

**MODEL SISTEM SIMULASI DINAMIKA POPULASI BANTENG
(*Bos javanicus* d'Alton 1823) DI TAMAN NASIONAL BALURAN*)
(Simulation System Model of Banteng/*Bos javanicus* d'Alton 1823 Dynamic Population
at Baluran National Park)**

Oleh/By :

Agus Sumadi, Sri Utami, dan/and Efendi Agus Waluyo

Balai Penelitian Kehutanan Palembang

Jl. Kol. H. Burlian Km 6,5 Pundi Kayu Po Box 179 Telp. 0711-414864; e-mail tembesu@telcom.net Palembang

*) Diterima : 09 Februari 2006; Disetujui : 14 Desember 2006

ABSTRACT

The population of *banteng* (*Bos javanicus* d'Alton 1823) at Baluran National Park continuously changed in number because of people stressing and attacking of *ajag* (*Cuon alpinus* Pallas 1811) predator. To know the dynamic population of *banteng*, a simulation system model of it was made. This system model can simulate the effect of people pressure and *ajag* as predator to *bantengs* dynamic population. This model consists of three sub models: *bantengs* dynamic population sub model, Bekols savannah sub model, and society dynamic sub model. Result of this simulation showed that *bantengs* population increased at 0 % level of illegal hunting, 2 %, and 5% of *ajags* predation. Simulation of 2 % illegal hunting and 2 % of *ajags* predation also didn't show any decreasing amount to *bantengs* population. Apart from simulated conditions, increasing numbers of illegal hunting will cause decreasing amount and extinction of *bantengs* population in some period of times depending on rate of pedation attack and illegal hunting.

Key words : *Ajag*, *Cuon alpinus* Pallas 1811, *banteng*, *Bos javanicus* d'Alton 1823, population dynamic, simulation system model

ABSTRAK

Populasi *banteng* (*Bos javanicus* d'Alton 1823) di Taman Nasional Baluran terus mengalami perubahan dengan adanya tekanan masyarakat serta predator *ajag* (*Cuon alpinus* Pallas 1811). Untuk mengetahui dinamika populasi *banteng* dibangunlah model sistem simulasi dinamika populasi *banteng*. Model sistem ini dapat mensimulasikan pengaruh tekanan masyarakat dan pengaruh serangan predator *ajag* terhadap dinamika populasi *banteng*. Model sistem simulasi dinamika populasi *banteng* terbentuk dalam tiga sub model yaitu sub model dinamika populasi *banteng*, sub model savana Bekol, dan sub model dinamika masyarakat. Hasil simulasi menunjukkan pada tingkat perburuan liar 0 % serta serangan predator *ajag* 2 % sampai 5 %, populasi *banteng* dapat meningkat. Simulasi perburuan liar 2 % dan serangan predator *ajag* 2 % populasi *banteng* masih mengalami kenaikan. Selain kondisi tersebut dengan meningkatnya perburuan liar dan serangan predator menyebabkan populasi *banteng* mengalami penurunan dan bisa menyebabkan kepunahan dalam waktu tertentu sesuai dengan tingkat seangan pedator dan perburuan liar.

Kata kunci : *Ajag*, *Cuon alpinus* Pallas 1811, *banteng*, *Bos javanicus* d'Alton 1823, dinamika populasi, model sistem simulasi

I. PENDAHULUAN

Kawasan Taman Nasional Baluran adalah kawasan konservasi di Pulau Jawa yang memiliki ciri khas dan keunikan berupa hamparan savana yang luas. Savana alami yang berbatasan dengan hutan pantai dan hutan musim serta sumber-sumber air merupakan habitat yang sangat baik bagi berbagai jenis mamalia besar seperti jenis herbivora : *banteng* (*Bos javanicus* d'Alton 1823),

kerbau liar (*Bubalus bubalis* Robertkern 1792), rusa (*Cervus timorensis* Mul.& Schl. 1844), kijang (*Muntiacus muntjak* Zimmermann 1780), ataupun berbagai jenis satwa karnivora seperti *ajag* (*Cuon alpinus* Pallas 1811) dan macan tutul (*Panthera pardus* Linnaeus 1758). Di antara satwa-satwa tersebut, *banteng* merupakan satwa yang menjadi ciri khas Taman Nasional Baluran.

Perkembangan populasi *banteng* sangat dipengaruhi oleh daya dukung

habitat dalam menyediakan hijauan pakan. Hijauan pakan terdapat pada savana dengan kondisi sudah terinvasi *Acacia nilotica* LINN. yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan daya dukung. Perkembangan **banteng** selain dipengaruhi oleh daya dukung habitat yang semakin menurun juga oleh tekanan masyarakat yang berbatasan dengan kawasan Taman Nasional Baluran berupa perburuan serta adanya predator **ajag**. **Dinamika populasi** merupakan perubahan jumlah populasi dalam jangka waktu tertentu (satu musim, satu tahun atau beberapa tahun). Perubahan populasi ini sangat penting diketahui oleh pengelola agar dapat mengatur jumlah populasi yang optimum sesuai dengan daya dukung habitatnya (Alikodra, 2002). Dengan pendekatan model sistem ini dapat memberikan gambaran perkembangan populasi **banteng** yang dipengaruhi oleh daya dukung habitat, masyarakat, dan predator.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka kajian ini bertujuan untuk mendapatkan rumusan suatu **model sistem simulasi dinamika populasi banteng** yang ada di Taman Nasional Baluran dengan *software Stella Research 6.0.1* yang terbagi dalam tiga sub model yaitu sub model **dinamika populasi banteng**, savana Bekol, dan dinamika masyarakat. Diharapkan hasil rumusan model simulasi **dinamika populasi banteng** ini dapat membantu pengambil kebijakan dalam pengelolaan satwa **banteng** agar terjaga kelestariannya.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu

Kajian ini dilaksanakan di Taman Nasional Baluran, Banyuwangi, Jawa Timur selama enam bulan pada bulan Mei sampai Oktober 2004.

B. Batasan Model

Model sistem simulasi dinamika populasi banteng dibangun dalam tiga

sub model diantaranya meliputi savana Bekol, dinamika **banteng**, dan dinamika masyarakat. Sub model ini memiliki batasan dan variabel-variabel sebagai berikut :

1. **Dinamika Populasi Banteng**

Sub model ini memberikan gambaran **dinamika populasi banteng** dari tahun ke tahun. Variabel dan data yang menyusun sub model ini meliputi perkembangan jumlah **banteng** hasil inventarisasi, kemampuan melahirkan **banteng**, seks rasio, kematian **banteng**, baik yang disebabkan oleh perburuan, pengaruh **ajag**, dan mati secara alami.

2. **Savana Bekol**

Sub model ini berguna untuk memberikan gambaran perkembangan daya dukung habitat untuk menyediakan pakan bagi satwa **banteng**. Daya dukung habitat dalam menyediakan pakan bagi satwa dalam pembuatan model dibatasi pada savana Bekol di Taman Nasional Baluran. Variabel-variabel yang mendukung sub model meliputi luas total savana Bekol, luas savana Bekol yang dilakukan pemeliharaan, luas savana Bekol terinvasi *A. nilotica*, produktivitas hijauan (berat basah) pada savana Bekol pemeliharaan, dan produktivitas hijauan.

3. **Dinamika Masyarakat**

Sub model ini memberikan gambaran perkembangan kependudukan masyarakat yang berbatasan langsung dengan kawasan Taman Nasional Baluran yang memiliki pengaruh terhadap perkembangan **dinamika populasi banteng**. Variabel dan data yang menyusun sub model ini meliputi jumlah penduduk, natalitas dan mortalitas, penduduk keluar dan masuk, kelompok pemburu meliputi jumlah kelompok, anggota dalam kelompok, dan hasil perburuan **banteng**.

C. Jenis dan Sumber Data

1. **Data Primer**

Data primer berupa daya dukung habitat dalam menyediakan hijauan pakan

dinyatakan dalam biomassa berat basah rumput yang ada di savana Bekol. Menurut Alikodra dan Paleta (1983) dari hasil penimbangan yang diperoleh dari setiap petak contoh maka dapat ditaksir biomassa seluruh lahan padang penggembalaan dengan menggunakan rumus seperti di bawah ini :

$$\frac{P}{L} = \frac{p}{l}$$

dimana :

P = biomassa rumput (kg)

L = luas padang penggembalaan (ha)

p = biomassa sampel (kg)

l = luas sampel (ha)

Petak contoh yang terdiri dari 20 petak contoh dengan ukuran 0,5 m x 0,5 m dengan sebaran secara random di savana Bekol yang terbagi 10 petak untuk savana yang tidak ada *A. nilotica*, dan 10 petak di savana yang terinvasi *A. nilotica*. Dari data biomassa hijauan pakan **banteng** yang ada di savana Bekol kemudian dihitung produktivitas per hari.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari literatur, laporan-laporan, penelitian, dan sumber-sumber lain untuk mendukung pembuatan **model sistem simulasi dinamika populasi banteng**.

D. Tahapan Simulasi Sistem Dinamika Populasi Banteng

Model sistem simulasi dinamika populasi banteng dalam proses penyusunan model berdasarkan tahap-tahap yang dilakukan oleh Grant *et al.* (1997), yaitu :

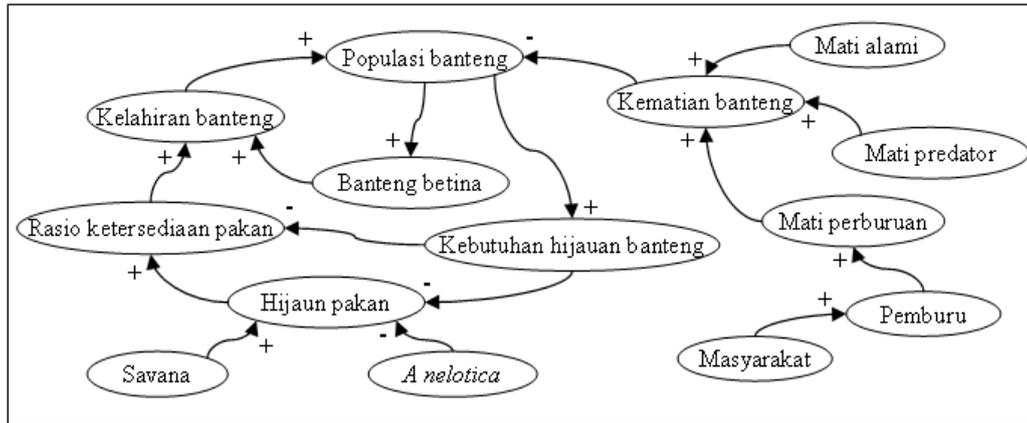
1. Formulasi model konseptual meliputi penentuan tujuan model, pembatasan model, kategori komponen-komponen dalam sistem, pengidentifikasian hubungan antar komponen dalam sistem, menyatakan komponen dan hubungan dalam model, menggambarakan pola yang diharapkan dari perilaku model;

2. Spesifikasi model kuantitatif meliputi memilih struktur kuantitatif umum model, memilih unit waktu dasar untuk simulasi, mengidentifikasi bentuk-bentuk fungsional dari persamaan model, menduga parameter dari persamaan model, memasukkan persamaan ke dalam program simulasi, menjalankan simulasi acuan, menetapkan persamaan model;
3. Evaluasi model meliputi evaluasi kewajaran model dan kelogisan model serta analisis sensitivitas; dan
4. Penggunaan model

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Sistem

Identifikasi sistem dalam model **dinamika populasi banteng** di Taman Nasional Baluran dipresentasikan dalam bentuk diagram lingkaran (*causal loop*). Diagram *causal loop* tersebut memberikan gambaran hubungan sebab akibat yang ada dalam setiap variabel. Identifikasi sistem didasarkan pada pemikiran mengenai perkembangan populasi **banteng** yang dipengaruhi oleh ketersediaan hijauan pakan. Ketersediaan hijauan pakan dipengaruhi oleh luasan savana dan invasi *A. nilotica*. Keberadaan masyarakat sekitar taman nasional hanya sebatas melakukan aktivitas perburuan dan aktivitasnya tidak berpengaruh secara langsung terhadap luasan savana. Predator **ajag** juga mempengaruhi populasi **banteng**. Faktor internal yang mempengaruhi populasi **banteng** adalah tingkat kelahiran, kematian, serta seks rasio. Diagram *causal loop* ini berfungsi memberikan gambaran hubungan antara variabel-variabel penyusun **model sistem simulasi dinamika populasi banteng** di Taman Nasional Baluran. Gambar *causal loop model sistem simulasi dinamika banteng* disajikan dalam Gambar 1.



Gambar (Figure) 1. Diagram causal loop model sistem simulasi dinamika populasi banteng (Diagram of causal loop simulation system model of bantengs population dynamics)

Keterangan (Remark):

- + : Variabel berpengaruh positif (Variable of positive effect)
- : Variabel berpengaruh negatif (Variable of negative effect)

B. Struktur Umum Model Simulasi Dinamika Populasi Banteng

Model ini memberikan gambaran interaksi antara komponen populasi banteng, hijauan pakan, dan komponen masyarakat yang ada di sekitar taman nasional dan dijadikan sebagai sub model. Sub model ini saling mempengaruhi satu sama lain serta mempunyai gugus formula sendiri-sendiri namun saling terkait antara satu dengan lainnya. Sub model ini saling mempengaruhi antara satu sama lain serta mempunyai gugus formula sendiri-sendiri namun saling terkait antara satu dengan lainnya. Sub model dinamika masyarakat hanya berpengaruh terhadap sub model dinamika populasi banteng karena masyarakat hanya melakukan aktivitas perburuan dan tidak mengganggu keberadaan savana, baik melakukan pembakaran maupun pemanfaatan savana secara langsung. Gambaran hubungan antara ketiga sub model penyusun model sistem simulasi dinamika populasi banteng di Taman Nasional Baluran disajikan pada Gambar 2.

1. Sub Model Dinamika Banteng

Sub model ini dibangun untuk menggambarkan perkembangan populasi ban-

teng yang ada di Taman Nasional Baluran. Dalam pembangunan model dinamika populasi banteng berdasarkan data hasil sensus tahun 2000 dengan kondisi populasi banteng sebesar 243 ekor, sedangkan dari hasil sensus 2002 diketahui komposisi betina 37 %, serta dari penelitian di Ujung Kulon kebutuhan tiap ekor banteng terhadap hijauan pakan yaitu sebesar 24,67 kg dalam berat basah (Ali-kodra, 1983). Gambar 3 menunjukkan sub model dinamika banteng.

2. Sub Model Savana Bekol

Sub model dinamika savana dibangun untuk menggambarkan perkembangan savana dalam menyediakan hijauan bagi satwa herbivor terutama banteng. Besarnya daya dukung savana berdasarkan produktivitas savana dalam menghasilkan hijauan. Kajian model sistem dinamika ini dibatasi pada savana yang ada di daerah Bekol. Dalam perkembangannya, di savana ini dilakukan pemeliharaan secara berkala setiap tahun seluas 150 ha, sehingga kondisinya dapat dikatakan bebas dari *A. nilotica*. Untuk melihat bagaimana ketersediaan hijauan pakan pada savana yang dilakukan pemeliharaan dapat dimodelkan seperti pada Gambar 4.

3. Sub Model Dinamika Masyarakat

Sub model ini dibangun untuk menggambarkan perkembangan jumlah masyarakat yang berbatasan langsung dengan kawasan Taman Nasional Baluran yang terdiri dari dua desa, yaitu Desa Wonorejo dan Desa Sumberwaru, dengan jumlah penduduk awal sebesar 14.366 jiwa, angka kelahiran sebesar 112 jiwa, kematian sebesar 26 jiwa, besarnya masyarakat yang masuk 0,793 % serta masyarakat yang keluar sebesar 0,515 %. Keberadaan masyarakat yang ada di sekitar Taman Nasional Baluran berpengaruh terhadap perkembangan **dinamika populasi banteng** dengan adanya kegiatan perburuan liar. Sub model dinamika masyarakat digambarkan seperti pada Gambar 5.

C. Evaluasi Model

1. Mengevaluasi Kewajaran Model dan Kelogisan Model

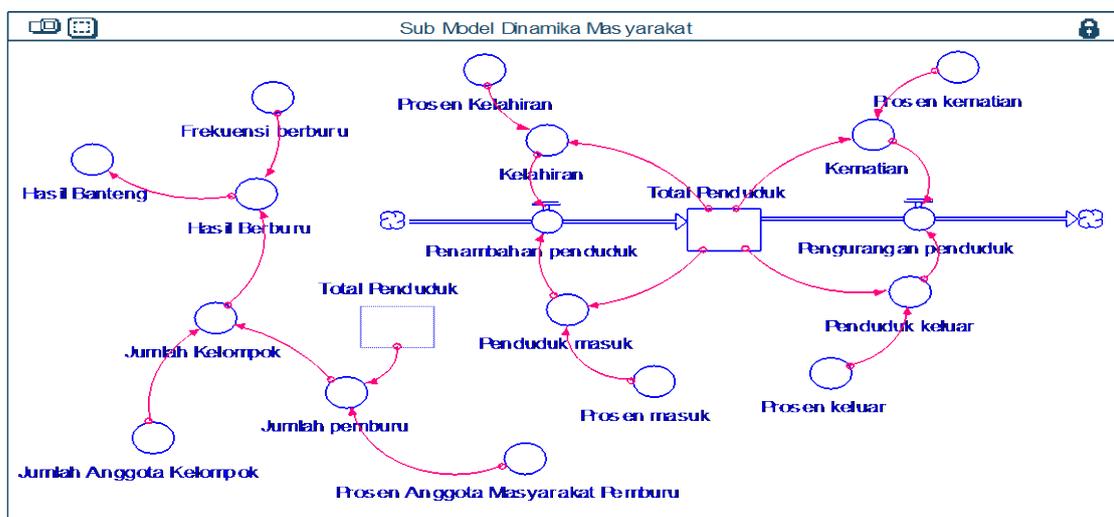
Kewajaran model ini berguna untuk melihat perilaku model yang dibangun wajar sesuai dengan teori yang ada. Teori perkembangan populasi yang dibatasi dengan kemampuan daya dukungnya sering terjadi bentuk pertumbuhan yang pada suatu saat jumlah individu anggota populasinya menurun akan tetapi segera naik kembali jumlahnya sehingga mem-

bentuk kurva *oscillasi* (Boughey, 1973 dalam Alikodra, 2002) seperti pada Gambar 6.

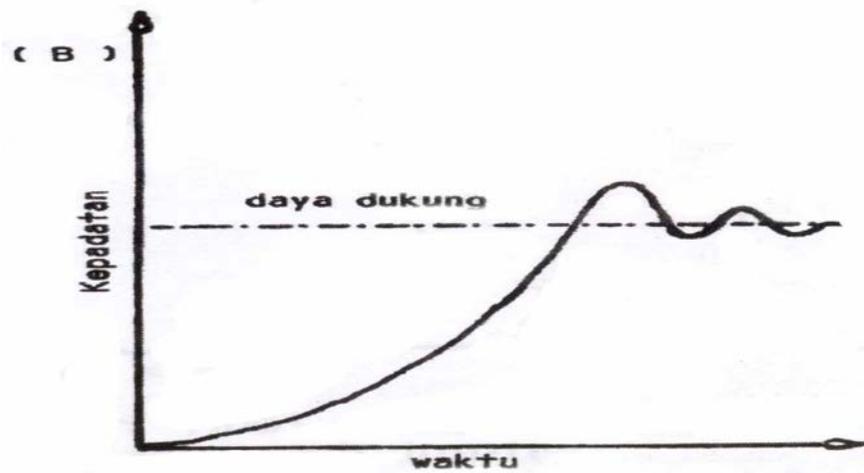
Kewajaran model ini dilihat dari perkembangan jumlah populasi **banteng** pada kondisi gangguan yang rendah, baik oleh perburuan masyarakat dan serangan predator dibandingkan dengan teori perkembangan populasi di atas.

2. Analisis Sensitivitas

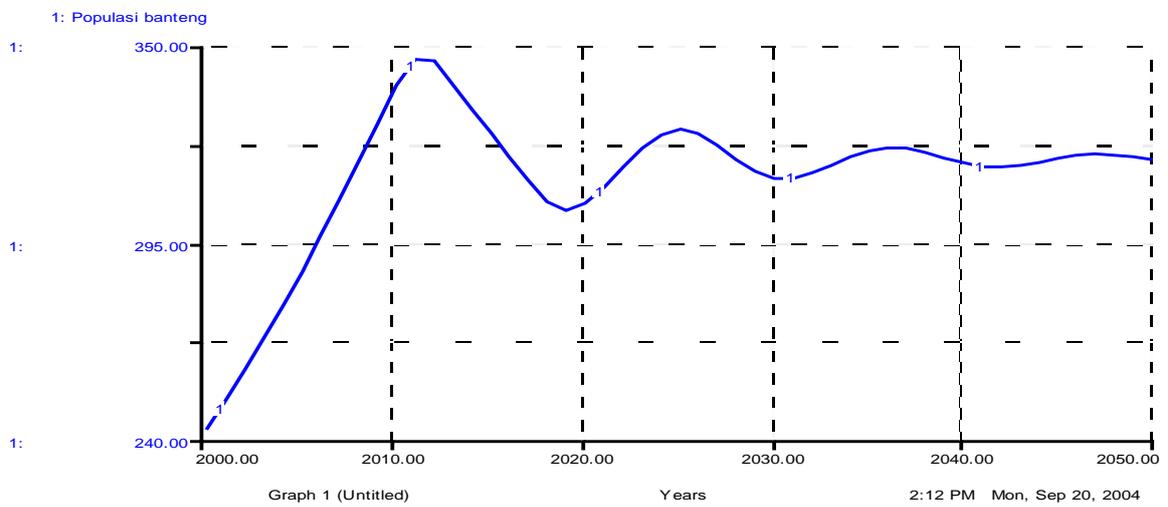
Analisis sensitivitas dalam evaluasi model sistem **dinamika populasi banteng** di Taman Nasional Baluran bertujuan untuk menentukan tingkat respon atau sensitivitas perilaku model yang dibangun apabila dilakukan perubahan komponen-komponen utama penyusun model. Dengan kata lain analisis sensitivitas dilakukan untuk mempelajari apakah pola umum perilaku dari model dipengaruhi oleh perubahan-perubahan dalam parameter yang tidak pasti (Ford, 1999). Analisis sensitivitas dilakukan dengan merubah prosen kematian **banteng** yaitu sebesar 1 %, 2 %, 3 %, dan 4 %. Prosen kematian **banteng** ini merupakan akumulasi dari kematian yang disebabkan oleh perburuan dan predator. Analisis sensitivitas terhadap dinamika **banteng** disajikan dalam Gambar 8.



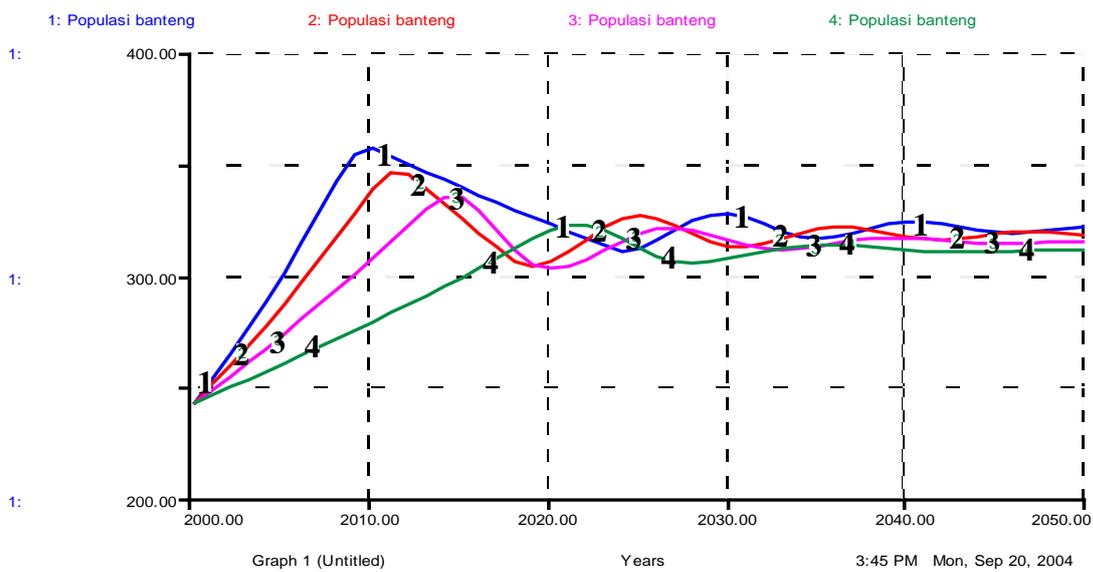
Gambar (Figure) 5. Sub model dinamika masyarakat (*Sub model of society dynamics*) (B/W)



Gambar (Figure) 6. Kurva pertumbuhan populasi tipe *oscillasi* (Boughey, 1973 dalam Alikodra, 2002)
(Growth curve of oscillation type population)



Gambar (Figure) 7. Dinamika populasi banteng (Banteng population dynamics)



Gambar (Figure) 8. Dinamika populasi banteng berdasarkan prosen kematian 1 % (1), 2 % (2), 3 % (3), dan 4 % (4)
(Banteng population dynamics based on death percentage 1 % (1), 2 % (2), 3 % (3), and 4 % (4))

Dari gambar terlihat bahwa populasi puncak **banteng** dari keempat simulasi berdasarkan tingkat prosen kematian **banteng** menunjukkan adanya perbedaan jumlah populasi **banteng**. Dari hasil analisis sensitivitas semakin tinggi prosen kematian **banteng** akan menyebabkan penurunan jumlah populasi **banteng** atau penurunan populasi puncak **banteng**. Namun apabila dilihat dari perilaku model **dinamika populasi banteng** di antara keempat simulasi tersebut, menunjukkan kecenderungan atau perilaku model yang hampir sama.

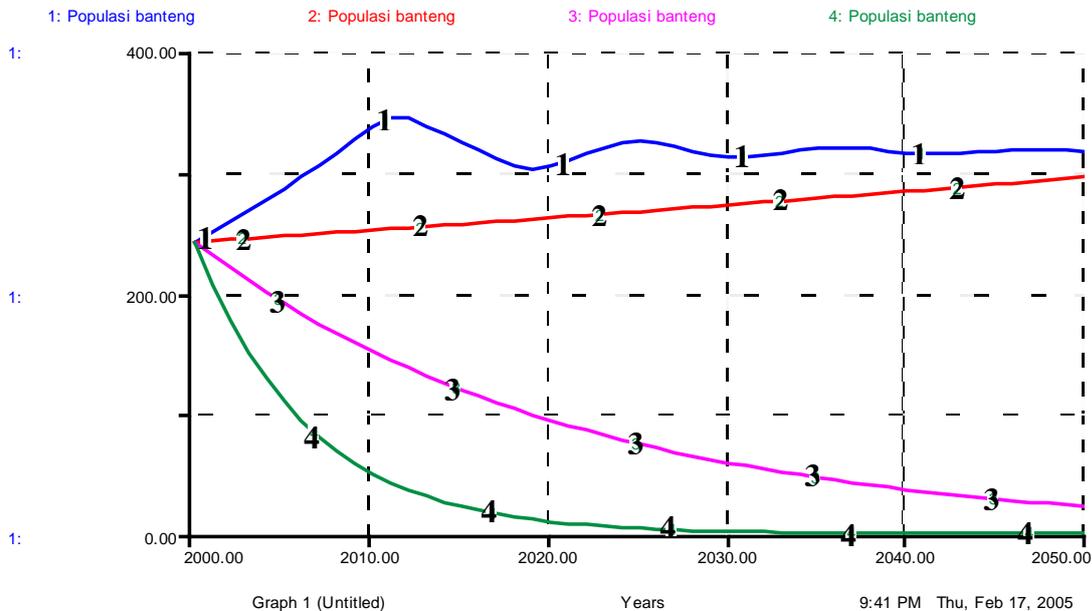
E. Penggunaan Model

Penggunaan model berfungsi untuk menerapkan model dalam skenario-skenario dalam rangka memberikan jawaban mengenai tujuan penelitian. Skenario dibuat untuk melihat pengaruh kematian **banteng** yang disebabkan oleh adanya perburuan liar dan adanya serangan predator **ajag** terhadap perkembangan **dinamika populasi banteng** yang ada di Taman Nasional Baluran. Skenario yang

dibangun terbagi menjadi lima skenario sebagai berikut.

1. Skenario Perburuan Liar 0 % dan Serangan **Ajag** 2 %, 5 %, 10 %, dan 20 %

Dinamika populasi banteng yang ada di Taman Nasional Baluran dengan tingkat perburuan liar 0 % pada serangan predator **ajag** 2 % populasi **banteng** mengalami kenaikan sampai batas kemampuan daya dukung savana Bekol, setelah itu mengalami penurunan dan akhirnya mencapai kestabilan. Pada serangan predator 5 % populasi **banteng** masih mengalami kenaikan sampai akhir simulasi. Sedangkan pada serangan **ajag** 10 % dan 20 % populasi **banteng** terus mengalami penurunan dan akhirnya mencapai kepunahan. Dengan meningkatnya serangan **ajag**, populasi **banteng** akan mengalami penurunan dan bisa menyebabkan terjadinya kepunahan. Pada Gambar 9 memperlihatkan perkembangan populasi **banteng** dengan tingkat perburuan 0 % serta berbagai tingkat serangan **ajag**.



Gambar (Figure) 9. **Dinamika banteng** pada perburuan liar 0 % dan serangan **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), dan 20 % (4) (*Banteng dynamics at illegal hunt 0 % and predation of **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), and 20 % (4)*) (B/W)

2. Skenario Perburuan Liar 2 % dan Serangan Ajag 2 %, 5 %, 10 %, dan 20 %

Dinamika **banteng** pada perburuan liar 2 % dan serangan **ajag** 2 %, populasi **banteng** masih mengalami kenaikan sampai batas daya dukung savana dalam menyediakan hijauan pakan. Pada serangan **ajag** 5 %, populasi **banteng** mengalami penurunan yang tidak begitu drastis, sedangkan pada serangan **ajag** 10 % dan 20 %, populasi **banteng** terus mengalami penurunan dan dapat menyebabkan kepunahan **banteng** yang ada di Taman Nasional Baluran. Dinamika **banteng** pada perburuan liar 2 % dan berbagai tingkat serangan **ajag** seperti pada Gambar 10.

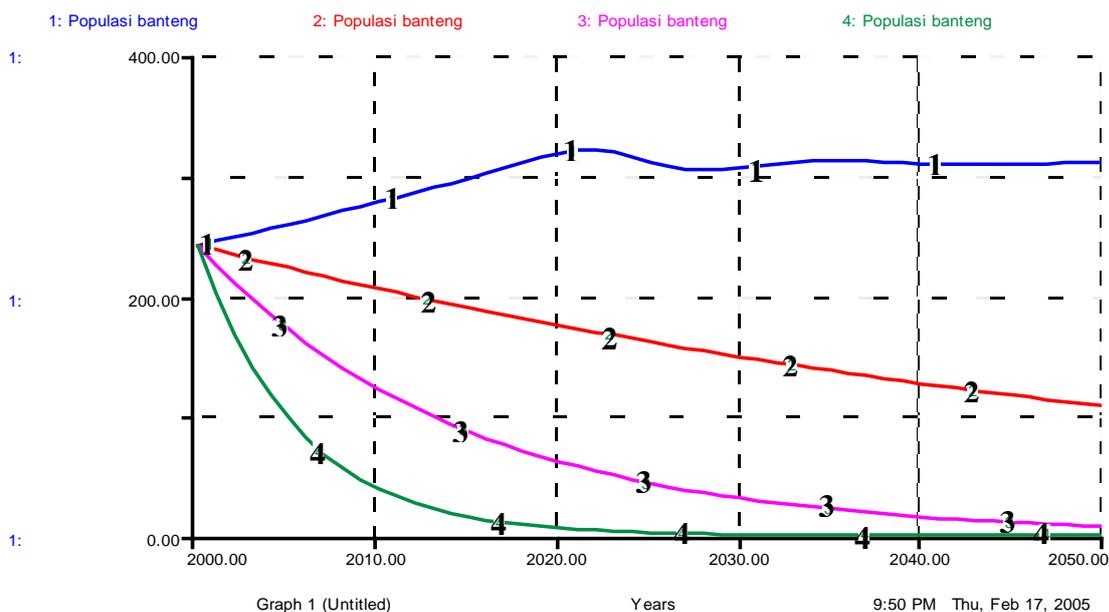
3. Skenario Perburuan Liar 5 % dan Serangan Ajag 2 %, 5 %, 10 %, dan 20 %

Perburuan liar 5 % tiap tahunnya dengan berbagai tingkat serangan **ajag** telah menyebabkan terjadinya penurunan populasi **banteng**, semakin besar tingkat serangan **ajag** penurunan populasi **banteng** semakin cepat. Dengan terjadinya peningkatan populasi **ajag** menyebabkan **banteng** banyak yang menjadi mangsanya. Akibatnya terjadi penurunan popu-

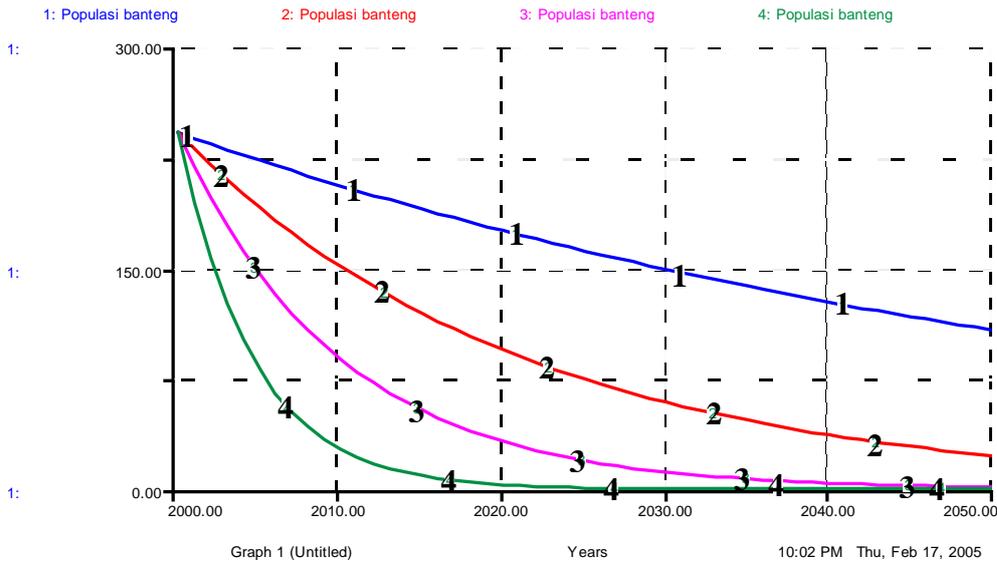
lasi **banteng** dan dapat menyebabkan terjadinya kepunahan **banteng**. Serangan **ajag** yang begitu besar pada tingkat 20 % akan menyebabkan penurunan populasi **banteng** secara drastis. Perkembangan populasi **banteng** pada kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 11.

4. Skenario Perburuan Liar 10 % dan Serangan Ajag 2 %, 5 %, 10 %, dan 20 %

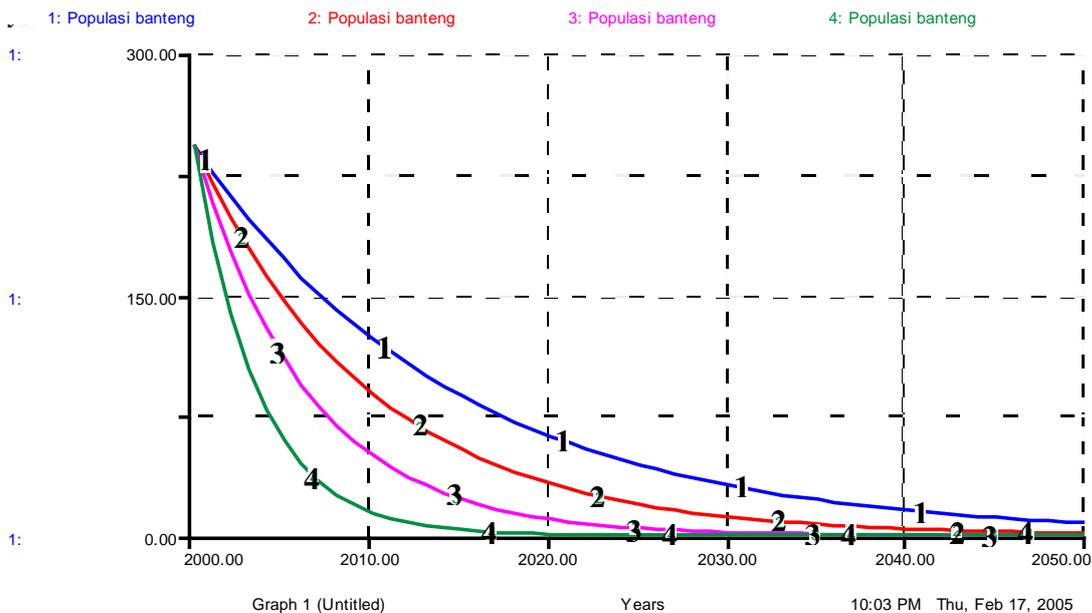
Perkembangan populasi **banteng** dengan tingkat perburuan liar 10 % dan berbagai tingkat serangan **ajag**, populasi **banteng** di Taman Nasional Baluran mengalami penurunan. Semakin besar serangan **ajag** maka penurunan populasi **banteng** juga semakin drastis. Apabila kondisi ini dibiarkan maka **banteng** akan mengalami kepunahan. Semakin tinggi perburuan liar dan diikuti dengan meningkatnya serangan predator **ajag** akan mempercepat kepunahan **banteng** yang ada di Taman Nasional Baluran. Dengan kondisi kematian **banteng** yang semakin meningkat salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah dengan menekan perburuan liar serta manajemen pengelolaan populasi **ajag**. Perkembangan populasi **banteng** pada kondisi ini disajikan dalam Gambar 12.



Gambar (Figure) 10. Dinamika **banteng** pada perburuan liar 2 % dan serangan **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), dan 20 % (4) (*Banteng dynamics at illegal hunt 2 % and predation of **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), and 20 % (4)*)



Gambar (Figure) 11. Dinamika **banteng** pada perburuan liar 5 % dan serangan **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), dan 20 % (4) (*Banteng dynamics at illegal hunt 5 % and predation of **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), and 20 % (4)*) (B/W)

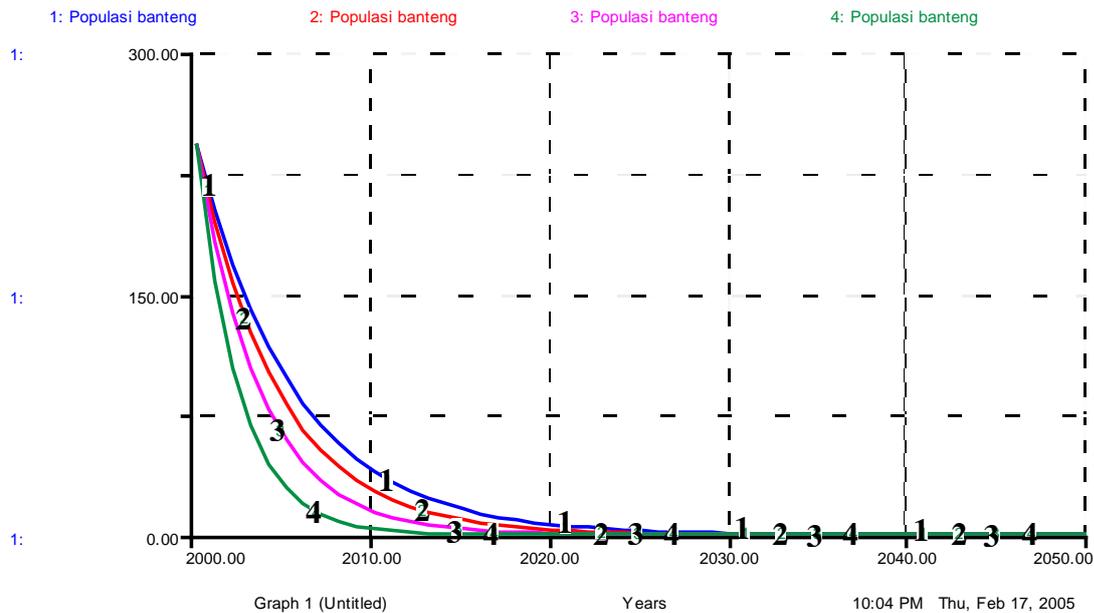


Gambar (Figure) 12. Dinamika **banteng** pada perburuan liar 10 % dan serangan **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), dan 20 % (4) (*Banteng dynamics at illegal hunt 10 % and predation of **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), and 20 % (4)*) (B/W)

5. Skenario Perburuan Liar 20 % dan Serangan **Ajag** 2 %, 5 %, 10 %, dan 20 %

Dinamika **banteng** pada perburuan liar sebesar 20 % tiap tahunnya telah menyebabkan terjadinya penurunan jumlah **banteng** secara drastis apalagi dengan meningkatnya serangan **ajag** akan mem-

percepat terjadinya kepunahan. Dengan tingginya perburuan liar serta semakin meningkatnya serangan predator **ajag**, populasi **banteng** yang ada di Taman Nasional Baluran dalam waktu yang tidak terlalu lama dapat mengalami kepunahan. Gambaran dinamika **banteng** dengan tingkat perburuan liar 20 % dan berbagai tingkatan serangan **ajag** disajikan pada Gambar 13.



Gambar (Figure) 13. Dinamika **banteng** pada perburuan liar 20 % dan serangan **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), dan 20 % (4) (*Banteng dynamics at illegal hunt 20 % and predation of **ajag** 2 % (1), 5 % (2), 10 % (3), and 20 % (4)*) (B/W)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A Kesimpulan

1. Model sistem simulasi dinamika populasi **banteng** (*Bos javanicus* d'Alton 1823) di Taman Nasional Baluran terbentuk dalam tiga sub model yaitu dinamika **banteng**, dinamika savana, dan dinamika masyarakat.
2. Model simulasi dapat memberikan gambaran perkembangan dinamika dan percepatan pertumbuhan populasi pertumbuhan **banteng** dengan berbagai tingkat perburuan liar dan serangan predator.
3. Tingkat perburuan liar 0 % serta serangan **ajag** 2 % dan 5 % dan perburuan liar 2 % serta serangan **ajag** 2 %, populasi **banteng** masih mengalami kenaikan. Meningkatnya perburuan liar dan serangan **ajag** akan menyebabkan penurunan jumlah populasi **banteng** serta dapat menyebabkan kepunahan.

B. Saran

1. Perlu pengkajian keterkaitan dinamika predator dengan mangsa (*prey*) sehingga dapat dibangun model interaksi antara predator dan *prey*.
2. Hasil simulasi dengan berbagai skenario dapat dijadikan acuan bagi pengelolaan **banteng** yang ada di Taman Nasional Baluran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H. S. dan R. Palete. 1983. Potensi makanan **banteng** (*Bos javanicus*) di Cagar Alam Ujung Kulon. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Alikodra, H. S. 2002. Pengelolaan satwa liar. Jilid I. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Ford, A. 1999. Modelling the environment : An introduction to system dynamic models environmental systems. Island Press. Washington DC.

Grant, E., K. P. Ellen and S. L. Sandra
1997. Ecology and natural resource
management: System analysis and

simulation. John Willey & Son, Inc.
Toronto.

Lampiran (*Appendix*) 1. Persamaan model sistem simulasi dinamika populasi banteng
(*Simulation system model of banteng dynamic population*)

Sub Model Dinamika Banteng

- $Populasi_Banteng(t) = Populasi_Banteng(t - dt) + (Penambahan_Banteng - Banteng_mati_oleh_perburuan - Banteng_mati_oleh_predator - Banteng_mati_alami) * dt$
- INIT Populasi_Banteng = 243
- INFLOWS:
 - $Penambahan_Banteng = Kelahiran_Banteng$
- OUTFLOWS:
 - $Banteng_mati_oleh_perburuan = Populasi_Banteng * Prosen_perburuan_Banteng$
 - $Banteng_mati_oleh_predator = Populasi_Banteng * Prosen_Banteng_mati_oleh_predator$
 - $Banteng_mati_alami = Populasi_Banteng * Prosen_Banteng_mati_alami$
 - $Banteng_betina = Populasi_Banteng * Prosen_Banteng_betina$
 - $Kebutuhan_hijauan_Banteng = Populasi_Banteng * Keb_hijauan_Banteng_setahun$
 - $Kebutuhan_hijauan_per_Banteng = 24.53$
 - $Keb_hijauan_Banteng_setahun = Kebutuhan_hijauan_per_Banteng * 365$
 - $Kelahiran_Banteng = Banteng_betina * Prosen_kelahiran_Banteng$
 - $Prosen_Banteng_betina = 0.37$
 - $Prosen_Banteng_mati_alami = 0$
 - $Prosen_Banteng_mati_oleh_predator = 0.02$
 - $Prosen_perburuan_Banteng = Hasil_Banteng / Populasi_Banteng$
 - $Rasio_ketersediaan_hijauan_Banteng = Hijauan_pakan_Banteng / Kebutuhan_hijauan_Banteng$

Sub Model Dinamika Masyarakat

- $Total_Penduduk(t) = Total_Penduduk(t - dt) + (Penambahan_penduduk - Pengurangan_penduduk) * dt$
- INIT Total_Penduduk = 14366
- INFLOWS:
 - $Penambahan_penduduk = Kelahiran + Penduduk_masuk$
- OUTFLOWS:
 - $Pengurangan_penduduk = Kematian + Penduduk_keluar$
- $Frekuensi_berburu = 6$
- $Hasil_Banteng = Hasil_Berburu * 0.3$
- $Hasil_Berburu = Frekuensi_Berburu * Jumlah_Kelompok$
- $Jumlah_Anggota_Kelompok = 4$
- $Jumlah_Kelompok = Jumlah_pemburu / Jumlah_Anggota_Kelompok$
- $Jumlah_pemburu = Total_Penduduk * Prosen_Anggota_Masyarakat_Pemburu$
- $Kelahiran = Total_Penduduk * Prosen_Kelahiran$
- $Kematian = Total_Penduduk * Prosen_kematian$
- $Penduduk_keluar = Total_Penduduk * Prosen_keluar$
- $Penduduk_masuk = Total_Penduduk * Prosen_masuk$
- $Prosen_Anggota_Masyarakat_Pemburu = 0.44 / 100$
- $Prosen_Kelahiran = 0.74 / 100$
- $Prosen_keluar = 0.55 / 100$
- $Prosen_kematian = 0.19 / 100$
- $Prosen_masuk = 0.82 / 100$

Sub Model Savana Bekol

- Hijauan_pakan_Banteng(t) = Hijauan_pakan_Banteng(t - dt) + (Produksi_hijauan_Banteng - Hijaun__mati - Konsumsi_Banteng) * dt
INIT Hijauan_pakan_Banteng = Produksi_hijauan_Banteng
INFLOWS:
 - Produksi_hijauan_Banteng = Produksi_hijauan_savana*Proper_useOUTFLOWS:
 - Hijaun__mati = Hijauan_pakan_Banteng*Prosen_mati
 - Konsumsi_Banteng = Kebutuhan_hijauan_Banteng
- Savana_A_nilotica_muda(t) = Savana_A_nilotica_muda(t - dt) + (Invasi_Acacia - Perkembangan_A_nilotica - Rehabilitasi_savana) * dt
INIT Savana_A_nilotica_muda = 50
INFLOWS:
 - Invasi_Acacia = Savana_rehabilitasi*Laju_invasiOUTFLOWS:
 - Perkembangan_A_nilotica = Savana_A_nilotica_muda* Laju_perkembangan_A_nilotica
 - Rehabilitasi_savana = Luas_Rehabilitasi_A_nilotica
- Savana_A_nilotica_Rapat(t) = Savana_A_nilotica_Rapat(t - dt) + (Perkembangan_A_nilotica - Pemberantasan_A_nilotica_rapat) * dt
INIT Savana_A_nilotica_Rapat = 320
INFLOWS:
 - Perkembangan_A_nilotica = Savana_A_nilotica_muda* Laju_perkembangan_A_niloticaOUTFLOWS:
 - Pemberantasan_A_nilotica_rapat = Luas_pemberantasan_A_nilotica
- Savana_rehabilitasi(t)=Savana_rehabilitasi(t - dt)+(Luas_rehabilitasi - Invasi_Acacia) * dt
INIT Savana_rehabilitasi = 150
INFLOWS:
 - Luas_rehabilitasi = Rehabilitasi_savana+Pemberantasan_A_nilotica_rapatOUTFLOWS:
 - Invasi_Acacia = Savana_rehabilitasi*Laju_invasi
- Hijauan_savana_A_nilotica = Savana_A_nilotica_muda*Produktivitas_Savana_A_nilotica*365
- Hijauan_savana_A_nilotica_rapat = Savana_A_nilotica_Rapat*Produktivitas_Savana_A_nilotica_rapat
- Hijauan_savana_rehabilitasi = Savana_rehabilitasi*Produktivitas_rehabilitasi*365
- Laju_invasi = 0.1
- Laju_perkembangan_A_nilotica = 0.1
- Luas_pemberantasan_A_nilotica = 0
- Luas_Rehabilitasi_A_nilotica = 150
- Luas_savana_Bekol = Savana_A_nilotica_muda+Savana_A_nilotica_Rapat+Savana_rehabilitasi
- Produksi_hijauan_savana = Hijauan_savana_A_nilotica_rapat+Hijauan_savana_rehabilitasi+Hijauan_savana_A_nilotica
- Produktivitas_rehabilitasi = 109
- Produktivitas_Savana_A_nilotica = 52
- Produktivitas_Savana_A_nilotica_rapat = 0
- Proper_use = 0.45
- Prosen_mati = 0.2609