

MODEL SKEDUL MIGRASI DAN APLIKASINYA DALAM PROYEKSI PENDUDUK MULTIREGIONAL

MUSLIMAH²⁾, H. SUMARNO¹⁾, DAN A. KUSNANTO¹⁾

¹⁾Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor
Jl Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 Indonesia

²⁾Mahasiswa Program S2 Matematika Terapan
Sekolah Pascasarjana, IPB
Jl Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 Indonesia

Abstract: Migration is one of demographic component beside fertility and mortality. The objective of thesis is to find model migration schedules and its application to multiregional population projection. Rogers et al. (1978) proposed one model migration schedules consist of 11 parameters. As the comparisson to that model this paper proposed another model used polinomial function. By divided Indonesia into two regions, Java-Bali and outer Java-Bali, it would be found model migration schedules. The model be implemented to multiregional population projection based on SUPAS 2005 data. The result showed that the population growth continu to decreased and will reach -0,00066 in stable condition.

Keywords: Model Migration Schedules, Multiregional, Population Projection

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang: Indonesia dewasa ini dihadapkan pada beberapa masalah kependudukan diantaranya jumlah penduduk yang besar, laju pertumbuhan penduduk yang pesat dan penyebaran penduduk yang tidak merata. Hasil SUPAS 2005 dari BPS tercatat bahwa jumlah penduduk Indonesia adalah 213.375.287 jiwa, dengan laju pertumbuhan penduduk (r) sebesar 1,3 persen pertahun. Suatu penduduk yang besar jumlahnya dan yang tumbuh dengan pesat dapat mengekang pembangunan ekonomi karena selalu perlu diadakan perluasan kesempatan kerja. Akibat-akibat lain dari pertumbuhan penduduk yang pesat juga terasa dalam keharusan penyediaan makanan, sarana kesehatan, pendidikan, perumahan, serta sarana kehidupan lainnya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan penduduk. Antara lain karena adanya hubungan diantara tiga komponen demografi, yaitu tingkat kelahiran, kematian dan adanya migrasi.

Di dalam ilmu Demografi dikenal dua macam kajian yaitu multiregional demografi dan uniregional demografi. Perbedaan yang mendasar antara keduanya adalah bahwa analisis populasi dilakukan dengan mengasumsikan terjadinya interkoneksi antar wilayah. Sebagai ilustrasi misalnya ada dua wilayah populasi. Analisis uniregional untuk perubahan populasi difokuskan hanya pada masing-masing wilayah. Sedangkan dalam perspektif multiregional, dipandang bahwa dua wilayah sebagai suatu sistem dari dua populasi yang saling berinteraksi menjadi sebuah sistem simultan yang saling berhubungan. Adanya fakta inilah yang mendorong minat peneliti untuk tidak hanya memfokuskan pada teknis pengukuran kelahiran dan kematian saja sebagai komponen penting dalam proyeksi penduduk, namun komponen ketiga yang juga penting adalah migrasi penduduk. Oleh sebab itu masalah proyeksi penduduk secara multiregional yang melibatkan komponen migrasi menjadi faktor penting untuk pengembangan wilayah, sehingga tingkat pembangunan di Indonesia dapat disejajarkan.

1.2. Tujuan Penelitian: Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan pola migrasi dalam rangka membuat model menurut umur di dua wilayah Indonesia yaitu Jawa Bali (JB) dan Luar Jawa Bali (LJB).
2. Menyusun life table multiregional di dua wilayah yaitu Jawa Bali (JB) dan Luar Jawa Bali (LJB).
3. Menyusun model pertumbuhan penduduk multiregional yaitu matriks G , yaitu matriks yang mengungkapkan kelas-kelas populasi yang mempertimbangkan umur dan migrasi secara multiregional.

2. MODEL SKEDUL MIGRASI DAN APLIKASINYA

2.1. Definisi dan Fungsi: Migrasi adalah perpindahan penduduk dari suatu tempat ke tempat lain, baik melewati batas politis negara maupun batas administrasi/batas bagian dalam suatu negara dengan tujuan untuk menetap (BPS 1995).

Pola pengamatan Migrasi menurut umur terdiri atas empat komponen penting yaitu (Rogers *et al.* 1978):

1. Pra-angkatan kerja (*pre-labor force*).
2. Angkatan kerja (*labor force*).
3. Pasca angkatan kerja (*post-labor force*).
4. Suatu konstanta c .

Penjumlahan dari keempat komponen diatas dapat diformulasikan menjadi persamaan model skedul migrasi yang terdiri atas 11 parameter sebagai berikut:

$$M(x) = \left. \begin{aligned} & a_1 \exp(-\alpha_1 x) \\ & + a_2 \exp\{-\alpha_2(x - \mu_2) - \exp[-\lambda_2(x - \mu_2)]\} \\ & + a_3 \exp\{-\alpha_3(x - \mu_3) - \exp[-\lambda_3(x - \mu_3)]\} \\ & + c \end{aligned} \right\} x = 5, 6, 7, \dots, z \quad (1)$$

Untuk menggambarkan model tersebut, didefinisikan:

a_1 = komponen pra-pekerja

α_1 = tingkat penurunan komponen umur pra-angkatan kerja

- a_2 = komponen angkatan kerja
- μ_2 = rata-rata umur angkatan kerja
- α_2 = tingkat penurunan komponen umur angkatan kerja
- λ_2 = tingkat kenaikan komponen umur angkatan kerja
- a_3 = komponen pasca angkatan kerja
- α_3 = tingkat penurunan komponen umur pasca angkatan kerja
- μ_3 = rata-rata umur pasca angkatan kerja
- λ_3 = tingkat kenaikan komponen umur pasca angkatan kerja
- c = konstanta
- x = komponen umur
- M = target migrasi.

Karakteristik model skedul migrasi juga dapat dilihat dari kaitan antara kelompok umur pra-angkatan kerja dan angkatan kerja. Model skedul dikatakan memiliki puncak awal, jika $\mu_2 < 19$ tahun. Puncak normal dapat terjadi jika $19 \leq \mu_2 < 22$ tahun. Model skedul dikatakan puncak lambat jika memiliki $\mu_2 \geq 22$ tahun. Rasio yang mencerminkan “tingkat dominasi tenaga kerja”, dinotasikan oleh $\delta_{12} = a_1/a_2$. Suatu model skedul dikatakan memiliki dominasi tenaga kerja jika $\delta_{12} < 0,2$. Jika nilai $0,2 \leq \delta_{12} < 0,4$, maka skedul dikatakan normal. Sedangkan $\delta_{12} \geq 0,4$ maka skedul dikatakan dominasi anak-anak. Asimetri tenaga kerja menggambarkan kemencengan bentuk kurva puncak migrasi usia angkatan kerja. Nilai ini dinotasikan oleh $\sigma_2 = \lambda_2/a_2$. Jika $\sigma_2 < 2$, maka model skedul dikatakan simetris. Model skedul dikatakan asimetri normal jika $2 \leq \sigma_2 < 5$. Dan model skedul dikatakan asimetris, jika $\sigma_2 \geq 5$.

Pola migrasi menurut kelompok umur dapat berbeda sesuai dengan karakteristik individu penduduk atau wilayahnya. Rogers (1984) telah menyederhanakan pola yang ada menjadi tiga keluarga model skedul migrasi berdasarkan bentuk pola migran pada umur pasca-angkatan kerja, yaitu:

1. Model penuh yang terdiri 11 parameter. Model ini diperlihatkan persamaan (1).
2. Model tidak Penuh yang terdiri 9 parameter dalam persamaan matematis:

$$M(x) = \left. \begin{aligned} & a_1 \exp(-\alpha_1 x) \\ & + a_2 \exp\{-\alpha_2(x - \mu_2) - \exp[-\lambda_2(x - \mu_2)]\} \\ & + a_3 \exp(\alpha_3 x) \\ & + c \end{aligned} \right\} x = 5, 6, 7, \dots, z \quad (2)$$

3. Model sederhana yang terdiri 7 parameter dalam persamaan matematis:

$$M(x) = \left. \begin{aligned} & a_1 \exp(-\alpha_1 x) \\ & + a_2 \exp\{-\alpha_2(x - \mu_2) - \exp[-\lambda_2(x - \mu_2)]\} \\ & + c \end{aligned} \right\} x = 5, 6, 7, \dots, z \quad (3)$$

2.2. Life Table Multiregional: *Life Table* adalah suatu gambaran yang menunjukkan riwayat kematian dalam masyarakat pada waktu tertentu. Perhitungan *life table* multiregional dimulai dengan pendugaan migrasi keluar menurut umur dan tingkat kematian.

Pendugaan migrasi keluar menurut umur dan tingkat kematian untuk kasus dua wilayah didefinisikan:

$$A(x) = \begin{bmatrix} M_{11}(x) & -M_{21}(x) \\ -M_{12}(x) & M_{22}(x) \end{bmatrix}$$

$$\text{dimana } M_{ii}(x) = M_{id}(x) + \sum_{j \neq i} M_{ij}(x) \quad i, j = 1, 2$$

$M_{id}(x)$ adalah tingkat mortalitas tahunan menurut umur di daerah- i dan $M_{ij}(x)$ adalah jumlah tingkat migrasi menurut kelompok umur dari daerah- i ke daerah- j . Untuk mendapatkan jumlah tingkat migrasi menurut kelompok umur $\{0-4, 5-9, 10-14, \dots\}$ dari daerah- i ke daerah- j , ditetapkan:

$$M_{ij}(0-4) = \frac{1}{5} \int_0^5 M(x) dx, \quad M_{ij}(5-9) = \frac{1}{5} \int_5^{10} M(x) dx, \text{ dan seterusnya,}$$

dimana $M(x)$ adalah model skedul terpilih pada masing-masing wilayah.

Pada dasarnya semua fungsi life tabel berasal dari matriks peluang transisi $P(x)$ yang didefinisikan untuk semua umur. Matriks peluang transisi $P(x)$ untuk interval 5 tahunan ditentukan dari matriks $A(x)$ dengan menggunakan formula :

$$P(x) = \left[I + \frac{5}{2} A(x) \right]^{-1} \left[I - \frac{5}{2} A(x) \right], \quad (4)$$

dengan $A(x)$ adalah matriks yang melibatkan data migrasi dan data kematian

$$\text{Untuk kasus dua wilayah matriks peluang transisi } P(x) = \begin{bmatrix} p_{11}(x) & p_{21}(x) \\ p_{12}(x) & p_{22}(x) \end{bmatrix}$$

2.3. Survivorship: *Survivorship* adalah proporsi penduduk yang bertahan hidup pada suatu periode sampai periode berikutnya, dinyatakan dengan:

$$S(x) = \frac{L(x+5)}{L(x)} \quad (5)$$

dimana $L(x)$ menyatakan jumlah penduduk dari umur x sampai umur $x+4$

Pada populasi multiregional penduduk yang diharapkan bertahan hidup sampai interval waktu 5 tahun adalah:

$$K^{(t+1)} = S(x)K^{(t)}(x) \quad (6)$$

$$\text{Untuk kasus dua wilayah matriks } Survivorship \ S(x) = \begin{bmatrix} s_{11}(x) & s_{21}(x) \\ s_{12}(x) & s_{22}(x) \end{bmatrix}$$

dengan elemen baris ke- i kolom ke- j adalah :

$$s_{ji}(x) = \frac{{}_{i0}L_i(x+5) {}_{j0}L_j(x) - {}_{j0}L_i(x+5) {}_{i0}L_j(x)}{{}_{i0}L_i(x) {}_{j0}L_j(x) - {}_{j0}L_i(x) {}_{i0}L_j(x)}, \quad i, j = 1, 2 \quad (7)$$

2.4. Kelahiran: Tingkat kelahiran penduduk wanita pada usia x di daerah- i

dinotasikan dengan $F_i(x) = \frac{\beta_i(x)}{\rho_i(x)}$, dimana $\beta_i(x)$ merupakan banyaknya

kelahiran pada waktu umur x di daerah- i dan $\rho_i(x)$ merupakan banyaknya penduduk wanita pada waktu umur x di daerah- i . Jumlah bayi yang lahir dari wanita usia reproduksi x sampai interval waktu 5 tahun adalah:

$$K^{(t+1)} = B(x)K^{(t)} \quad (8)$$

$$\text{Untuk kasus dua wilayah matriks kelahiran } B(x) = \begin{bmatrix} b_{11}(x) & b_{21}(x) \\ b_{12}(x) & b_{22}(x) \end{bmatrix}$$

dengan elemen baris ke- i kolom ke- j adalah :

$$b_{ji}(x) = \frac{1}{2} \left[\frac{{}_{j0}L_i(0)}{{}_{i0}L_j(0)} F_j(x) + \sum_{k=1}^m S_{jk}(x) \frac{{}_{k0}L_i(0)}{{}_{i0}L_k(0)} F_k(x+5) \right], \quad (9)$$

dengan asumsi $l(0) = 100\ 000$

${}_{j0}L_i$ = jumlah penduduk yang pada awal interval waktu tinggal di daerah- i dan pada akhir interval tinggal di daerah- j

2.5. Matriks Proyeksi Multiregional: Dari matriks survivorship dan matriks kelahiran, dapat di susun matriks operator pertumbuhan penduduk secara multiregional yaitu :

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 0 & B(\alpha-5) & \dots & B(\beta-5) & 0 & \dots & 0 \\ S(0) & 0 & 0 & \dots & & & \dots & 0 \\ 0 & S(5) & 0 & \dots & & & \dots & 0 \\ 0 & 0 & S(10) & \dots & & & \dots & 0 \\ & & & \ddots & & & & \\ & & & & \ddots & & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \ddots & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & S(z-5) & 0 \end{bmatrix}$$

dimana α = usia reproduksi terendah
 β = usia reproduksi tertinggi

Matriks G di atas yang kemudian disebut sebagai proses pertumbuhan dengan generalisasi Matriks Leslie. Dari matriks operator G maka dapat dilakukan proyeksi penduduk dengan menggunakan model proyeksi generalisasi Matriks Leslie yang melibatkan migrasi secara multiregional yaitu:

$$K^{(t+1)} = G K^{(t)} \tag{10}$$

dimana $K^{(t+1)}$ = Jumlah penduduk pada tahun $(t+1)$

$K^{(t)}$ = Jumlah penduduk pada awal tahun (t)

Pada populasi model proyeksi generalisasi Matriks Leslie yang telah mencapai sebaran umur stabil akan berlaku :

$$K^{(t+n)} = G^n K^{(t)} = \lambda^n K^{(t)} \quad n = 1,2,3 \dots \tag{11}$$

dengan n merupakan periode waktu setelah sebaran umur mencapai stabil, dan λ adalah suatu konstanta yang merupakan akarciri (*nilai eigen*) dominan dari matriks G , yang kemudian λ disimpulkan sebagai laju perubahan. Apabila $\lambda > 1$ maka terjadi kenaikan, $\lambda < 1$ terjadi penurunan, dan untuk $\lambda = 1$ maka konstan. Sedangkan laju pertumbuhan penduduk (r) pada saat sebaran umur mencapai stabil untuk interval umur 5 tahunan dapat ditentukan dengan:

$$r = \frac{1}{5} \ln \lambda$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Sumber Data: Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data yang di ambil dari BPS hasil SUPAS terakhir tahun 2005. Data yang di ambil meliputi data migrasi risen menurut umur, data kematian, data kelahiran dan data jumlah penduduk.

3.2. Metode Analisis Data: Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis data:

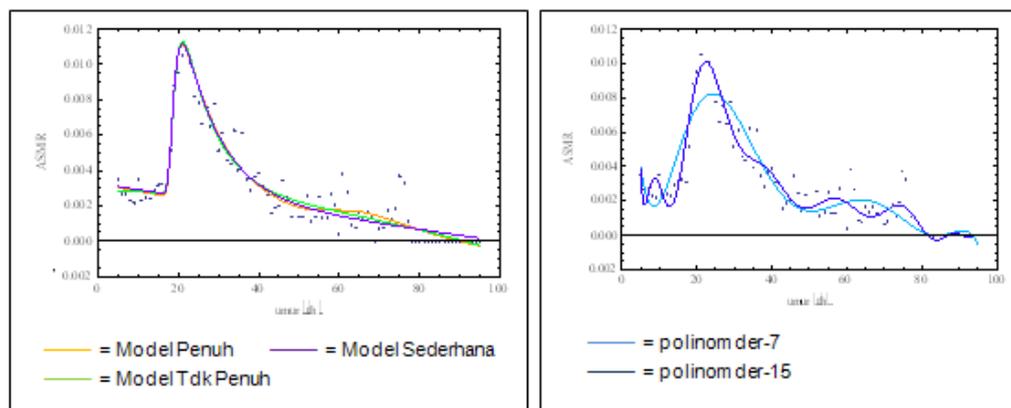
- a. Mengelompokkan wilayah Indonesia menjadi dua wilayah yaitu Jawa Bali (JB) dan Luar Jawa Bali (LJB).
- b. Pengolahan data dasar migrasi untuk dua wilayah tersebut.
- c. Membuat pola model skedul migrasi untuk dua wilayah tersebut dengan dibantu *software Mathematica 6.0* :
 - i). Dengan mengikuti model Rogers (1984).
 - ii). Membuat pola baru berupa fungsi polinom dengan bentuk umum:

$$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots + a_mx^m \quad x = 5,6, \dots,z.$$

- d. Menyusun *life table* untuk dua wilayah tersebut.
- e. Menyusun *life table* multiregional yang melibatkan migrasi keluar menurut umur dan tingkat kematian.
- f. Mencari matriks operator G (matriks leslie) untuk menduga jumlah penduduk pada satu interval waktu tertentu yang melibatkan *survivorship* dan kelahiran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Model Skedul Migrasi keluar dari wilayah JB: Kajian ini menawarkan 5 macam model untuk dipilih salah satu model. Dari 5 macam model tersebut 3 model diantaranya adalah model yang ditawarkan Rogers (1984). Sedangkan 2 model lain adalah model polinom berderajat-7 dan model polinom berderajat-15. Angka Migrasi menurut kelompok umur (*Age Specific Migration Rate/ASMR*) diperoleh dari proporsi penduduk yang berstatus migran. Berdasarkan pada *scatter diagram* dan *fitting* data yang dilakukan maka diperoleh plot sebagai berikut:



Gambar 1. Plot pendugaan pola model skedul migrasi keluar wilayah JB dengan Model yang ditawarkan Rogers (1984) dan model fungsi polinom.

Berdasarkan Gambar 1 di atas, pola model yang ditawarkan Rogers(1984) secara umum lebih baik dibandingkan dengan model polinom. Hal ini ditandai dengan relatif lebih kecilnya nilai *Proportional Error (PE)* model Rogers daripada model polinom. Untuk lebih jelasnya berikut nilai *PE* antara kelima model:

$$PE = \frac{\sum_{x=5}^{95} |M(x) - \hat{M}(x)|}{\sum_{x=5}^{95} M(x)}, \quad M(x) = \text{aktual}, \quad \hat{M}(x) = \text{dugaan}$$

Tabel 1 Perbandingan nilai *PE* model skedul migrasi keluar wilayah JB

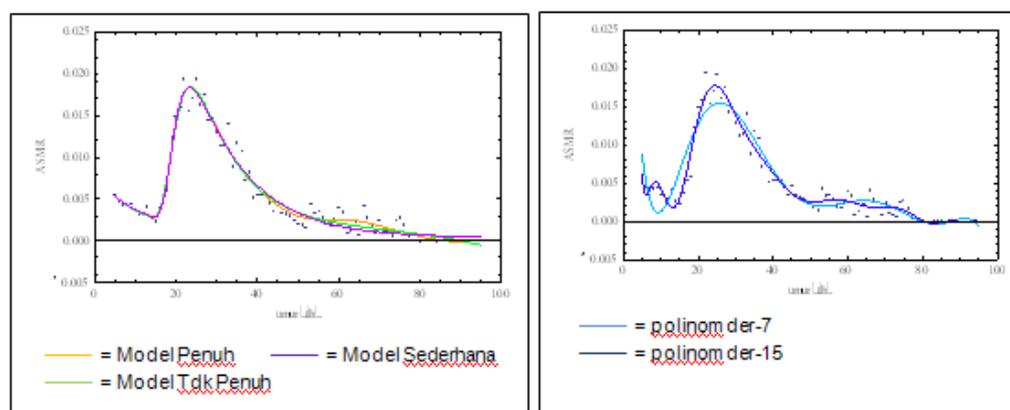
	Model				
	Penuh	Tdk Penuh	Sederhana	Pol der-7	Pol der-15
<i>Proportional Error</i>	22,47 %	22,63 %	23,75 %	30,08%	24,31%

Dari kelima model di atas nilai *PE* yang paling kecil adalah Model Penuh dengan nilai $PE = 22,47\%$ dan nilai-nilai parameter $a_1 = 0,050819$, $a_2 = 0,000764716$,

$a_2 = 0,012608$, $\mu_2 = 18,5611$, $\alpha_2 = 0,100865$, $\lambda_2 = 0,857421$, $a_3 = 0,001438$, $\alpha_3 = 0,144974$, $\mu_3 = 77,0189$, $\lambda_3 = 0,0704837$ dan $c = 0,0476087$. Sehingga untuk analisis selanjutnya model yang akan dipilih adalah Model Penuh.

Berdasarkan nilai-nilai parameter yang diperoleh dari Model Penuh maka model skedul migrasi keluar dari wilayah JB memiliki puncak awal dimana rata-rata umur angkatan kerja adalah $\mu_2 = 18,5611$ tahun. Kurva model didominasi anak-anak dengan $\delta_{12} = 4,03$. Kemencengan kurva puncak migrasi untuk usia angkatan kerja memiliki kurva asimetris dengan $\sigma_2 = 8,5$. Puncak migrasi tertinggi terbentuk pada tahap angkatan kerja yaitu pada usia $x_h = 21$ tahun, dengan ASMR sebesar 0,0111135.

4.2. Model Skedul Migrasi keluar dari wilayah LJB: Berdasarkan pada *scatter diagram* dan *fitting* data yang dilakukan maka model skedul keluar dari wilayah LJB diperoleh plot sebagai berikut:



Gambar 2. Plot pendugaan pola model skedul migrasi keluar wilayah LJB dengan Model yang ditawarkan Rogers (1984) dan model fungsi polinom.

Pada model skedul migrasi keluar wilayah LJB, Gambar 2 menunjukkan bahwa model yang ditawarkan Rogers (1984) secara umum juga tetap lebih baik dari model polinom. Hal ini bisa dilihat dari perbandingan nilai *PE* antara kelima model sebagai berikut:

Tabel 2 Perbandingan nilai *PE* model skedul migrasi keluar wilayah LJB

	Model				
	Penuh	Tdk Penuh	Sederhana	Pol der-7	Pol der-15
<i>Proportional Error</i>	15,45 %	16,73 %	17,95 %	23,86%	16,6%

Dari kelima model di atas nilai *PE* yang paling kecil adalah Model Penuh dengan nilai *PE* = 15,45% dan nilai-nilai parameter $a_1 = 0.008082$, $\alpha_1 = 0.0624743$,

$a_2 = 0.029128$, $\mu_2 = 19.4569$, $\alpha_2 = 0.0753041$, $\lambda_2 = 0.365258$, $a_3 = 0.0031272$, $\alpha_3 = 0.154708$, $\mu_3 = 75.3528$, $\lambda_3 = 0.0729692$ dan $c = -0.000586551$. Sehingga untuk analisis selanjutnya model terpilih adalah Model Penuh.

Berdasarkan nilai-nilai parameter yang diperoleh dari Model Penuh maka model skedul migrasi keluar dari wilayah LJB memiliki puncak normal dengan nilai $\mu_2 = 19.4569$. Kurva model didominasi tenaga kerja dengan $\delta_{12} = 0.277$. Kemencengan kurva puncak migrasi untuk usia angkatan kerja memiliki kurva asimetri normal dengan $\sigma_2 = 4.85$. Puncak migrasi tertinggi terbentuk pada tahap angkatan kerja yaitu pada usia $x_h = 23.5438$ tahun, dengan ASMR sebesar 0.018372.

4.3. Proyeksi penduduk Multiregional: Berdasarkan informasi tentang pola migrasi maka akan dicoba melakukan proyeksi penduduk multiregional dengan melibatkan unsur migrasi berdasarkan pola yang ada. Dari perhitungan *life table* penduduk JB diperoleh nilai angka harapan hidup ($_{10}e$) yaitu 68,72 dengan $_{10}e_1 = 60,67$ dan $_{10}e_2 = 8,04$. Hal ini berarti bahwa penduduk JB mempunyai angka harapan hidup 68,72 tahun, dimana 60,67 tahun waktunya dihabiskan untuk tetap tinggal di wilayah JB dan 8,04 tahun waktunya di habiskan di wilayah LJB.

Sedangkan hasil perhitungan *life table* penduduk LJB diperoleh nilai angka harapan hidup ($_{20}e$) 66,51 dengan $_{20}e_1 = 14,36$ dan $_{20}e_2 = 51,15$. Hal ini berarti bahwa penduduk LJB mempunyai angka harapan hidup 66,51 tahun, dimana 51,15 tahun waktunya dihabiskan untuk tetap tinggal di wilayah LJB dan 14,36 tahun waktunya di habiskan di wilayah JB.

Berdasarkan hasil di atas maka dapat dilihat bahwa angka harapan hidup penduduk wilayah JB lebih besar dibandingkan dengan angka harapan hidup penduduk wilayah LJB. Hal ini menyebabkan wilayah JB selama ini menjadi tujuan utama para migran.

Dari matriks kelahiran $B(x)$ dan matriks survivorship $S(x)$ maka dapat ditentukan matrik G yang disebut dengan generalisasi matriks Leslie. Setelah menemukan matriks G maka berdasarkan persamaan (7) dapat dilakukan proyeksi penduduk multiregional yang melibatkan unsur migrasi. Gambar 3 berikut ini menunjukkan perbandingan populasi penduduk Indonesia pada tahun 2005 dan hasil proyeksi yang melibatkan unsur migrasi.

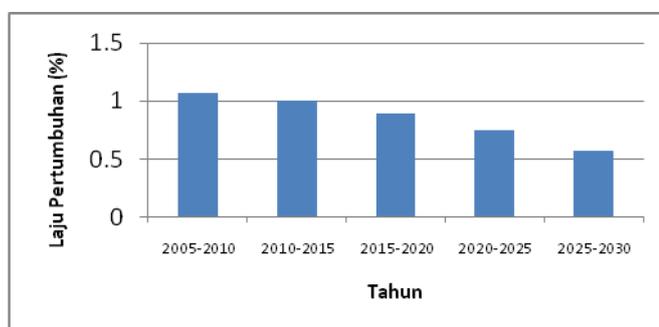


Gambar 3. Perbandingan populasi penduduk Indonesia pada tahun 2005 dan hasil proyeksi yang melibatkan unsur migrasi.

Gambar 3 menunjukkan bahwa populasi penduduk pada tahun 2005 dan hasil proyeksi matriks Leslie untuk tahun 2010 telah terjadi peningkatan pada setiap kelompok umur, kecuali pada kelompok umur 5-9 tahun dan diatas 85 tahun. Jumlah populasi hasil proyeksi untuk tahun 2010 berjumlah 225.113.350 jiwa. Jumlah ini meningkat sekitar 5,5 persen dari populasi awal dengan laju pertumbuhan sebesar 1,07 persen pertahun. Dengan adanya kenaikan jumlah populasi ini maka akan menjadi suatu masukan data bagi pemerintah untuk melakukan kebijakan di masa yang akan datang misalnya penyediaan lapangan pekerjaan, sarana kesehatan atau sarana pendidikan yang memadai.

Dari penelusuran matriks G diperoleh konstanta akarciri (*nilaieigen*) dominan λ sebagai laju perubahan sebesar 0,996721 dimana jika $\lambda < 1$ maka terjadi penurunan. Dengan diperoleh nilai λ tersebut maka dapat ditentukan laju pertumbuhan penduduk pada saat populasi mencapai sebaran umur stabil sebesar $r = 1/5 \ln \lambda = -0.00066$.

Gambar berikut ini menunjukkan laju pertumbuhan penduduk yang merupakan hasil proyeksi pada setiap periode dari tahun 2005-2030:



Gambar 4. Laju pertumbuhan penduduk pada setiap periode dari tahun 2005-2010

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan penduduk di Indonesia akan selalu mengalami tingkat penurunan pada setiap periode, sehingga setelah mencapai sebaran umur stabil yaitu untuk periode n yang besar maka laju pertumbuhan akan mencapai -0.066 persen.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model Skedul Migrasi keluar dari wilayah Jawa Bali berupa model penuh dengan persamaan:

$$M(x) = 0.050819 \exp(-0.000765 x) + 0.012608 \exp\{-0.100865(x - 18.5611) - \exp[-0.857421(x - 18.5611)]\} + 0.001438 \exp\{-0.144974(x - 77.0189) - \exp[-0.0704837(x - 77.0189)]\} + (-0.0476087).$$

Model memiliki puncak awal, dengan kurva usia angkatan kerja mempunyai bentuk asimetris, dan didominasi anak-anak.

2. Model Skedul Migrasi keluar dari wilayah Luar Jawa Bali berupa model penuh dengan persamaan:

$$M(x) = 0.008082 \exp(-0.0624743x) + 0.029128 \exp\{-0.0753041(x - 19.4569) - \exp[-0.365258(x - 19.4569)]\} + 0.0031272 \exp\{-0.154708(x - 75.3528) \exp[-0.0729692(x - 75.3528)]\} + (-0.000586551).$$

Model memiliki puncak normal, dengan kurva usia angkatan kerja mempunyai bentuk asimetri normal, dan didominasi tenaga kerja.

3. Hasil perhitungan *life table* multiregional menunjukkan bahwa angka harapan hidup penduduk JB 68,72 tahun, dimana 60,67 tahun waktunya dihabiskan untuk tetap tinggal di wilayah JB dan 8,04 tahun waktunya di habiskan di wilayah LJB. Sedangkan penduduk LJB mempunyai angka harapan hidup 66,51 tahun, dimana 51,15 tahun waktunya dihabiskan untuk tetap tinggal di wilayah LJB dan 14,36 tahun waktunya di habiskan di wilayah JB.
4. Hasil proyeksi penduduk menunjukkan bahwa laju pertumbuhan penduduk di Indonesia akan selalu mengalami penurunan pada setiap periode dan laju pertumbuhan penduduk pada saat sebaran umur mencapai stabil sebesar - 0.066 persen.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik.** 1995. *Estimasi fertilitas, mortalitas dan migrasi. Hasil Survei Penduduk Antar Sensus (SUPAS) 1995.* Jakarta: CV. Putra Jaya
- Brown R. L.** 1997. *Introduction to The Mathematics of Demography.* Ed ke-3, Winsted: Actex Publication
- Coale AJ, Demeny P.** 1983. *Regional Model Life Tables and Stable Population.* Ed ke- 2, New York:Academic Press.
- Rogers A, Raquillet R, Castro LJ.** 1978. Model Migration Schedules and Their Application, *Environment and Planning A.* Vol.10: pp.475-502
- Rogers A.** 1984. *Migration, Urbanization, and Spatial Population Dynamics,* USA: Westview Press.
- Rogers A.** 1995. *Multiregional Demography: Principles Method, and Extensions,* New York: John Wiley & Sons Ltd.

