber: SP 1990 NAD.

Distribusi usia dan jenis kelamin penduduk dalam suatu wilayah tertentu dapat digambarkan dengan suatu piramida penduduk, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Jumlah Penduduk dalam setahun menurut golongan umur dan jenis kelamin Provinsi NAD pada tahun 1990.



Gambar 2. Jumlah Penduduk dalam tahun 2006 menurut golongan umur dan jenis kelamin Provinsi NAD pada tahun 2006.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa jumlah penduduk terbesar berada dalam kelompok umur muda. Tipe ini umumnya terdapat pada daerah-daerah yang mempunyai angka kelahiran dan angka kematian tinggi dan juga tingkat pertumbuhan penduduk yang cepat akibat masih tingginya

kelahiran dan sudah mulai menurunnya tingkat kematian. Pada tahun 2006 di provinsi NAD bentuk piramida penduduknya menggambarkan tinggi angka kematian bayi dan tingginya resiko kematian, seperti pada Gambar 2, salah satu sebab terjadinya hal tersebut karena pemerintah menerapkan pengendalian penduduk dengan program KB.

#### 4.1 Perhitungan Mortalitas

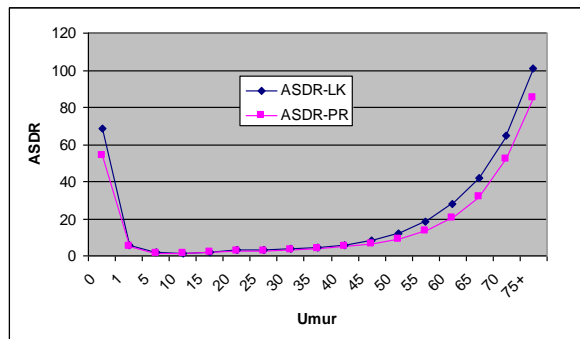
Untuk menentukan tingkat kematian pada penduduk provinsi NAD pada tahun 1990 langkah awal yang dilakukan adalah dengan menentukan tingkat kematian kasar. Contoh perhitungan tingkat kematian kasar untuk penduduk NAD pada tahun 1990 dengan jumlah kematian penduduk perempuan dan laki-laki sebesar 25.340 jiwa dan jumlah penduduk pada pertengahan tahun sebesar 3.415.600 jiwa, maka tingkat kematian kasar di provinsi NAD tahun 1990 :  $CDR = 7,419$ . Angka ini berarti bahwa pada tahun 1990 di provinsi NAD terdapat 7,419 kematian setiap 1000 penduduk.

Selanjutnya, contoh perhitungan tingkat kematian menurut umur untuk perempuan pada tahun yang sama dengan jumlah kematian (umur 1-4 tahun) adalah 950 jiwa dan jumlah penduduk pada pertengahan tahun (umur 1-4 tahun) adalah 185.000 jiwa, maka  $ASDR_{1-4pr} = 5,14$ . Angka ini berarti bahwa di Provinsi NAD pada tahun 1990 terdapat 5 kematian dari penduduk yang berumur 1-4 tahun per 1000 penduduk yang berumur 1-4 tahun.

Tabel 2. Tingkat Kematian Menurut Kelompok Umur (ASDR) dan Jenis Kelamin Provinsi NAD pada Tahun 1990.

Umur	Jumlah penduduk pertengahan tahun		Jumlah kematian		Tingkat kematian menurut umur (ASDR)	
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan
0	49.000	46.300	3.360	2.510	68,57	54,21
1-4	196.100	185.000	1.110	950	5,66	5,14
5-9	246.300	228.200	420	330	1,71	1,45
10-14	19.200	209.300	280	240	1,28	1,15
15-19	192.000	194.500	410	340	2,14	1,75
20-24	143.100	158.500	430	370	3,00	2,33
25-29	131.700	143.600	410	390	3,11	2,72
30-34	118.300	114.600	420	370	3,55	3,23
35-39	101.200	97.700	450	390	4,45	3,99
40-44	73.600	73.000	440	350	5,98	4,79
45-49	65.300	66.600	550	420	8,42	6,31
50-54	57.400	56.700	710	510	12,37	8,99
55-59	35.100	36.800	640	480	18,23	13,04
60-64	37.900	36.800	1.060	740	27,97	20,11
65-69	21.200	21.600	890	690	41,98	31,94
70-74	17.000	19.100	1.100	1.000	64,71	52,36
75+	12.300	15.700	1.240	1.340	100,81	85,35

Hasil perhitungan Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase tingkat kematian menurut umur dan jenis kelamin berkisar antara 1–101%. Persentase yang paling tinggi adalah di saat penduduk NAD pada tingkat kematian bayi dan pada umur 60–75 tahun ke atas. Tingkat kematian menurut umur dapat digambarkan seperti dalam Gambar 3.



Gambar 3. Tingkat Kematian Menurut Kelompok umur dan jenis kelamin Provinsi NAD pada tahun 1990.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada tingkat kematian menurut umur perempuan lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki, dan pada kelompok umur anak-anak tingkat kematian tinggi kemudian menurun pada usia dewasa dan meningkat kembali pada usia tua. Pada umur 0-4 tahun (balita) angka kematian sangat tinggi, terutama angka kematian bayi (umur di bawah satu tahun), karena hal tersebut perhitungan untuk kematian bayi dibuat tersendiri.

Pada umur 1-4 tahun (tingkat kematian anak) di Provinsi NAD tingkat kematian anak jenis kelamin laki-laki dan perempuan sekitar 6% dan 5% artinya pada tahun 1990 terdapat 6 kematian untuk laki-laki dan 5 kematian untuk perempuan dari penduduk yang berumur 1-4 tahun per 1000 penduduk yang berumur 1-4 tahun. Tingkat kematian anak banyak disebabkan oleh kondisi kesehatan, keadaan kurang gizi, tingginya prevalensi penyakit menular, dan insiden kecelakaan di dalam atau di sekitar rumah. Tingkat kematian anak dapat dicegah dengan adanya perbaikan kondisi sosial ekonomi seperti kesehatan, perekonomian, lingkungan, dan lain-lain.

Angka kematian akan mulai meningkat pada saat kelahiran, kemudian menurun cepat sampai tingkat minimum sekitar umur 15 tahun dan naik lagi sepanjang masa kehidupan berikutnya. Penyebab mortalitas pada umur remaja sampai dewasa terjadi karena kecelakaan dan khusus wanita pada saat melahirkan dan komplikasi kandungan. Pada usia tua rentang mendapat penyakit jantung, paru-paru, kanker, karena usianya yang sudah senja selain juga karena faktor lingkungan. Angka kematian bayi, angka kematian anak, dan angka kematian balita merupakan suatu alat ukur yang penting, dan merupakan indikator yang sangat berguna, bukan saja untuk status kesehatan anak, juga terhadap status kesehatan penduduk secara keseluruhan dan kondisi ekonomi dimana penduduk tersebut bertempat tinggal (Soemantri *dkk*, 2004).

Contoh perhitungan tingkat kematian bayi di NAD tahun 1990 dengan jumlah kematian bayi 5.870 jiwa dan jumlah lahir hidup pada tahun 1990 adalah 101.170 jiwa, maka  $IMR = 58,02$ . Angka ini berarti pada tahun 1990 di Provinsi NAD terdapat 58,02 bayi meninggal tiap tahunnya. Sebab kematian bayi dapat dibedakan dalam dua kelompok yaitu kematian yang diakibatkan oleh keadaan kelahiran (*endogen*) atau kondisi pro-nata yang disebabkan oleh kesulitan pada saat kelahiran, kematian kedua disebabkan oleh infeksi dan kecelakaan (*eksogen*). Dengan memahami angka kematian bayi yang merupakan salah satu indikator kesejahteraan masyarakat yang baik, dapat dinyatakan bahwa penurunan angka kematian bayi akan sejalan dengan peningkatan kesejahteraan keluarga dan masyarakat, faktor utama yang mendukung tercapainya kesejahteraan masyarakat adalah di bidang kesehatan, lingkungan, perekonomian, sosial dan budaya.

## 4.2 Perhitungan Metode *Life Table*

### a. Probabilitas kematian antara umur $x$ tahun dan $x + n$ tahun



## *Miftahuddin*

Untuk menentukan probabilitas kematian antara umur  $x$  tahun dan  $x+n$  tahun, digunakan persamaan (2). Contoh perhitungan  ${}_nq_x$  jenis kelamin laki-laki dan perempuan di provinsi NAD tahun 1990 untuk umur 0 tahun dengan tingkat kematian menurut umur dan jenis kelamin sebesar 68,57 per 1000 dan 54,21 per 1000 adalah  ${}_1q_0lk = 0,13714$ . Jika nilai  ${}_1q_0$  laki-laki = 0,13714 berarti bahwa sekitar 14% dari sejumlah kelahiran hidup meninggal sebelum bayi tersebut mencapai umur tepat satu tahun, nilai ini sering dipakai sebagai perkiraan terhadap angka kematian bayi adalah  ${}_4q_1pr = 0,04108$ . Jika nilai  ${}_4q_1 = 0,04108$  berarti bahwa sekitar 4,1% dari mereka yang telah mencapai ulang tahunnya yang pertama meninggal sebelum mencapai umur tepat 5 tahun.

### **b. Jumlah orang yang berhasil mencapai umur tepat $x$ tahun**

Untuk menentukan jumlah orang yang berhasil mencapai umur tepat  $x$  tahun, digunakan persamaan (3). Contoh perhitungan  $l_x$  jenis kelamin laki-laki dan perempuan di NAD tahun 1990 adalah  $l_{0+1}lk = 100000(1 - 0.13714)$ ;  $l_1lk = 86.286$ . Nilai  $l_1lk = 86.286$  berarti bahwa dari mereka yang lahir, 86,27% diantaranya dapat mencapai ulang tahunnya yang pertama.

$$l_{4+1}pr = 89158(1 - 0.041081),$$

$$l_5pr = 85.495.$$

Sedangkan nilai  $l_5pr = 85.495$  berarti bahwa dari mereka yang lahir, 85,5% diantaranya dapat mencapai ulang tahunnya yang kelima.

### **c. Tahun orang hidup yang dijalani antara umur tepat $x$ tahun dan $x+n$ tahun**

Untuk menentukan tahun orang hidup yang dijalani antara umur  $x$  dan  $x+n$ , contoh perhitungan  ${}_nL_x$  jenis kelamin laki-laki dan perempuan di provinsi NAD tahun 1990 adalah

$${}_1L_0lk = 0,3l_0 + 0,7l_1,$$

$${}_1L_0lk = 0,3(100.000) + 0,7(86286) = 90.400.$$

Jadi nilai 90.400 berarti bahwa kohor dengan radiks 100.000 orang antara saat kelahiran dan umur tepat 1 tahun menjalani 90.400 jiwa,

$${}_4L_1pr = 1,9l_1 + 2,1l_5$$

$${}_4L_1pr = 1,9(89.158) + 2,1(85.495) = 348.939$$

Sedangkan nilai 348.939 menunjukkan bahwa kohor dengan radiks 100.000 orang antara umur tepat 1 dan 5 tahun menjalani 348.939 jiwa.

### **d. Total tahun orang hidup setelah umur tepat $x$ tahun**

Untuk menentukan total tahun orang hidup setelah umur tepat  $x$ , contoh perhitungan  $T_x$  jenis kelamin laki-laki dan perempuan di provinsi NAD tahun 1990 sebagai berikut:

$$T_0lk = {}_1L_0 + {}_4L_1 + \dots + {}_wL_{75}$$

$$T_0lk = 90.400 + 336.939 + \dots + 15.415 = 4.613.001$$

Jadi nilai 4.613.001 menunjukkan bahwa kohor dengan radiks 100.000 orang dari saat lahir sampai semua anggota kohor meninggal menjalani 4.613.001 jiwa,

$$T_5pr = {}_5L_5 + \dots + {}_wL_{75}$$

$$T_5pr = 424.384 + 418.878 + \dots + 33.025 = 4.609.193$$

Jadi nilai 4.609.193 menunjukkan kohor dengan radiks 100.000 orang dari saat ulang tahunnya yang kelima sampai semua anggota kohor meninggal menjalani 4.609.193 jiwa.

### **e. Angka Harapan Hidup pada saat umur tepat $x$ tahun**

*Miftahuddin*

Untuk menentukan angka harapan hidup pada saat umur tepat  $x$ , contoh perhitungan  $e_x^o$  jenis laki-laki dan perempuan di provinsi NAD tahun 1990 adalah  $e_{0lk}^o = \frac{4613001}{100000} = 46,13$ .

Nilai 46,13 ini menunjukkan bahwa secara rata-rata seorang pada saat lahir akan dapat diharapkan hidup selama 46,13 tahun lagi,  $e_{1pr}^o = \frac{4958132}{89157.7} = 55,61$ . Jadi nilai  $e_{1pr}^o = 55,61$

ini menunjukkan bahwa apabila seseorang telah mencapai ulang tahunnya yang pertama, secara rata-rata dia diharapkan akan hidup 56 tahun lagi, (ia akan meninggal pada umur sekitar 57 tahun lagi). Hasil perhitungan *Life Tabel* di provinsi NAD tahun 1990 berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Tabel Kematian untuk Laki-laki Propinsi NAD tahun 1990.

Umur (x)	$l_x$	$nq_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x^o$
0	100.000	0,13714	90.400	4.613.001	46,13
1-4	86.286	0,04528	336.939	4.522.601	52,41
5-9	82.379	0,01705	408.383	4.185.662	50,81
10-14	80.974	0,01277	402.287	3.777.279	46,65
15-19	79.940	0,02135	395.435	3.374.992	42,22
20-24	78.234	0,03005	385.291	2.979.557	38,09
25-29	75.883	0,03113	373.508	2.594.266	34,19
30-34	73.521	0,0355	361.076	2.220.758	30,21
35-39	70.911	0,04447	346.669	1.859.680	26,23
40-44	67.757	0,05978	328.659	1.513.011	22,33
45-49	63.707	0,08422	305.120	1.184.352	18,59
50-54	58.341	0,12369	273.666	879.232	15,07
55-59	51.125	0,18234	232.320	605.567	11,84
60-64	41.803	0,27968	179.786	373.247	8,93
65-69	30.111	0,41981	118.955	193.461	6,42
70-74	17.470	0,64705	59.091	74.507	4,26
75+	6.166	1,00000	15.415	15.415	2,5

Interpretasi angka harapan hidup pada penduduk laki-laki Provinsi NAD dari tabel di atas adalah Untuk  $e_0^o = 46,13$  tahun, menunjukkan bahwa secara rata-rata seseorang saat lahir akan dapat diharapkan hidup selama 46,13 tahun lagi.

Untuk  $e_1^o = 52,41$  tahun, menunjukkan bahwa apabila seseorang telah mencapai ulang tahunnya yang pertama, secara rata-rata diharapkan akan hidup 52,41 tahun lagi (diperkirakan meninggal pada umur sekitar 53,41 tahun).

⋮

Untuk  $e_{75+}^o = 2,5$  tahun, menunjukkan bahwa apabila seseorang telah mencapai ulang tahunnya yang ke 75 secara rata-rata diharapkan akan hidup 2,5 tahun lagi (diperkirakan meninggal 77,5 tahun).

Tabel 4. Tabel Kematian untuk Perempuan Provinsi NAD tahun 1990.

Umur (x)	$l_x$	$nq_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x^o$
0	100.000	0,10842	92.410	5.050.542	50,51

*Miftahuddin*

1-4	89.158	0,04108	348.939	4.958.132	55,61
5-9	85.495	0,01446	424.384	4.609.193	53,91
10-14	84.259	0,01147	418.878	4.184.808	49,67
15-19	83.293	0,01748	412.823	3.765.930	45,21
20-24	81.837	0,02334	404.407	3.353.108	40,97
25-29	79.926	0,02716	394.205	2.948.701	36,89
30-34	77.756	0,03227	382.502	2.554.496	32,85
35-39	75.245	0,03992	368.717	2.171.994	28,87
40-44	72.242	0,04795	352.549	1.803.278	24,96
45-49	68.778	0,06306	333.046	1.450.729	21,09
50-54	64.441	0,08995	307.712	1.117.683	17,34
55-59	58.644	0,13043	274.099	809.971	13,81
60-64	50.995	0,20109	229.339	535.872	10,51
65-69	40.741	0,31944	171.167	306.533	7,52
70-74	27.726	0,52356	102.341	135365	4,88
75+	13.210	1,00000	33.025	33.025	2,5

Interpretasi angka harapan hidup penduduk perempuan Provinsi NAD yang diperoleh:

Untuk  $e_0^o = 50,51$  tahun, menunjukkan bahwa secara rata-rata seseorang saat lahir akan dapat diharapkan hidup selama 50,51 tahun lagi.

⋮

Untuk  $e_{75+}^o = 2,5$  tahun, menunjukkan bahwa apabila seseorang telah mencapai ulang tahunnya yang ke 75 secara rata-rata diharapkan akan hidup 2,5 tahun lagi (diperkirakan meninggal 77,5 tahun).

Tabel kematian laki-laki berbeda dengan tabel kematian perempuan, hal ini disebabkan oleh harapan hidup laki-laki lebih rendah daripada perempuan. Angka kematian pria menurut umur banyak disebabkan penyakit paru-paru, kanker dan juga jantung, ini disebabkan pria terlalu banyak merokok (American Heart Association, 2003), dan juga karena pria itu pekerja berat jadi resiko kematian sangat besar. Sebab khusus kematian tidak membawa pengaruh yang sama terhadap pria dan wanita maupun semua kelompok umur, contohnya pada cacat pembawaan biasanya sangat mempengaruhi angka kematian kelompok umur yang masih sangat muda, penyakit jantung merupakan sebab kematian yang serius bagi kelompok umur yang lebih tinggi, dan komplikasi kehamilan dan kelahiran hanya akan mempengaruhi kepada wanita saja.

Sejalan dengan menurunnya angka kematian, terutama angka kematian bayi dan balita, maka angka harapan hidup pada saat lahir dengan sendirinya meningkat, sejalan dengan keberhasilan pembangunan di berbagai sektor khususnya penurunan angka kematian bayi, maka diduga angka harapan hidup saat lahir akan meningkat.

Di samping itu, dengan adanya metode ini maka dapat ditentukan perkiraan jumlah penduduk yang bertahan hidup dimasa mendatang. Dalam banyak hal perlu juga membandingkan kematian yang sebenarnya di dalam suatu jumlah penduduk tertentu dengan kematian yang diharapkan atas dasar hipotesa. Misalnya, Perusahaan Asuransi Jiwa dapat membandingkan jumlah kematian para pemegang polis yang terjadi selama satu tahun dengan jumlah kematian pemegang polis yang diharapkan menurut rumus premi yang berlaku bagi perusahaan.

### 4.3 Analisis Kestabilan Penduduk

Untuk menentukan metode analisis sensitivitas maka langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan distribusi umur jenis kelamin dan menentukan angka pertambahan yang sebenarnya berdasarkan fertilitas.

#### a. Rata-rata umur pada penduduk yang stabil

Untuk menentukan rata-rata pada saat umur stabil, contoh perhitungan diketahui varian untuk wanita adalah 90.25 atau  $\delta^2$  dan  $L_1/L_2$  pada tabel *life table* perempuan sebesar 18.88 (dikalikan 5 untuk nilai unsur tunggal) pada angka pertumbuhan sebesar 2.27% (0.0272), diperoleh  $\bar{x} \approx 18.88 - (90.5)(0.0272) \approx 16,43$ . Jadi rata-rata umur pada penduduk stabil untuk perempuan Provinsi NAD pada tahun 1990 adalah 16 tahun.

#### b. Tingkat kelahiran yang sebenarnya sesuai dengan penduduk stabil

Untuk menentukan tingkat kelahiran yang sebenarnya sesuai dengan penduduk yang stabil, dibuat perhitungan distribusi umur dan jenis kelamin pada penduduk Provinsi NAD berdasarkan fertilitas dan mortalitas tahun 1990. Dengan perhitungan ini dapat dihitung angka orang-orang yang masih hidup dari *life tabel*, maupun penduduk wanita dan pria yang stabil di dalam berbagai kelompok umur dan secara keseluruhan distribusi penduduk diasumsikan berjumlah 100.000. Perhitungan distribusi umur jenis kelamin pada penduduk stabil berdasarkan  $r = 2,272\%$ , mortalitas penduduk NAD tahun 1990 dan rasio jenis kelamin pada saat kelahiran adalah 1,01 sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perhitungan Distribusi Umur dan Jenis Kelamin pada Penduduk NAD Tahun 1990.

Umur	Kelompok Umur Pertengahan Tahun $x+2.5=y$	Penduduk Stasioner		$e^{-r(y)}$	Penduduk Stabil			
		Pria	Wanita		Pria	Wanita	Jumlah Penduduk (100000)	
		${}_5L_x$	${}_5L_y$		$1.01x(3)x(5)$	$(4)x(5)$	Pria	Wanita
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
0	2,5	90.400	92.410	0,934	85.278	86.311	1.805	1.827
1-4	3,5	336.93 9	348.939	0,909	309.340	317.186	6.548	6.714
5-9	7,5	408.38 3	424.384	0,815	336.160	345.873	7.116	7.321
10-14	12,5	402.28 7	418.878	0,712	289.293	298.241	6.124	6.313
15-19	17,5	395.43 5	412.823	0,621	248.021	256.363	5.250	5.427
20-24	22,5	385.29 1	404.407	0,542	210.916	219.187	4.465	4.640
25-29	27,5	373.50 8	394.205	0,473	178.436	186.459	3.777	3.947
30-34	32,5	361.07 8	382.502	0,413	150.616	157.973	3.188	3.344
35-39	37,5	346.66 9	368.717	0,361	126.399	133.107	2.676	2.818

*Miftahuddin*

40-44	42,5	328.65 9	352.549	0,315	104.563	111.053	2.213	2.351
45-49	47,5	305.12 0	333.046	0,275	84.747	91.588	1.794	1.939
50-54	52,5	273.66 6	307.712	0,241	66.613	74.159	1.410	1.570
55-59	57,5	232.32 0	274.099	0,209	49.040	57.287	1.038	1.213
60-64	62,5	179.78 6	229.339	0,183	33.230	41.969	703	888
65-69	67,5	118.95 5	171.167	0,159	19.103	27.216	404	576
70-74	72,5	590.91	102.341	0,139	8.296	14.225	176	301
75+	77,5	15.415	33.025	0,122	1.899	4.029	40	85
<b>Jumlah</b>					<b>2.301.951</b>	<b>2.422.22 6</b>	<b>48.727</b>	<b>51.273</b>

Dari Tabel 5, digunakan persamaan (8), dan persamaan (10) dengan nilai maksimum  $x-y = 25$  tahun dan dibuat dalam bentuk tabel berikut.

Tabel 6. Angka Pertambahan Rata-rata dan Kelahiran yang Sebenarnya.

<b>Umur</b>	<b><i>r</i></b>	<b><i>b</i></b>
15-19	0.000173	1.007
20-24	0.000173	1.009
25-29	0.000173	1.011
30-34	0.000173	1.013
35-39	0.000173	1.015
40-44	0.000173	1.017
45-49	0.000173	1.019

Dari hasil analisa diketahui bahwa jumlah penduduk yang tingkat kematian hampir sama dengan kelahiran yaitu dengan pembagian akhir sama dengan 100.000, dengan nilai rata-rata umur penduduk stabil Provinsi NAD pada tahun 1990 adalah 16 tahun, sehingga didapat angka pertumbuhan sebenarnya saat umur 15-49 tahun (0,000173), di saat kelahiran untuk umur 15-19 tahun (1,007), umur 20-24 tahun (1,009), umur 25-29 tahun (1,011), umur 30-34 tahun (1,013), umur 35-39 tahun (1,015), umur 40-44 tahun (1,017) dan umur 45-49 tahun (1,019).

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diambil beberapa simpulan, yaitu tingkat kematian pada laki-laki lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat kematian pada perempuan yang disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya pekerjaan dan kesehatan. Dengan angka harapan hidup saat kelahiran untuk laki-laki adalah 46,13 tahun dan untuk wanita adalah 50,51 tahun, dengan kata lain kemungkinan seorang bayi laki-laki baru lahir akan hidup selama 46,13 tahun dan kemungkinan seorang bayi perempuan yang baru lahir akan hidup selama 50,51 tahun.

Penduduk Provinsi NAD tahun 1990 diperkirakan meninggal pada saat umur mencapai 77,5 tahun. Metode *life tabel* merupakan sarana yang sangat tepat untuk memecahkan masalah kependudukan, yang dapat diterapkan terhadap berbagai masalah mengenai jumlah orang-orang

yang masih hidup di dalam suatu kelompok masyarakat semula. Tingkat kematian pada penduduk stabil harus sama dengan tingkat kelahiran pada tiap tahun yang ditandai dengan pembagian akhir sama dengan 100.000, dengan nilai rata-rata umur penduduk stabil Provinsi NAD pada tahun 1990 adalah 16 tahun. Metode ini dapat diterapkan pada model penduduk yang stasioner, model penduduk yang stabil, dan juga dapat diterapkan dalam proyeksi penduduk.

## **Daftar Pustaka**

- [1] Ananta, A., 1990, *Penduduk Indonesia Masa Depan*, FEUI, Jakarta.
- [2] Ananta, A., 1990, *Demografi Transition in Indonesia Projection Into The Year 2020*, Lembaga Demografi FEUI, Jakarta.
- [3] Ahnaf, A., 2007, *Model Pelatihan Penyiapan Data Sektor Kependudukan, Kesehatan Reproduksi dan Gender*, BPS Indonesia, Jakarta.
- [4] BPS, 2004, *Dasar-dasar Demografi*, FEUI, Jakarta.
- [5] BPS, 2000, *Tingkat Pertumbuhan dan Persebaran Penduduk Propinsi D.I Aceh*, BPS NAD.
- [6] Felly, P. S., 2004, *Status Mortalitas Balita di Daerah Tertinggal Tahun 2004*, [http://www.ekologi.litbang.depkes.go.id/data/vol%205/Felly\\_3.pdf](http://www.ekologi.litbang.depkes.go.id/data/vol%205/Felly_3.pdf). [20 Januari 2008].
- [7] Fitria, N., 2005, *Analisis Masa Hidup Penderita Penyakit Jantung Koroner dengan Menggunakan Model Regresi Eksponensial*, Skripsi, FMIPA Unsyiah, Banda Aceh.
- [8] Keyfitz, N. and Saswel, H., 2005, *Applied Mathematical Demographi*, Third Edition, Springer New York.
- [9] Mantra, I. B., 2003, *Demografi Umum*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- [10] Pollard, A.H., Yusuf, F. and Pollard, G.N., *Teknik Demografi*, PT Bina Aksara, Jakarta.
- [11] Soemantri, S. dkk., 2004, *Kajian Kematian Ibu dan Anak di Indonesia*. Tim Kajian AKI- AKA, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Januari 2004, Jakarta.
- [12] Gavin, W. J., Raharjo, Y., 1998, *Penduduk, Lahan dan Laut*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.