

TEORI PERENCANAAN

Materi XI : TKW 407 - 3 SKS

Oleh : DR. Ir. Ken Martina K, MT.

BAB VIII PEMODELAN DALAM PERENCANAAN

8.1 Pemodelan dalam Perencanaan

Menurut ruang lingkupnya model yang diperlukan untuk perencanaan wilayah dan kota akan meliputi 3 macam, yaitu:

- Model deskriptif (descriptive model). Contoh model LQ dan System Dinamis
- Model penaksiran (predictive model). Contoh model kependudukan
- Model perencanaan (planning model). Contoh model gravitasi

8.2 Beberapa Contoh Model Perencanaan:

Model Analisis Regresi Linier

Salah satu cara untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa datang adalah menggunakan ekstrapolasi dengan fungsi matematik, dimana rumus dasarnya adalah sebagai berikut (Warpani, 1980):

$$P_{t+\theta} = P_t + f(\theta)$$

Dimana :

$P_{t+\theta}$ = Jumlah Penduduk di daerah yang diselidiki pada tahun $t + \theta$

P_t = Jumlah Penduduk di daerah yang diselidiki pada tahun t

θ = selisih tahun dari tahun dasar t ke tahun $t + \theta$

f = fungsi perkembangan penduduk yang mencerminkan faktor biologi, sosial, ekonomi dan politik

Regresi linier adalah salah satu metode untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa datang menggunakan ekstrapolasi dengan fungsi matematik. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Warpani, 1980) :

$$P_{t+x} = a + b(X)$$

P_{t+x} = Jumlah Penduduk tahun (t + X)

X = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

a,b = tetapan yang diperoleh dari rumus berikut :

$$a = \frac{\sum P \sum X^2 - \sum X \sum PX}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{N \sum PX - \sum X \sum P}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Model Analisis Bunga Berganda

Bunga Berganda adalah salah satu metode untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa datang menggunakan ekstrapolasi dengan fungsi matematik. Dalam model Bunga Berganda menganggap perkembangan jumlah penduduk akan berganda dengan sendirinya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Warpani, 1980):

$$P_{t+\theta} = P_t (1+r)^\theta$$

$P_{t+\theta}$ = Jumlah Penduduk di daerah yang diselidiki pada tahun t + θ

P_t = Jumlah Penduduk di daerah yang diselidiki pada tahun t

θ = selisih tahun dari tahun dasar t ke tahun t + θ

r = rata-rata persentase tambahan jumlah penduduk daerah yang diselidiki berdasarkan data masa lampau

Model Analisis Sistem Dinamis

Dalam Muhammadi (2001) dinyatakan bahwa sistem adalah keseluruhan inter-aksi antar unsur dari sebuah obyek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja mencapai tujuan. Sedang Tasrif (2006) menyatakan sistem adalah suatu kumpulan unit-unit (bagian, komponen atau elemen) yang beroperasi dalam beberapa cara yang saling berhubungan.

Dari kedua pengertian di atas maka pengertian sistem dapat diartikan sebagai suatu kumpulan unit-unit (bagian, komponen atau elemen) atau unsur dari sebuah obyek yang beroperasi dalam beberapa cara yang secara keseluruhan saling berinteraksi dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja mencapai tujuan.

Model dinamik adalah kumpulan dari variabel-variabel yang saling mempengaruhi antara satu dengan lainnya dalam suatu kurun waktu. Permodelan sistem dinamis mengasumsikan bahwa perilaku sistem terutama ditentukan oleh mekanisme *feedback*. Oleh sebab itu, setelah mendefinisikan batas sistem (yang dibedakan antara variabel eksternal dan internal), deskripsi *feedback loops* merupakan langkah selanjutnya dalam proses pemodelan sistem dinamis.

Simulasi ialah metode yang digunakan untuk mempelajari dinamika sistem. Simulasi merupakan upaya untuk menirukan beroperasinya suatu sistem melalui (menggunakan) suatu model. Simulasi memberikan suatu deskripsi perilaku sistem dalam perkembangannya sejalan dengan bertambahnya waktu. Shannon (1975 dalam Tasrif 2006) mendefinisikan sistem sebagai : “*Simulation is the process of designing a model of real system and conducting experiments with this model for the purpose either of understanding behaviour of the system or of evaluating various strategies (within the limits imposed by a criterion or set of criteria) for the operation of the system*”.

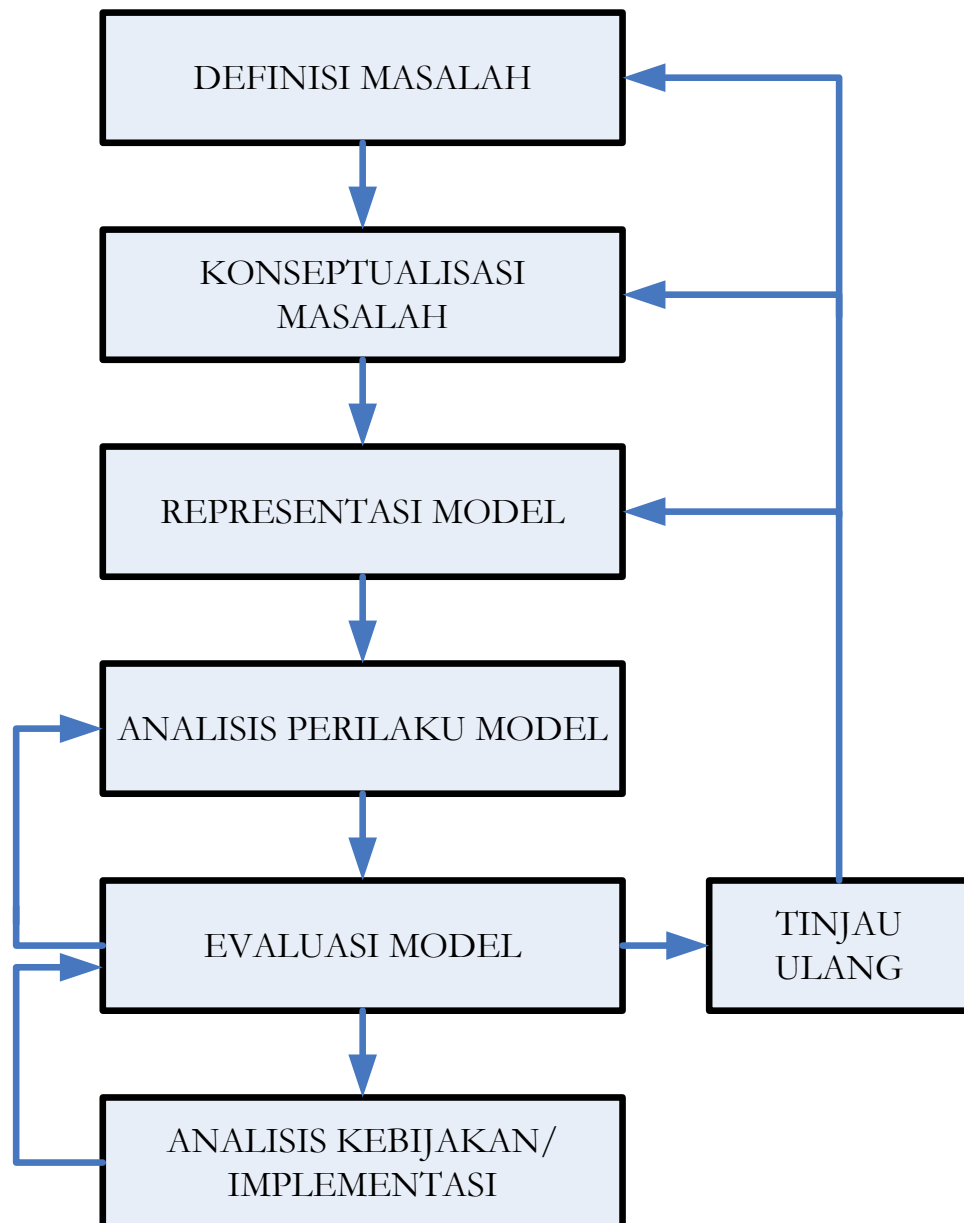
Perkiraan Jumlah Penduduk menggunakan Model Sistem Dinamis (Contoh Kasus Kabupaten Cilacap)

Pendekatan Pemodelan

Pemodelan sistem dinamis sangat sesuai untuk menggambarkan perilaku antar variabel dari suatu masalah yang mempunyai sifat dinamis dan mempunyai struktur umpan balik.

Menurut Tasrif (1985 dalam Mulyana, 1999) pemodelan system dynamics terdiri atas enam tahapan, yaitu : definisi masalah, konseptualisasi sistem, reoesentasi model, analisis

perilaku model, analisis kebijakan dan implementasi model. Tahapan pemodelan tersebut beserta keterkaitannya digambarkan seperti terlihat pada **Gambar 2.**, berikut ini:



Gambar 2: Pemodelan System Dinamik

Diagram Simpal Kausal

Diagram simpal kausal adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat (*causal relationship*) ke dalam bahasa gambar tertentu (Muhammadi, 2001).

Digambarkan dalam bentuk anak panah yang saling mengait. Bulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat.

Perkembangan jumlah penduduk pada suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh berbagai variabel, seperti angka kelahiran, kematian, migrasi masuk, migrasi keluar, tingkat kesuburan (fertilitas), angka harapan hidup, pendapatan, ketersediaan lahan permukiman, harga lahan permukiman, lapangan kerja, tingkat pengangguran, kebijakan Keluarga Berencana yang dicanangkan di wilayah tersebut, dan lain-lain. Tidak ada variabel yang merupakan variabel dependent maupun variabel independent, hal ini mengingat variabel-variabel tersebut mempunyai keterkaitan satu dengan yang lain dan saling mempengaruhi satu sama lain.

Untuk menggambarkan dan memperhitungkan perkembangan jumlah penduduk pada suatu wilayah, selain digambarkan keterkaitan antar variabel juga diperlukan dukungan data. Pada kenyataan di lapangan sering tidak tersedia data seperti yang diinginkan dalam model, oleh karena itu perhitungan jumlah penduduk di masa datang dapat dilakukan dengan menggunakan data yang tersedia yang memungkinkan untuk dilakukan proyeksi penduduk yang masih dapat diterima secara logika. Artinya beberapa data yang pengaruhnya tidak begitu besar dan data tidak tersedia dapat diabaikan.

Diagram Alir

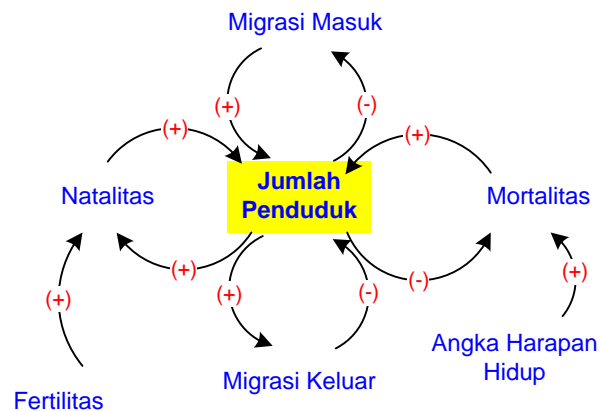
Diagram alir (*flow diagram*) menggambarkan suatu sistem yang menggambarkan hubungan antara variabel-variabel. Variabel-variabel tersebut digambarkan dalam beberapa simbol, yaitu simbol aliran yang dihubungkan dengan simbol level melalui simbol panah tebal. Sedangkan panah haslus yang menghubungkan antara level dengan aliran proses informasi umpan balik. Diagram alir menggambarkan struktur dari model (Muhammadi, 2001).

Perkiraan Jumlah Penduduk di Kabupaten Cilacap tanpa Mempertimbangkan PDRB

Kabupaten Cilacap mempunyai data perkembangan jumlah penduduk sejak tahun 1986 sampai dengan tahun 2006, dengan asumsi tingkat kesuburan sebesar 0,02 (sesuai dengan tingkat kesuburan nasional) dan angka harapan hidup 68,27 tahun. Selanjutnya dilakukan simulasi untuk memperkirakan jumlah penduduk pada tahun 2016, dengan menggunakan perangkat lunak **Powersim 2.4**.

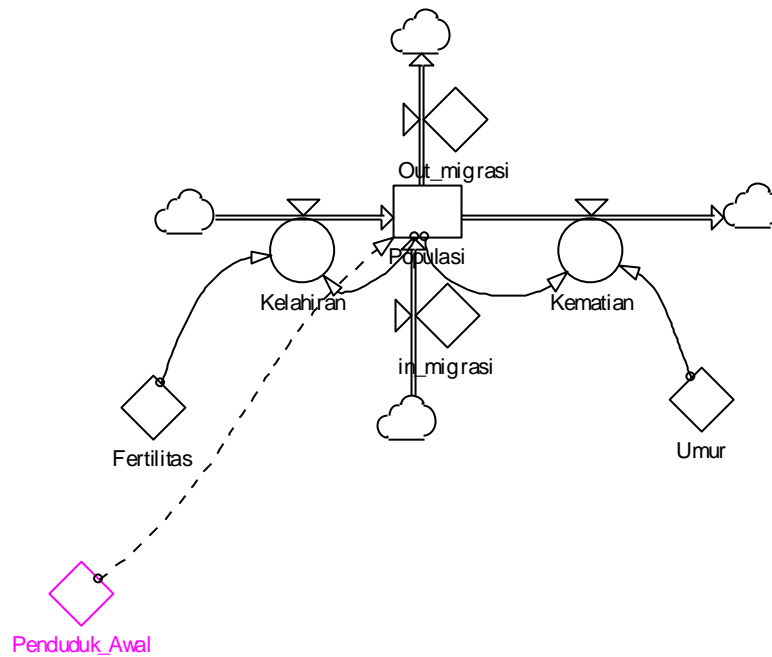
Secara konseptual, diketahui bahwa perkembangan jumlah penduduk di Kabupaten Cilacap dapat disebabkan oleh natalitas (kelahiran), mortalitas (kematian) migrasi masuk dan migrasi keluar. Natalitas dipengaruhi oleh tingkat kesuburan (fertilitas), sedang mortalitas dipengaruhi oleh angka harapan hidup (AHH).

Diagram simpal kausal yang dihasilkan seperti terlihat pada **Gambar 3.**, berikut ini:



Gambar 3. : Diagram Simpall Kausal Kependudukan di Kabupaten Cilacap

Diagram alir untuk perkiraan jumlah penduduk di Kabupaten Cilacap dapat dilihat pada **Gambar 4.** Berikut:



Gambar 4.: Diagram Alir Struktur Kependudukan di Kabupaten Cilacap

Persamaan powersim yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

```

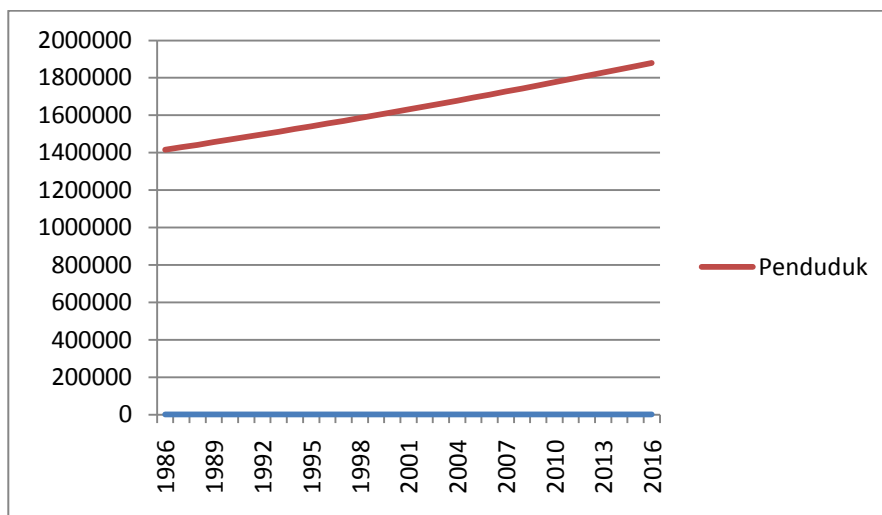
Init      Populasi = penduduk awal = 1.415.466
Flow      Populasi=+dt*in_migrasi+dt*out_migrasi-
doc       dt*Kematian+dt*Kelahiran
unit      jumlah penduduk awal tahun ke-0 (tahun 1986)
aux       orang
aux       laju kelahiran=populasi*fertilitas
spec      laju kematian=populasi/umur
spec      fertilitas=0,02
spec      umur=68,27
spec      start=1986
spec      stop=2016
spec      dt=1
spec      method=euler (fixed step)
    
```

Selanjutnya dari hasil simulasi didapatkan hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 1.** sedang grafik perkembangan jumlah penduduk sejak tahun 1986 sampai dengan tahun 2006 seperti terlihat pada **Gambar 5.** berikut ini:

Tabel 1.
Perkiraan Jumlah Penduduk di Kabupaten Cilacap Pada Tahun 1986 s/d 2016 dengan Model System Dinamis tanpa Mempertimbangkan PDRB

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK	TAHUN	JUMLAH PENDUDUK
1986	1.415.466	2002	1.646.871
1987	1.428.925	2003	1.662.530
1988	1.442.512	2004	1.678.338
1989	1.456.229	2005	1.694.297
1990	1.470.075	2006	1.710.407
1991	1.484.054	2007	1.726.670
1992	1.498.165	2008	1.743.088
1993	1.512.410	2009	1.759.662
1994	1.526.791	2010	1.776.393
1995	1.541.309	2011	1.793.284
1996	1.555.964	2012	1.810.335
1997	1.570.759	2013	1.827.548
1998	1.585.695	2014	1.844.925
1999	1.600.773	2015	1.862.468
2000	1.615.994	2016	1.880.176
2001	1.631.359		

Sumber : Hasil perhitungan

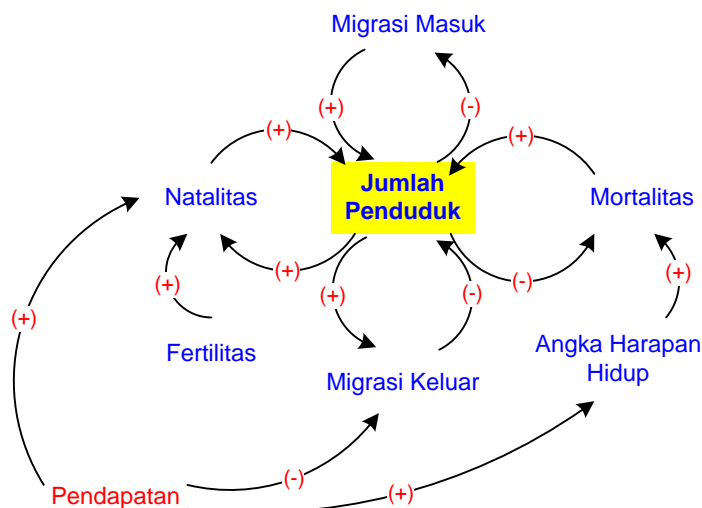


Gambar 5. : Grafik Perkembangan Jumlah Penduduk Tahun 1986 s/d 2016 dengan System Dinamis tanpa Mempertimbangkan PDRB

Perkiraan Jumlah Penduduk di Kabupaten Cilacap Mempertimbangkan PDRB

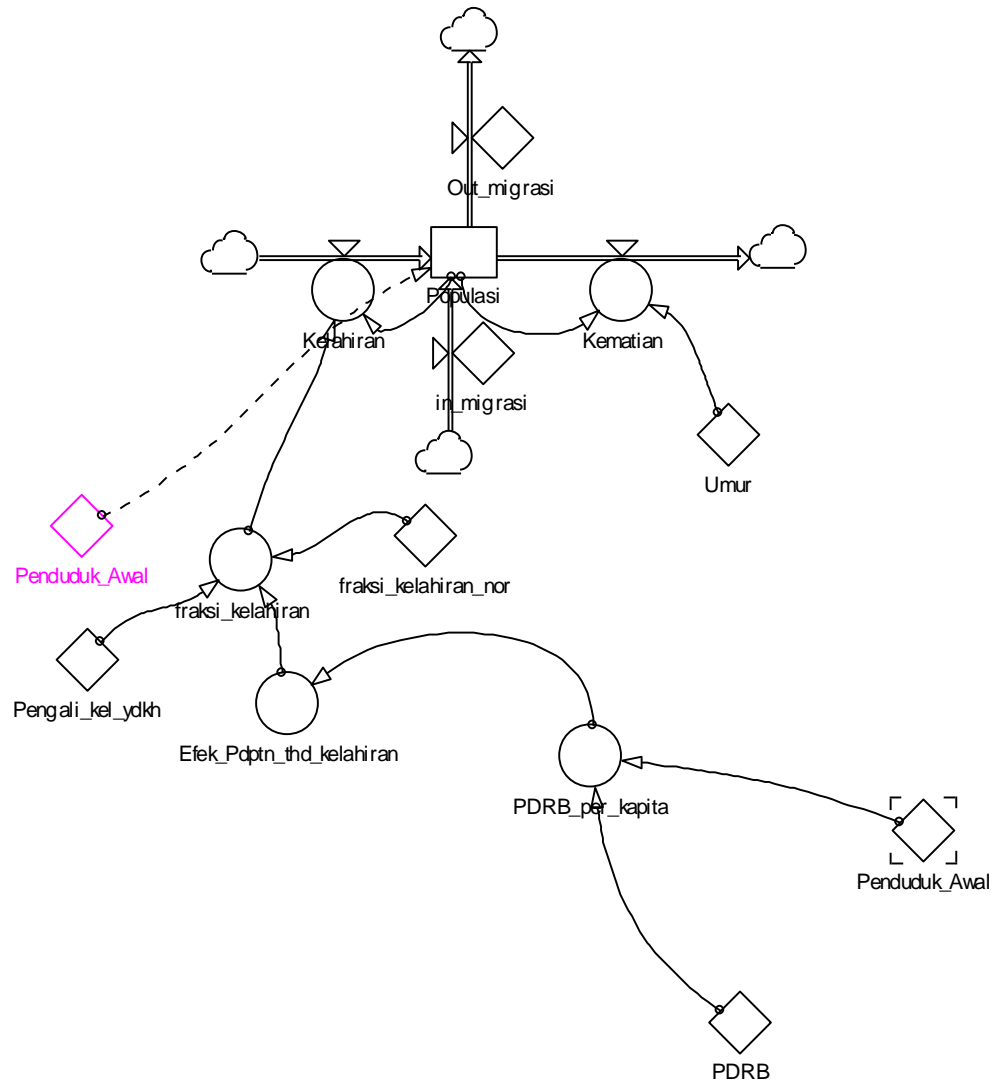
Secara konseptual, diketahui bahwa perkembangan jumlah penduduk di Kabupaten Cilacap dapat disebabkan oleh natalitas (kelahiran), mortalitas (kematian) migrasi masuk dan migrasi keluar. Natalitas dipengaruhi oleh tingkat kesuburan (fertilitas), sedang mortalitas dipengaruhi oleh angka harapan hidup (AHH). Pendapatan mempengaruhi natalitas dan migrasi keluar, serta angka harapan hidup.

Diagram simpal kausal yang dihasilkan seperti terlihat pada **Gambar 6.**, berikut ini:



Gambar 6.
Diagram Simpal Kausal Kependudukan di Kabupaten Cilacap dengan mempertimbangkan Efek Pendapatan

Diagram alir untuk perkiraan jumlah penduduk di Kabupaten Cilacap dapat dilihat pada **Gambar 7.** berikut ini:



Gambar 7.
Diagram Alir Struktur Kependudukan di Kabupaten Cilacap
Mempertimbangkan PDRB

Persamaan powersim yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

init Populasi = Penduduk_Awal

flow Populasi = +dt*in_migrasi +dt*Outmigrasi -dt*Kematian+dt*Kelahiran

Aux Kelahiran = Populasi*fraksi_kelahiran

Aux Kematian = Populasi/Umur

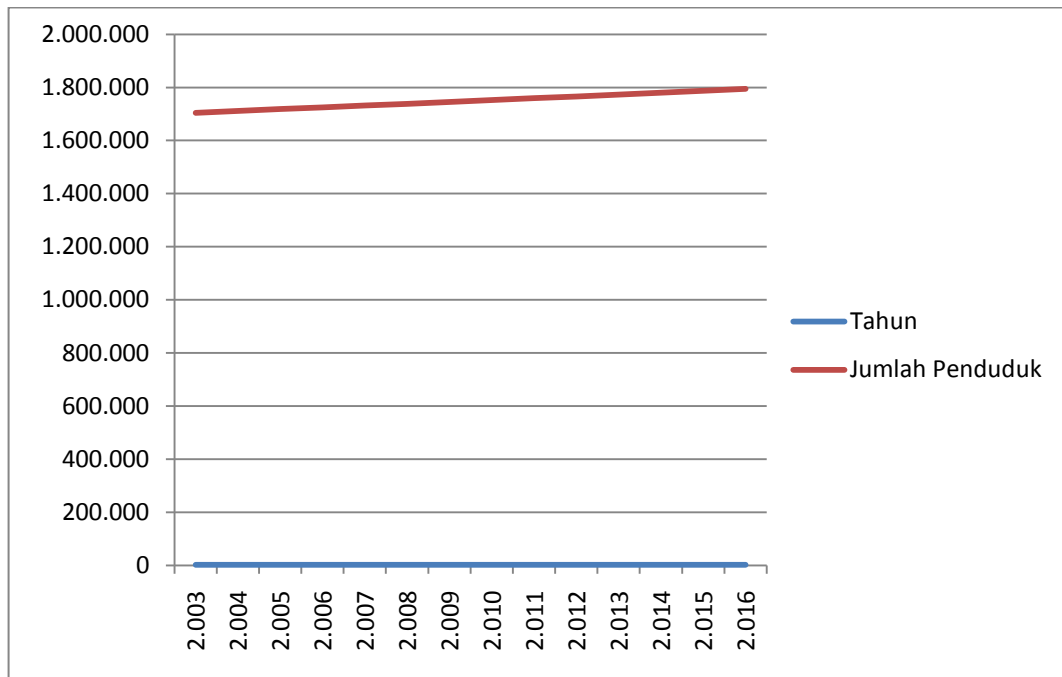
Aux Efek_Pdptn_thd_kelahiran =
 GRAPH(PDRB_per_kapita,0,0.5,[1.5,1.31,1.2,1.16,1.11,1.01,1.05,1.02,0.99,0.95,0.93"Min:0;Max:1.5"])
 Aux fraksi_kelahiran =
 fraksi_kelahiran_nor/100)*Efek_Pdptn_thd_kelahiran*Pengali_kel_ydkh
 Aux PDRB_per_kapita = PDRB/Penduduk_Awal
 Const in_migrasi = 1
 Const Outmigrasi = 1
 Const fraksi_kelahiran_nor = 2
 Const PDRB = 7048602680000
 Const Penduduk_Awal = 1704596
 Const Pengali_kel_ydkh = 1
 Const Umur = 68.27

Selanjutnya dari hasil simulasi didapatkan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada **Tabel 2.** sedang grafik perkembangan jumlah penduduk sejak tahun 2003 sampai dengan tahun 2016 seperti terlihat pada **Gambar 8.**, berikut ini:

Tabel 2.
Perkiraan Jumlah Penduduk di Kabupaten Cilacap Pada Tahun 1986 s/d 2016 dengan Model System Dinamis Mempertimbangkan PDRB

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK MEMPERTIMBANGKAN PDRB
2003	1.704.596
2004	1.711.335
2005	1.718.101
2006	1.724.893
2007	1.731.712
2008	1.738.559
2009	1.745.432
2010	1.752.332
2011	1.759.260
2012	1.766.215
2013	1.773.198
2014	1.780.208
2015	1.787.246
2016	1.794.311

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 8. : Grafik Perkembangan Jumlah Penduduk Tahun 2003 s/d 2016 dengan System Dinamis Mempertimbangkan PDRB

DAFTAR PUSTAKA

1. Institut Teknologi Bandung, “Materi 10 PL/102/89-90”, Bandung, 1989
2. Ken Martina., “Perbandingan Penggunaan Model Regresi Linier, Bunga Berganda dan System Dinamis Dalam Memperkirakan Jumlah Penduduk di Masa Datang, Studi Kasus: Kabupaten Cilacap” Universitas Indonusa Esa Unggul, Jakarta, 2008
3. Warpani, Suwardjoko., “Analisis Daerah dan Kota”, Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung, 1984.