



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

MODEL PERTUMBUHAN POPULASI SERANGGA NYAMUK ANOPHELES SPP DENGAN MENGGUNAKAN MATRIKS PROYEKSI POPULASI

SKRIPSI



**NOFRISAL FIRDAUS
07 134 076**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011**

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

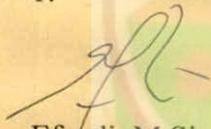
Dengan ini dinyatakan bahwa:

Nama : Nofrisal Firdaus
No. Buku Pokok : 07 134 076
Jurusan : Matematika
Bidang : Matematika Terapan
Judul Skripsi : Model Pertumbuhan Populasi Serangga Nyamuk
Anopheles spp Dengan Menggunakan Matriks
Proyeksi Populasi

Telah diuji dan disetujui skripsinya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) melalui ujian sarjana yang diadakan pada tanggal 12 Juli 2011 berdasarkan ketentuan yang berlaku.

Pembimbing/Penguji

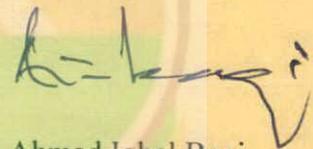
1.



Efendi, M.Si
NIP.197807172002121002

Penguji

1.



Dr. Ahmad Iqbal Baqi
NIP.196710121994021001

2.



Narwen, M.Si
NIP.196710041996091001

Mengetahui, Ketua Jurusan Matematika
FMIPA Universitas Andalas



Dr. Syafrizal Sy
NIP. 196708071993091001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul : **“MODEL PERTUMBUHAN POPULASI SERANGGA NYAMUK *ANOPHELES* SPP DENGAN MENGGUNAKAN MATRIKS PROYEKSI POPULASI”**. Salawat dan salam bagi Rasulullah s.a.w yang telah membimbing umat manusia dari alam kegelapan ke alam terang benderang dan alam yang berilmu pengetahuan.

Skripsi ini disusun bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata 1) di jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Dengan selesainya penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama studi dan dalam penulisan naskah ini:

1. Bapak Efendi, M.Si selaku Pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing serta memberikan motivasi kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr.Ahmad Iqbal Baqi dan Bapak Narwen, M.Si yang telah bersedia membaca, memperbaiki, dan menguji skripsi ini.
3. Bapak Ir. Werman Kasoep, M.kom selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu merancang dan mengarahkan agar studi ini selesai tepat waktunya.
4. Bapak Dr. Syafrizal Sy selaku Ketua Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, padang.

5. Bapak Prof. Dr. I Made Arnawa, M.Si selaku Kordinator Basic Science yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Dosen dan staf jurusan Matematika FMIPA Universitas Andalas yang telah memberi ilmu selama penulis menjalani studi.
7. Bapak Zulakmal, M.Si selaku Ketua Perpustakaan dan kepada staf perpustakaan Jurusan Matematika FMIPA Universitas Andalas yang telah memberi kesempatan penulis membaca dan meminjamkan buku-buku untuk keperluan studi dan penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Drs. Darmili selaku Pemda Kab. Simeulue Provinsi Nangroe Aceh Darussalam dan Dinas Perguruan Tinggi yang telah memberikan beasiswa selama penulis menjalankan studi.
9. Terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan Basic Science Angkatan 2007 (Markas, Fily, Angga, Agus Ya'aro, Misbah, Subrata, Mas Agoes, dll) yang telah memberikan semangat dan membantu penulis selama penyusunan skripsi ini.

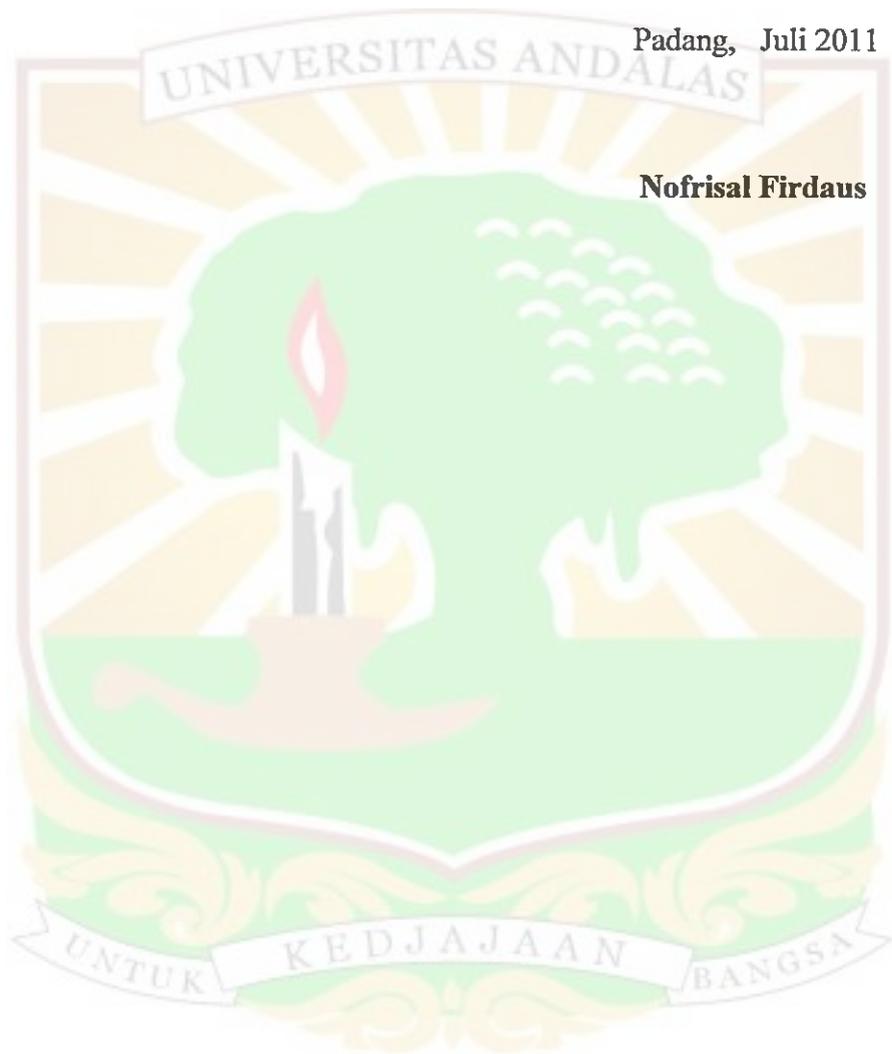
Terima kasih kepada Ayahanda Karibin (alm) dan Ibunda tercinta Nur Isam yang telah memberikan doa, kasih sayang, perhatian dan dukungan yang tak ternilai harganya. Tak lupa kepada kedua Abang Faisal dan Abang Herly Mulyadi yang telah memberikan motivasi dan dukungan sehingga skripsi ini terselesaikan tepat waktu dan terima kasih kepada paman Abdul Malib S.Sos yang telah memberi dukungan serta motivasi sehingga skripsi ini terselesaikan tepat waktu.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat beserta karunia-Nya kepada semua pihak baik yang telah membantu maupun yang telah memberi dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penulisan ini ada terdapat kesalahan-kesalahan yang tidak penulis ketahui, karena kekurangan penulis, maka dari itu penulis sangat mengharapkan kritik dan perbaikan terhadap isi skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Padang, Juli 2011

Nofrisal Firdaus



ABSTRAK

Model matematika dapat digunakan untuk menggambarkan dan menyelesaikan permasalahan matematika. Salah satu model matematika yang dapat digunakan untuk menganalisis pertumbuhan populasi adalah dengan menggunakan matriks proyeksi pertumbuhan populasi. Pada matriks proyeksi pertumbuhan populasi dapat dilihat jumlah populasi pada masa yang akan datang.

Kata Kunci: Matriks, Populasi, *Anopheles* spp



DAFTAR ISI

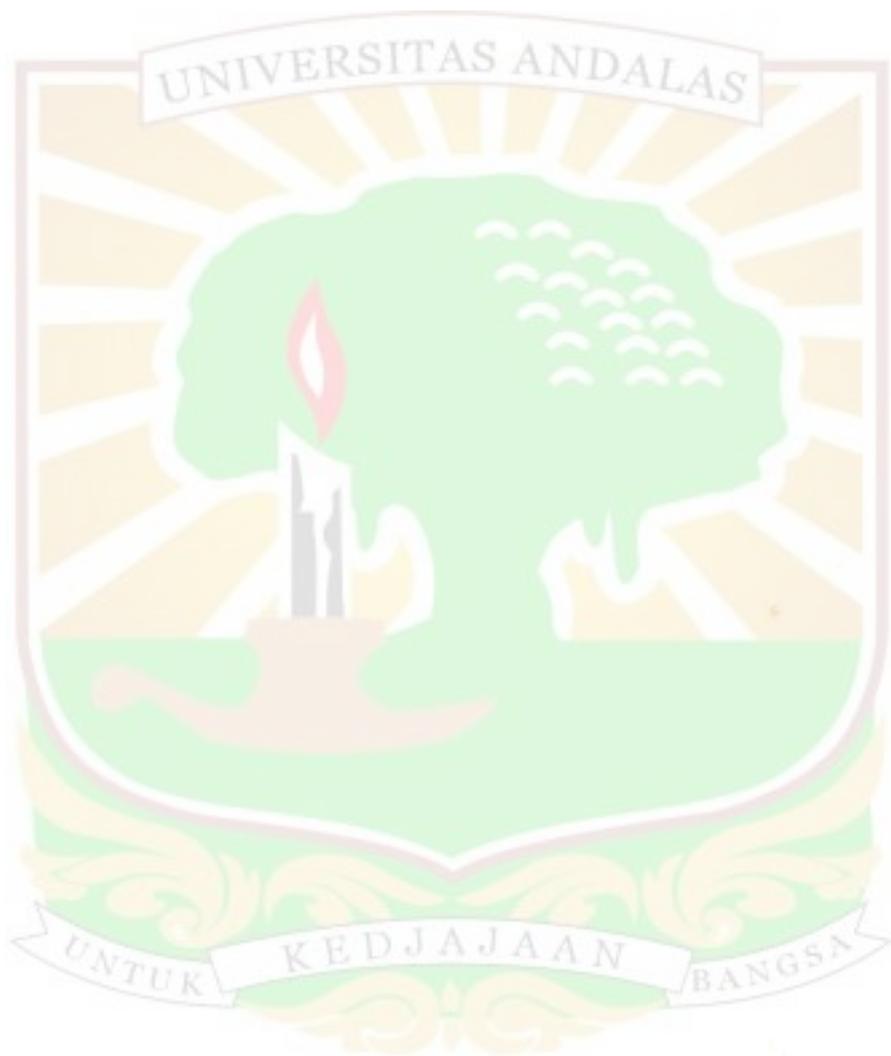
	Halaman
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Matriks	6
2.1.1 Definisi Perkalian Matriks	6
2.1.2 Definisi Pangkat Matriks.....	6
2.1.3 Definisi Invers Matriks.....	6
2.2 Asumsi Model Pertumbuhan Populasi	7
2.3 Matriks Proyeksi Populasi.....	8
BAB III PERTUMBUHAN POPULASI NYAMUK ANOPHELES SPP	
3.1 Siklus Hidup Nyamuk <i>Anopheles</i> spp.....	13
3.2 Model Pertumbuhan Populasi	15
3.3 Aplikasi Kasus.....	19
BAB IV PENUTUP	

4.1 Kesimpulan..... 29

4.2 Saran..... 29

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN 30



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Model adalah suatu konsep yang digunakan untuk menggambarkan suatu permasalahan atau fenomena yang terjadi di alam dan kehidupan dan dinyatakan dalam bahasa matematika ke dalam bentuk model matematika. Model matematika merupakan proses perubahan hidup yang nyata sebagai simbol matematika melalui langkah-langkah yang sistematis. Model matematika diantaranya dapat digunakan untuk melihat perubahan demografi dan pertumbuhan populasi. Salah satu diantara model pertumbuhan populasi itu adalah model logistik. Model logistik pertama kalinya diperkenalkan oleh Verhulst pada tahun 1830. Model ini menjelaskan tentang pertumbuhan populasi dengan mengabaikan faktor umur.

Pertumbuhan populasi ditunjukkan dengan bertambahnya populasi menurut waktu. Pertumbuhan populasi secara biologis dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu kelahiran, perkembangan dan kematian yang meliputi persaingan hidup, kapasitas reproduksi, masa reproduksi dan sebagainya. Ketiga faktor tersebut dinyatakan sebagai faktor pertumbuhan alami.

Serangga nyamuk *Anopheles* spp adalah vektor yang dapat menyebabkan penyakit malaria. Melalui gigitan nyamuk *Anopheles* spp betina, penyakit malaria menjadi endemik. Secara tidak langsung pertumbuhan nyamuk *Anopheles* spp dipengaruhi oleh faktor iklim, seperti curah hujan, kelembaban, dan temperatur udara. Nyamuk *Anopheles* spp mempunyai empat tahap dalam siklus hidupnya, mulai dari telur, larva, kepompong (*pupa*) dan nyamuk dewasa. Nyamuk

Anopheles spp memiliki tahapan perkembangbiakan sempurna. Tahapan tersebut terjadi pada dua jenis habitat yaitu habitat perairan untuk pradewasa mulai dari telur, larva, dan kepompong, dan habitat terestrial sebagai tempat hidup nyamuk dewasa. Karakteristik habitat perkembangbiakan pradewasa nyamuk *Anopheles* spp sangat bervariasi tergantung pada jenis dan daerah sebarannya (Sukowati, 2008)[6]. Suhu optimum untuk pertumbuhan telur, larva, dan kepompong berbeda pada berbagai zona geografi. Di daerah tropis suhu air berkisar antara 23⁰C-27⁰C. Pada suhu tersebut stadium pradewasa nyamuk akan selesai dalam waktu dua minggu WHO (1982).

Salah satu yang membedakan reproduksi hewan dan manusia adalah manusia mempunyai pasangan yang tetap dan dapat membatasi jumlah kelahiran anaknya, sedangkan hewan berpasangan secara acak dan bergantian, sehingga dalam umur masa reproduksi hewan lebih cenderung bertelur dan beranak tiada henti. Selain itu hewan sangat rentan terhadap kelangsungan hidupnya terutama hewan petelur, sedangkan manusia dapat meningkatkan kelangsungan hidupnya melalui perawatan kesehatan sehingga dengan demikian kelangsungan hidup manusia lebih stabil dari pada hewan.

Nyamuk *Anopheles* spp merupakan bagian dari kelompok serangga dari pylum *Arthropoda*, kelas *Insecta (Hexapoda)*, ordo *Diptera*, famili *Culicidae*, yang paling banyak menimbulkan masalah kesehatan. Dari 457 spesies nyamuk dan dikelompokkan menjadi 18 kelompok genus yang terdiri dari 80 spesies nyamuk *Anopheles* spp, 82 spesies nyamuk *Culex*, 125 spesie nyamuk *Aedes*, dan 8 spesies nyamuk *Mansonia*, sisanya sebagai anggota dari genus yang tidak penting dalam penularan penyakit (O' Cornor dan Sopa, 1981)[6]. Dari beberapa

spesies nyamuk tersebut hanya nyamuk *Anopheles* spp yang memiliki peranan penting sebagai vektor malaria, baik yang dikonfirmasi sebagai vektor maupun yang diduga sebagai vektor. Setiap jenis nyamuk memiliki habitat yang berbeda berdasarkan kekeruhan air. Nyamuk *Aedes* umumnya memilih tempat perkembangbiakan pada air jernih pada tempat penampungan air buatan, nyamuk *Culex* lebih menyukai air yang kotor dan yang terpolusi. Sedangkan nyamuk *Anopheles* spp dapat hidup baik dalam air jernih maupun dalam air keruh yang berhubungan langsung dengan tanah, batu, atau lumpur. Hal ini tergantung dari jenis spesiesnya. Perilaku nyamuk *Anopheles* spp adalah menghisap darah manusia pada malam hari guna untuk kematangan telurnya.

Dengan berbagai pertimbangan di atas, maka model yang digunakan adalah model pertumbuhan populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp betina yang mempunyai kemampuan reproduksi terus menerus selama masa usia reproduksi dan kelangsungan hidupnya adalah dengan menggunakan model matriks proyeksi pertumbuhan populasi. Dengan demikian model pertumbuhan yang cocok untuk laju pertumbuhan populasi nyamuk *Anopheles* spp adalah yang mempunyai karakteristik (1) jenis populasi betina, (2) mempunyai kemampuan terus menerus selama usia reproduksi, dan (3) struktur umur yang berpengaruh terhadap kemampuan reproduksi.

Dengan menggunakan bantuan *Softwer SWP* akan dapat ditentukan jumlah populasi dari serangga nyamuk *Anopheles* spp tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana mencari bentuk model dari pertumbuhan populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari proses formulasi model dinamika populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah umur dari populasi di batasi untuk umur tertentu dari populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp dan ketersediaan air dalam habitat bertelur hanya dipengaruhi oleh curah hujan, ketersediaan air dalam habitat bertelur hanya mempengaruhi kesiapan telur untuk menetas. Sedangkan fase dewasa tidak dipengaruhi ketersediaan air.

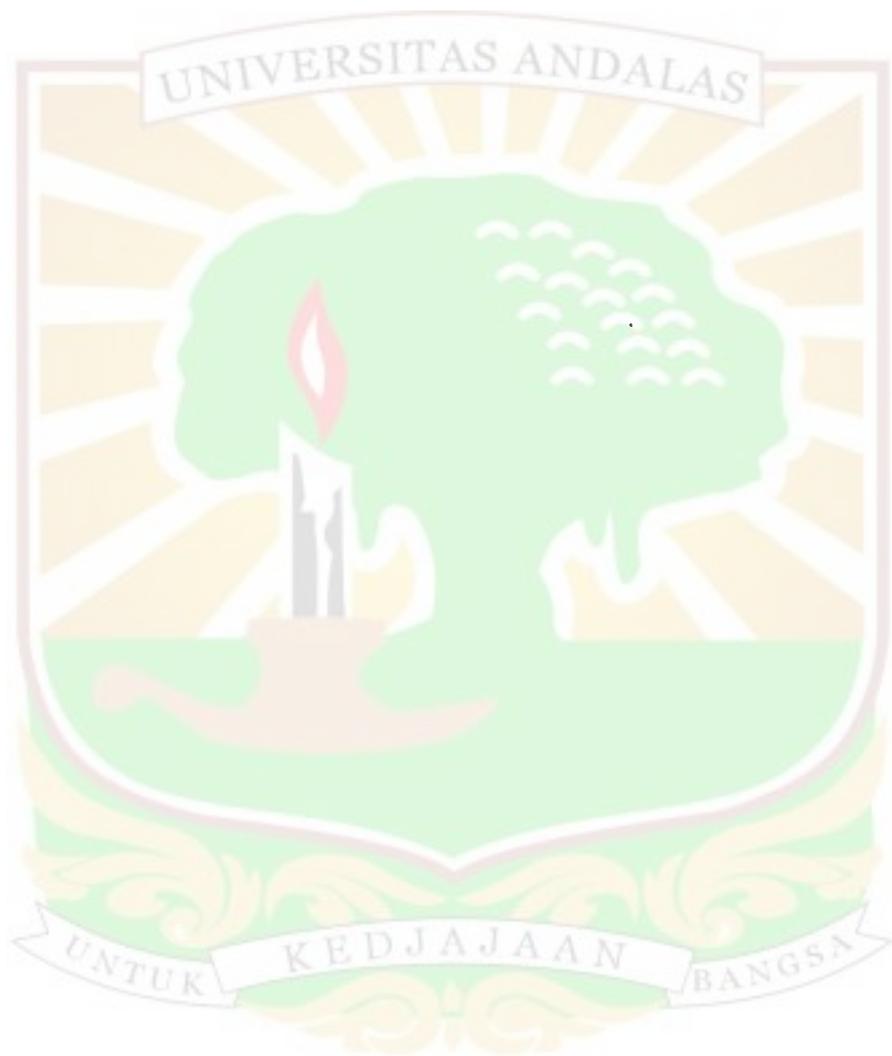
1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dengan menggunakan matriks proyeksi pertumbuhan populasi, akan dapat ditentukan umur serangga nyamuk *Anopheles* spp dan jumlah populasinya di masa yang akan datang.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam tugas akhir ini, terdiri dari beberapa bab Bab I, Bab II, Bab III dan Bab IV. Pada Bab I berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan manfaat penelitian. Bab II berisi tentang definisi yang berkaitan dengan matriks proyeksi pertumbuhan populasi. Bab III berisi tentang pembahasan tentang pertumbuhan populasi. Dengan menggunakan matriks proyeksi pertumbuhan populasi akan dapat ditentukan umur dan jumlah

populasi di masa yang akan datang. Bab IV bagian penutup diakhiri dengan kesimpulan dan saran.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Matriks

Dalam proses menyusun model pertumbuhan suatu populasi salah satu diantaranya digunakan matriks, dengan demikian diperlukan beberapa definisi tentang matriks sebagai berikut:

Definisi 2.1.1 [1]

Jika A adalah matriks $m \times r$ dan B adalah matriks $r \times n$ maka hasil kali (*product*) AB adalah matriks $m \times n$ yang entri-entrinya ditentukan sebagai berikut. Untuk mencari entri pada baris i dan kolom j dari AB , pisahkan baris i dari matriks A dan kolom j dari matriks B . Kalikan entri-entri yang bersesuaian dari baris dan kolom tersebut dan kemudian jumlahkan hasil yang diperoleh.

Definisi 2.1.2 [2]

Jika A adalah matriks kuadrat dan m sebuah bilangan bulat positif, maka $A^m = A \times A \times A \dots \times A$ sebanyak m faktor. Pemangkatan matriks A^m menurut definisi diatas merupakan pemangkatan matriks yang sering digunakan setiap ada pemangkatan matriks.

Definisi 2.1.3 [1]

Jika A adalah matriks bujursangkar, dan jika terdapat matriks B yang ukurannya sama sedemikian rupa sehingga $AB = BA = I$, maka A dapat dibalik (*invertible*) dan B disebut invers (*inverse*) dari A . Jika matriks B tidak dapat didefinisikan, maka A dinyatakan matriks singular.

2.2 Asumsi Model Pertumbuhan Populasi

Kelangsungan hidup suatu populasi dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu kelahiran, kematian dan penuaan. Pada bagian ini akan ditunjukkan bentuk model dari pertumbuhan populasi dan diasumsikan bahwa umur dari suatu populasi dibatasi untuk waktu tertentu. Dalam menyusun pertumbuhan suatu populasi, populasi dibagi atas kelompok-kelompok dengan waktu yang sama. Beberapa identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Umur maksimum yang dicapai sembarang hewan dalam suatu populasi diketahui, misalkan K hari. Maka setiap kelas umur mempunyai bagian - bagian durasi waktu yang sama yaitu $\frac{K}{n}$ hari.
2. Populasi dibagi menjadi n kelas umur dengan waktu yang sama, sehingga diperoleh hasil pembagian $x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_k < \dots < x_{n-1} < \dots < x_n$ dengan $x_0 = 0$. Sehingga diperoleh:

$$x_1 = x_0 + \frac{K}{n} = \frac{K}{n}$$

$$x_2 = x_1 + \frac{K}{n} = \frac{K}{n} + \frac{K}{n} = \frac{2K}{n}$$

$$x_3 = x_2 + \frac{K}{n} = \frac{K}{n} + \frac{2K}{n} = \frac{3K}{n}$$

⋮

$$x_i = \frac{IK}{n}$$

⋮

$$x_{n-1} = \frac{(n-1)K}{n}$$

$$x_n = K$$

Dengan demikian diperoleh kelas umur dan kelompok umur dari tiap-tiap kelas sebagai berikut,

Kelas ke-1 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari 0 sampai x_1 , atau ditulis $[0, x_1)$

Kelas ke-2 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari x_1 sampai x_2 , atau ditulis $[x_1, x_2)$

Kelas ke-3 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari x_2 sampai x_3 , atau ditulis $[x_2, x_3)$

Kelas ke-k adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari x_{k-1} sampai x_k , atau ditulis $[x_{k-1}, x_k)$

Kelas ke- $(n - 1)$ adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari x_{n-2} sampai x_{n-1} , atau ditulis $[x_{n-2}, x_{n-1})$

Kelas ke-n adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari x_{n-1} sampai x_n , atau ditulis $[x_{n-1}, x_n]$

2.3 Matriks Proyeksi Populasi

Pada bab ini akan diformulasikan model matriks proyeksi populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp berdasarkan siklus hidup yang diasumsikan atas empat fase pertumbuhan. Keempat fase siklus hidup itu adalah satu fase telur, satu fase larva, satu fase kepompong (*pupa*) dan satu fase dewasa. Model yang digunakan adalah model di mana siklus hidup serangga tersebut dibagi atas kelas dengan durasi waktu yang sama, misalkan:

Umur maksimum yang dicapai oleh sembarang serangga adalah K hari. Kemudian populasi tersebut dibagi menjadi n kelas umur. Dengan demikian tiap

kelas umur mempunyai bagian-bagian $\frac{K}{n}$ hari. Selanjutnya diperoleh kelas umur

dan interval kelas sebagai berikut:

Kelas umur ke-1 mempunyai interval dari 0 sampai dengan $\frac{K}{n}$

Kelas umur ke-2 mempunyai interval dari $\frac{K}{n}$ sampai dengan $\frac{2K}{n}$

Kelas umur ke-3 mempunyai interval dari $\frac{2K}{n}$ sampai dengan $\frac{3K}{n}$

Kelas umur ke- i mempunyai interval dari $\frac{(i-1)K}{n}$ sampai dengan $\frac{iK}{n}$

Kelas umur ke- $(n-1)$ mempunyai interval dari $\frac{(n-2)K}{n}$ sampai dengan

$$\frac{(n-1)K}{n}$$

Kelas umur ke- n mempunyai interval dari $\frac{(n-1)K}{n}$ sampai dengan K .

Pertumbuhan suatu populasi dipengaruhi oleh tiga proses biologis yaitu kelahiran, kematian dan penuaan. Berdasarkan tiga proses tersebut secara kuantitatif, maka yang akan dilihat bagaimana memproyeksikan vektor distribusi umur awal ke umur masa yang akan datang. Karena dianggap durasi waktu yang sama dari serangga K , maka yang menjadi pertimbangan dalam model ini adalah kemunculan serangga dan kematian saja. Proses yang muda untuk melihat pertumbuhan jumlah suatu populasi yaitu dengan waktu diskrit yakni $k_0, k_1, \dots, k_t, \dots, k_{n-1}, \dots, k_n$. Diasumsikan bahwa seluruh populasi serangga pada

kelas umur ke- $(i + 1)$ dengan $i = 1, 2, \dots, n - 1$ pada waktu k_{t+1} sebelumnya telah berda di dalam kelas umur ke- i pada waktu k_t .

Proses kelahiran dan kematian diantara dua waktu yang berurutan masing - masing dipengaruhi oleh jumlah rata-rata kemunculan serangga dari setiap kelas dan misalkan peluang transisi dari tahap ke- i yang mampu bertahan hidup sampai tahap ke- $i + 1$, yaitu

t_1 adalah peluang serangga nyamuk *Anopheles* spp bertahan hidup pada kelas umur ke-1

t_2 adalah peluang serangga nyamuk *Anopheles* spp bertahan hidup pada kelas umur ke-2

t_3 adalah peluang serangga nyamuk *Anopheles* spp bertahan hidup pada kelas umur ke-3

⋮

t_k adalah peluang serangga nyamuk *Anopheles* spp bertahan hidup pada kelas umur ke- k

⋮

t_{n-1} adalah peluang serangga nyamuk *Anopheles* spp bertahan hidup pada kelas umur ke- $n - 1$

t_n adalah peluang serangga nyamuk *Anopheles* spp bertahan hidup pada kelas umur ke- n

Sehingga diperoleh,

t_i untuk $(i = 1, 2, \dots, n)$ adalah peluang serangga nyamuk *Anopheles* spp bertahan hidup pada kelas umur ke- i yang diharapkan dapat bertahan hidup dan mencapai umur ke- $(i + 1)$. Sehingga diperoleh batasan berikut:

$$0 \leq t_i \leq 1 \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, n$$

Apabila $t_i = 0$, maka berarti tidak ada serangga yang dapat hidup melewati kelas umur ke- i , atau dengan kata lain tidak ada serangga yang dapat bertahan hidup dari kelas ke- i sampai dengan kelas umur ke- $i + 1$. Sedangkan $0 \leq t_i \leq 1$, berarti bahwa peluang serangga itu hidup telah melewati dari kelas umur ke- i ke kelas umur ke- $i + 1$, atau dengan kata lain peluang serangga pada kelas umur ke- i dapat bertahan hidup sampai dengan kelas umur ke- $i + 1$. Jika $t_i = 1$, berarti bahwa semua serangga melewati kelas umur ke- i , atau dengan kata lain semua serangga nyamuk *Anopheles* spp bertahan hidup pada kelas umur ke- $i + 1$.

Apabila diketahui jumlah populasi awal dalam kelas umur diketahui pada waktu mula-mula pada saat $k = 0$, maka

$x_1(0)$ = Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp di kelas umur pertama pada saat $k = 0$

$x_2(0)$ = Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp di kelas umur kedua pada saat $k = 0$

$x_3(0)$ = Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* di kelas umur ketiga pada saat $k = 0$

$x_t(0)$ = Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp di kelas umur ke- t pada saat $k = 0$

⋮

$x_{n-1}(0)$ = Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp di kelas umur ke- $n - 1$ pada saat $k = 0$

$x_n(0)$ = Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp di kelas umur ke- n pada saat $k = 0$

Bentuk di atas dapat disederhanakan menjadi

$x_i(0)$ = Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp di kelas umur ke- i untuk $i = 0, 1, 2, \dots, n$ pada saat $k = 0$

Sehingga dapat ditulis dalam bentuk vektor kolom yaitu:

$$X(0) = \begin{pmatrix} x_1(0) \\ x_2(0) \\ x_3(0) \\ \vdots \\ x_n(0) \end{pmatrix} \dots\dots\dots(2.3.1)$$

Vektor $X(0)$ disebut dengan vektor distribusi umur awal. Dengan mengalikan vektor distribusi umur awal dengan matriks proyeksi populasi A , sehingga diperoleh,

$$X(1) = AX(0)$$

$$X(2) = AX(1)$$

$$X(3) = AX(2)$$

\vdots

$$X(n) = AX^{(n-1)} \dots\dots\dots(2.3.2)$$

Dari persamaan (2.3.2) sehingga akan dapat diketahui jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp pada sembarang waktu di masa yang akan datang.

BAB III

PERTUMBUHAN POPULASI NYAMUK *ANOPHELES* SPP

3.1 Siklus Hidup Nyamuk *Anopheles* spp [6]

Nyamuk *Anopheles* spp adalah sebagai vektor penyebab penyakit malaria melalui gigitan nyamuk *Anopheles* spp betina. Bertambahnya populasi dari nyamuk *Anopheles* spp sangat dipengaruhi oleh faktor iklim, seperti curah hujan, kelembaban, dan temperatur udara. Nyamuk *Anopheles* spp memiliki empat tahap dalam siklus hidup yaitu mulai dari telur, larva, kepompong (*pupa*) dan nyamuk dewasa. Telur, larva dan kepompong berada dalam air selama 5-14 hari. Nyamuk betina meletakkan telurnya 50-200 butir dalam air sekali bertelur. Telur-telur itu diletakkan mengapung di tepi air. Biasanya peletakkan telur dilakukan pada malam hari. Telur tersebut tidak dapat bertahan di tempat yang kering dan dalam 2-3 hari akan menetas menjadi larva. Telur *Anophles* berbentuk seperti perahu yang bagian bawahnya konveks dan bagian atasnya konkaf dan mempunyai sepasang pelampung yang terletak pada sebuah lateral sehingga telur dapat mengapung di permukaan air.

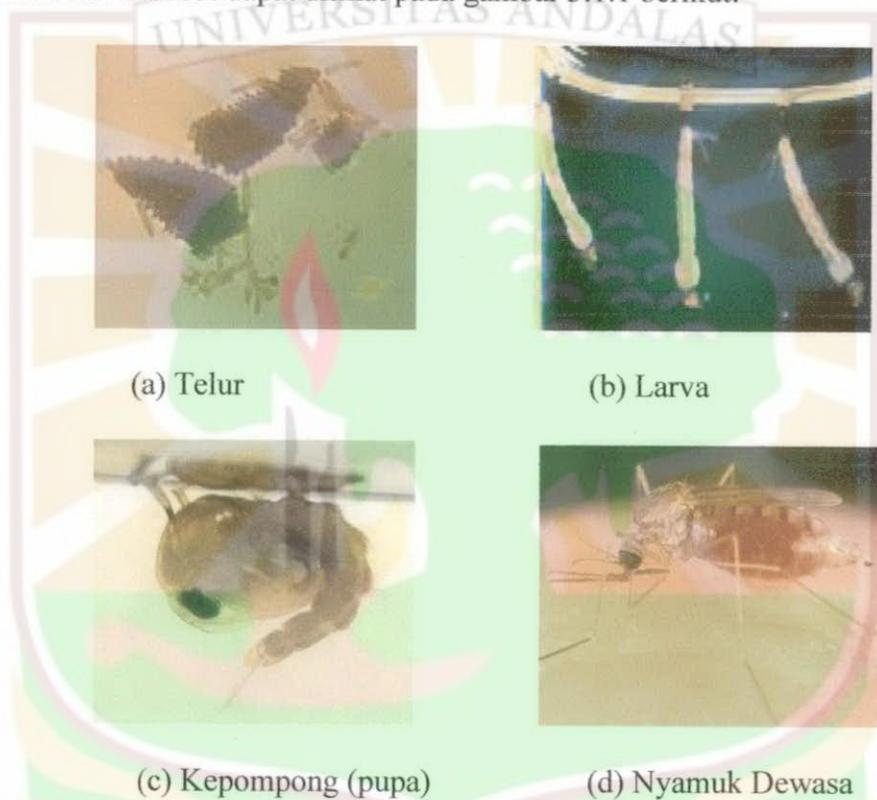
Larva *Anophles* spp bersifat akuatik yakni mempunyai habitat hidup di air. Larva nyamuk memiliki kepala dan mulut yang digunakan untuk mencari makan, sebuah torak dan sebuah perut. Larva *Anopheles* spp tidak mempunyai saluran pernafasan dan posisi badan mereka sejajar dengan permukaan air. Larva bernafas dengan lubang angin dan perut, oleh karena itu harus berada di permukaan air. Kebanyakan larva makan pada alga, bakteri dan mikroorganisme lainnya di permukaan air. Larva berkembang pada 1-4 tahap atau 1-6 stadium pertumbuhan. Masing-masing stadium mempunyai ukuran dan bulu yang berbeda (Santoso,

2002)[6]. Pada setiap akhir stadium larva mengalami pergantian kulit ke pertumbuhan tahap berikutnya.

Kepompong yang hidup dalam air tidak memerlukan makanan, tetapi memerlukan udara. Stadium kepompong merupakan masa tenang. Pada umumnya kepompong tidak aktif, hanya mengapung di permukaan air. Kemampuan mengapung disebabkan oleh adanya ruang yang cukup besar yang berada pada sisi bawah *sefalotoraks*. Kepompong tidak menggunakan rambut atau pengait untuk dapat melekat pada permukaan air, tetapi dengan bantuan terompet yang cukup besar yang berfungsi sebagai spirakel dan dua rambut panjang *stellate* yang berada pada segmen satu andomen (Santoso, 2002)[6]. Stadium kepompong mempunyai tabung pernapasan (*respiratory trumpet*) yang bentuknya lebar dan pendek yang digunakan untuk menghirup O₂ dari udara. Pada tahap kepompong belum ada perbedaan antara jantan dan betina. Kepompong menetas dalam 1-2 hari menjadi nyamuk dewasa. Pada umumnya nyamuk jantan keluar terlebih dahulu menetas, baru kemudian disusul nyamuk betina. Nyamuk jantan tersebut akan tetap tinggal di dekat sarang sampai nyamuk betina keluar dari kepompong. Setelah nyamuk betina keluar dari kepompong kemudian nyamuk jantan akan langsung mengawini nyamuk betina sebelum mencari darah.

Lamanya dari telur menjadi nyamuk dewasa bervariasi tergantung dari spesiesnya dan panasnya suhu udara. Nyamuk biasanya berkembang dari tahap telur ke nyamuk dewasa paling kurang membutuhkan waktu 10-14 hari. Pada tahap dewasa nyamuk *Anopheles* spp memiliki tiga bagian yaitu kepala, torak dan perut. Kepala nyamuk berfungsi untuk mencari makan dan memperoleh informasi. Pada kepala terdapat mata dan sepasang antena. Antena nyamuk sangat

penting untuk mendeteksi bau dari tempat perindukan di mana nyamuk bisa meletakkan telurnya. Perut berfungsi untuk pencernaan makanan dan mengembangkan telur. Bagian badan berperan mengembang saat nyamuk betina menghisap darah manusia. Darah tersebut lalu dicerna tiap waktu untuk membantu memberikan sumber protein pada produksi telurnya. Keempat fase pertumbuhan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1.1 berikut:



Gambar 3.1.1 Empat Fase Perkembangan Nyamuk *Anopheles* Spp

3.2 Model Pertumbuhan Populasi

Untuk menjelaskan model pertumbuhan dari populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp tersebut dapat dilihat pada gambar 3.2.1 [3]

dimana A adalah matriks proyeksi pertumbuhan populasi. Dari matriks A diatas dimana setiap entri dari matriks A menggambarkan transisi suatu individu dari tahap ke- i yang diharapkan mampu bertahan hidup sampai dengan tahap ke- $i + 1$. Dan R dari matriks A adalah priode serangga nyamuk *Anopheles* spp dalam memproduksi telur.

3.3 Aplikasi Kasus

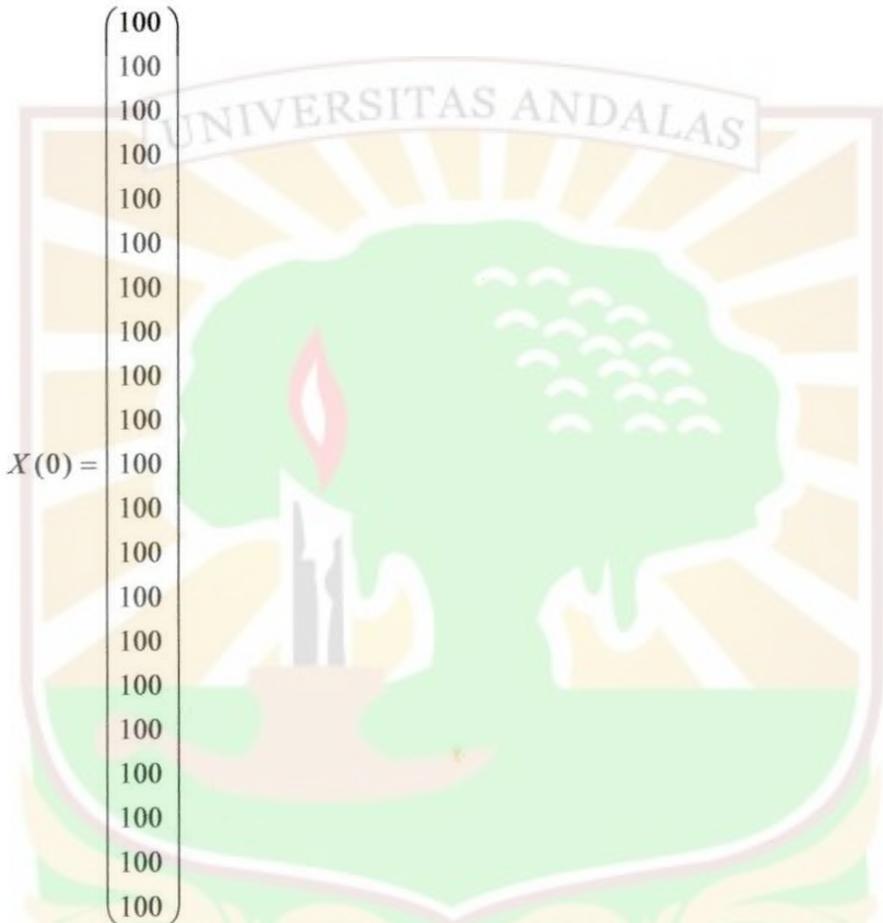
Misalkan diketahui umur dari serangga nyamuk *Anopheles* spp adalah 21 hari seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1.2, karena umur maksimum serangga 21 hari sehingga dibagi dalam kelompok-kelompok kelas umur dengan durasi waktu yang sama kelas umur ke-1 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (0-1) hari, kelas ke-2 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (1-2) hari, kelas ke-3 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (2-3) hari, sampai dengan kelas ke-21 serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (20 – 21) hari.

Misalkan juga diketahui bahwa peluang transisi dari kelas ke- i yang mampu bertahan hidup memasuki kelas umur ke- $(i + 1)$ seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2.1 berikut:

Tabel 3.2.1 Peluang transisi yang mampu bertahan hidup dari kelas umur ke- i memasuki kelas umur ke- $i+1$

$t_{(1)(2)} = 0,96$	$t_{(7)(8)} = 0,40$	$t_{(11)(13)} = 0,40$	$t_{(16)(17)} = 0,40$
$t_{(2)(3)} = 0,96$	$t_{(7)(9)} = 0,60$	$t_{(12)(13)} = 0,89$	$t_{(17)(18)} = 0,89$
$t_{(3)(4)} = 0,89$	$t_{(8)(9)} = 0,89$	$t_{(13)(14)} = 0,89$	$t_{(19)(20)} = 0,89$
$t_{(4)(5)} = 0,89$	$t_{(9)(10)} = 0,89$	$t_{(14)(15)} = 0,40$	$t_{(20)(21)} = 0,89$
$t_{(5)(6)} = 0,89$	$t_{(10)(11)} = 0,40$	$t_{(14)(18)} = 0,60$	$t_{(21)(13)} = 0,89$
$t_{(6)(7)} = 0,40$	$t_{(10)(19)} = 0,60$	$t_{(15)(16)} = 0,40$	$R = 150$
$t_{(6)(9)} = 0,60$	$t_{(11)(12)} = 0,40$	$t_{(15)(18)} = 0,60$	

Di mana R adalah periode serangga nyamuk *Anopheles* spp dalam memproduksi telur. Dan diberikan juga populasi awal dalam kelas umur adalah 100. Karena terdapat populasi awal 100 serangga nyamuk *Anopheles* spp dalam setiap kelas umur, sehingga diperoleh distribusi umur awal yaitu:



Karena umur serangga nyamuk *Anopheles* spp maksimal 21 hari maka mengakibatkan terdapat distribusi umur dari kelas ke-1 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (0-1) hari, kelas ke-2 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (1-2) hari, sampai dengan kelas ke-21 serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (20- 21) hari. Berikut adalah distribusi populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp dari hari pertama hingga hari ke-21 berdasarkan kelas umur.

$$AX(2) = X(3)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	40350	20550	
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14400	38736	
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	13824	
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	82,022	
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	76,042	
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	70,497	
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	31,684	
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14,24	
0	0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	83,126	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	100,57	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	= 74,404	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14,24	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	106,1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	211	123,54	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	35	84,728	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	16	14,24	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	16	6,4	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	137	172,29
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	111,61	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	47,526	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	47,526	

$$AX(3) = X(4)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	20550	25844
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38736	19728
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13824	37187	
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,022	12303	
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76,042	73	
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70,497	67,677	
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,684	28,199	
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,24	12,674	
0	0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83,126	73,982	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,57	73,982	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,404	= 40,228	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,24	29,762	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	106,1	99,614	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123,54	94,429	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,728	49,416	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,24	33,891	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4	5,696	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	0	172,29	139,2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111,61	60,342	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	47,526	99,333	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	47,526	42,298	

Selanjutnya akan ditentukan distribusi umur dan jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp setelah dua puluh satu hari, dengan menggunakan *Softwer SWP* sehingga diperoleh jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp setelah dua puluh satu hari yaitu:

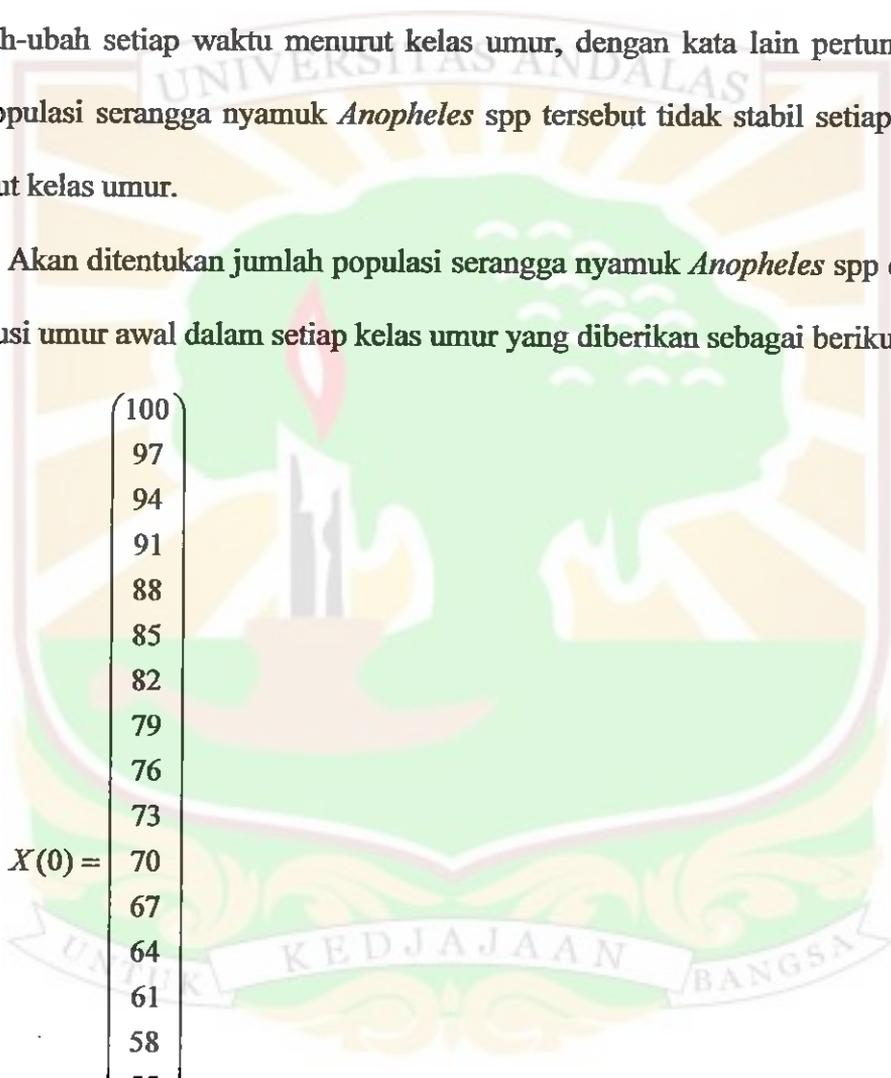
$$AX(20) = X(21)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	1,1362x10 ⁶	9,9957x10 ⁵	
0,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2552x10 ⁶	1,0908x10 ⁶
0	0,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3251x10 ⁶	1,205x10 ⁶
0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1652x10 ⁶	1,1793x10 ⁶
0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,6093x10 ⁵	1,037x10 ⁶
0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1607x10 ⁵	8,5523x10 ⁵
0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,074x10 ⁵	2,0643x10 ⁵
0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11026	42960
0	0	0	0	0	0	0,60	0,60	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7833x10 ⁵	3,839x10 ⁵
0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38564	1,5871x10 ⁵
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1892,6	15426
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	909,6	757,04
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	5615	48034
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5385,7	4997,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2453,4	2154,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1108,6	981,36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	515,88	443,44
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,60	0,60	0,89	0	0	0	0	6663,8	5827,8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2838,9	23138
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	3035,8	2526,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	3211,6	2701,9

Dari hasil matriks yang diperoleh setelah dua puluh satu hari menunjukkan jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp yang masih bertahan hidup pada masing-masing kelas umur. Bila dibandingkan hasil yang diperoleh dari masing-masing kelas umur menunjukkan kecenderungan yang berbeda pada masing-masing kelas umur. Dari kelas umur ke-1 yang berumur dari (0-1) hari sampai dengan kelas umur ke-7 yang berumur dari (6-7) hari terlihat bahwa populasi dari serangga nyamuk *Anopheles* spp tersebut stabil, kemudian pada kelas umur ke-8 yang berumur dari (7-8) hari cenderung berkurang dari poulasi sebelumnya. Pada

kelas umur ke-9 yang berumur dari (8-9) sampai dengan kelas umur ke-10 yang berumur dari (9-10) hari stabil lagi. Akan tetapi berbeda halnya dengan kelas umur ke-11 yang berumur dari (10-11) hari sampai dengan kelas umur ke-21 yang berumur dari (20-21) hari populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp tersebut stabil, artinya pertumbuhan dari populasi serangga nyamuk *Anopheles* tersebut berubah-ubah setiap waktu menurut kelas umur, dengan kata lain pertumbuhan dari populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp tersebut tidak stabil setiap waktu menurut kelas umur.

Akan ditentukan jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp dengan distribusi umur awal dalam setiap kelas umur yang diberikan sebagai berikut:



$X(0) =$	100
	97
	94
	91
	88
	85
	82
	79
	76
	73
	70
	67
	64
	61
	58
	55
	52
	49
	46
	43
	40

Karena umur serangga nyamuk *Anopheles* spp maksimal 21 hari maka mengakibatkan terdapat distribusi umur dari kelas ke-1 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (0-1) hari, kelas ke-2 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (1-2) hari, sampai dengan kelas ke-21 adalah serangga nyamuk *Anopheles* spp yang berumur dari (20-21) hari. Berikut adalah distribusi populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp dari hari pertama hingga hari ke-21 berdasarkan kelas umur.

$$AX(0) = X(1)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	100	7350
0.96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	96
0	0.96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	9312
0	0	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	8366
0	0	0	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	8099
0	0	0	0	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	7832
0	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	34
0	0	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	328
0	0	0	0	0	0	0.60	0.60	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	17051
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	67,64
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	= 292
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	28
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.60	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	13723
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	5696
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	58	244
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0	0	0	55	232
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0	0	52	22
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.60	0.60	0.60	0.89	0	0	0	49	15068
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	438
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.89	0	0	43	4094
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.89	0	40	3827

$$AX(1) = X(2)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	7350	22602
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	7056
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93,12	92,16
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83,66	82,877
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80,99	74,457
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78,32	72,081
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	31,328
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,8	13,6
0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170,51	96,584
0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67,64	151,75
0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,2	27,056
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	11,68
0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	137,23	76,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56,96	122,13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,4	22,784
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,2	9,76
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	22	9,28
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	0	150,68	82,316
0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,8	40,584
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	40,94	38,982
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	38,27	36,437

$$AX(2) = X(3)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	22602	12347
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7056	21698
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92,16	6773,8
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,877	82,022
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,457	73,761
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72,081	66,267
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,328	28,832
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,6	12,531
0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96,584	74,149
0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151,75	85,96
0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,056	60,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,68	10,822
0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	76,5	59,058
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122,13	68,085
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,784	48,852
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,76	9,136
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	9,28	3,904
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	0	82,316	101,06
0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,584	91,05
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	38,982	36,12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	36,437	34,694

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan karakteristik organisme nyamuk *Anopheles* spp yang mempunyai 4 (empat) fase pertumbuhan yaitu telur, larva, kepompong (pupa), dan nyamuk dewasa, maka model pertumbuhan yang dapat digunakan untuk menganalisis pertumbuhan populasi nyamuk *Anopheles* spp adalah dengan menggunakan matriks proyeksi populasi. Hal ini karena terdapat fase-fase perkembangan dan terdapat probabilitas transisi dari satu fase ke fase berikutnya.

Matriks laju pertumbuhan populasi tersebut dapat juga digunakan untuk meramalkan jumlah populasi dan memprediksikan jumlah populasi di masa yang akan datang.

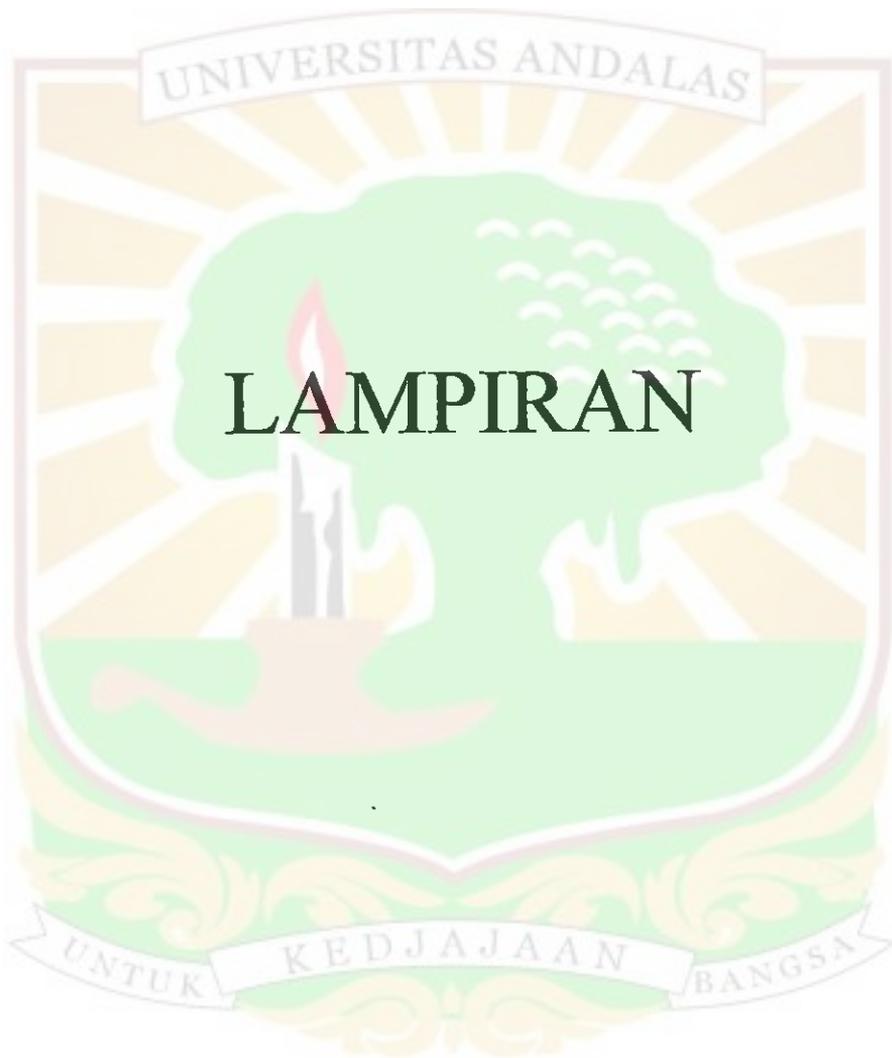
4.2 Saran

Pembahasan pada tugas akhir ini hanya menyelidiki pertumbuhan populasi *Anopheles* spp berdasarkan tahap siklus hidup dengan menggunakan matriks proyeksi pertumbuhan populasi. Oleh sebab itu, penulis menyarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menyelidiki pertumbuhan populasi yang memiliki tahap siklus hidup, diantaranya pertumbuhan populasi hewan, pertumbuhan populasi ikan, pertumbuhan populasi semut, dan pertumbuhan populasi kupu-kupu.

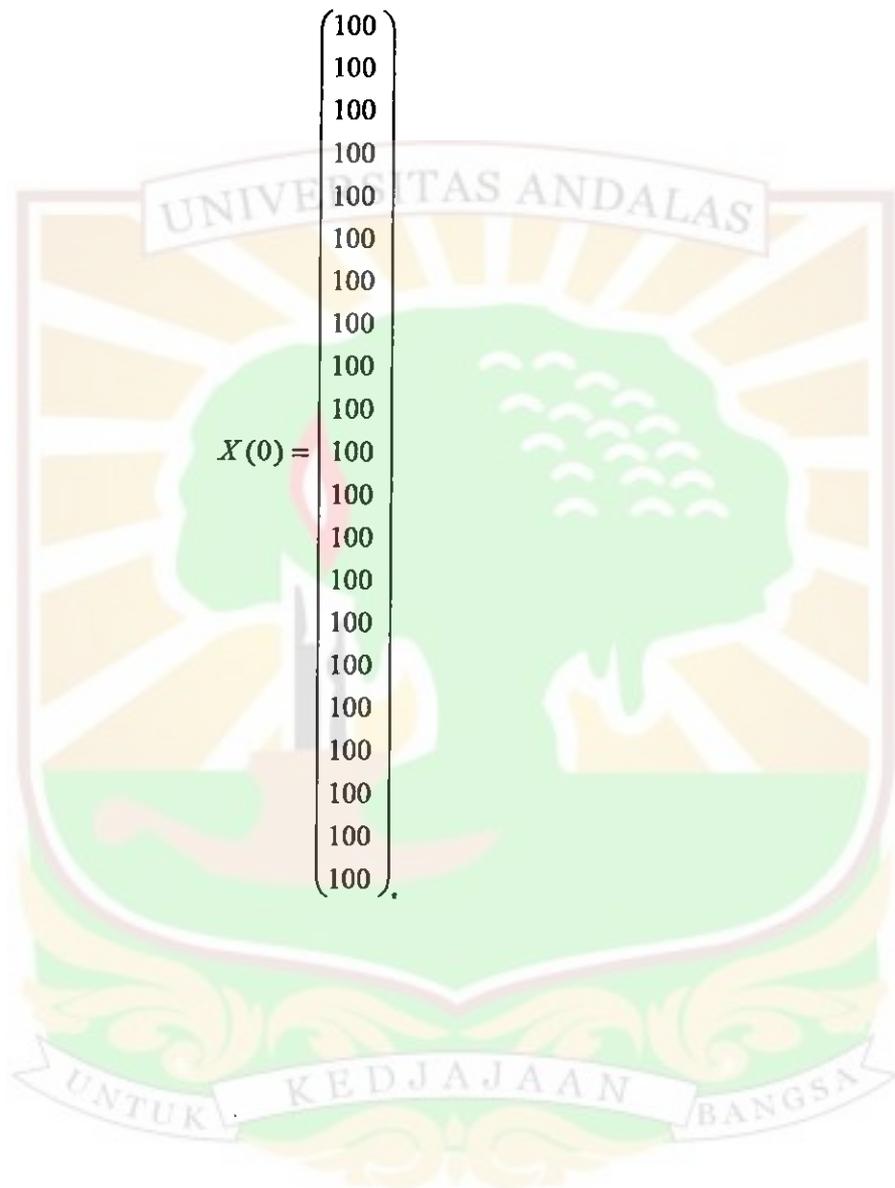
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anton, H. dan Rorres, 2004. *Aljabar Linier Elementer*. Edisi kedelapan. Jakarta: Erlangga.
- [2] Anton, H. 1990. *Aljabar Linier Elementer*. Edisi ketiga. Jakarta: Erlangga
- [3] D. R. Miller and R. C. Hall 1973. *Parameter Sensitivitas in Insect Population Modelling*. Departement of Industri and Systems Engineering, University of Florida, Gainesville, Florida, 32601, U. S. A.
- [4] David-Arnol@Eureka. redwoods. cc. ca. us
- [5] <http://kesmas-unsoed.blogspot.com/2011/03/makalah-bionomik-nyamuk-pengendalian.html>. Diakses tanggal 12 Maret. Jam 10.00 wib.
- [6] <http://www.scribd.com/doc/52073906/BAB-I>. Diakses tanggal 30 Juni. Jam 1.23 wib.





Lampiran 1: Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp dari hari pertama sampai hari ke dua puluh satu menurut kelas umur, dengan distribusi umur awal yang diberikan yaitu:



$$AX(2) = X(3)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	40350	20550
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14400	38736
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	13824
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	82,022
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	76,042
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	70,497
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	31,684
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14,24
0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	83,126
0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	100,57
0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	74,404
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14,24
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	138	106,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	123,54
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	84,728
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14,24
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	16	6,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	0	137	172,29
0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	111,61
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	53	47,526
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	79	47,526

$$AX(3) = X(4)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	20550	25844
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38736	19728
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13824	37187
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,022	12303
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76,042	73
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70,497	67,677
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,684	28,199
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,24	12,674
0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83,126	73,982
0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,57	73,982
0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,404	40,228
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,24	29,762
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	106,1	99,614
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123,54	94,429
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,728	49,416
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	14,24	33,891
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	6,4	5,696
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	0	172,29	139,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111,61	60,342
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	47,526	99,333
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	47,526	42,298

$$AX(4) = X(5)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	25844	20880
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19728	24810
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37187	18939
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12303	33096
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	10950
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67,677	64,97
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,199	27,071
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,674	11,28
0	0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73,982	68,805
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73,982	65,844
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,228	= 29,593
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,762	16,091
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	089	99,614	88,27
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	94,429	88,656
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	49,416	37,772
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	33,891	19,766
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	5,696	13,556
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	139,2	111,71
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,342	44,389
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	99,333	53,704
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	42,298	88,406

$$AX(5) = X(6)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	20880	16757
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24810	20045
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18939	23818
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33096	16856
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10950	29455
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,97	9745,5
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,071	25,988
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,28	10,828
0	0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68,805	65,264
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65,844	61,236
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,593	= 26,338
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,091	11,837
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	089	88,27	110,76
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	88,656	78,56
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	37,772	35,462
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	19,766	15,109
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	13,556	7,9064
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	111,71	99,781
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44,389	39,506
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	53,704	39,506
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	88,406	47,797

$$AX(6) = X(7)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	16757	14967
0,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20045	16087
0	0,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23818	19243
0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16856	21198
0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29455	15002
0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9745,5	26215
0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,988	3898,2
0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,828	10,395
0	0	0	0	0	0,60	0,60	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65,264	5872,5
0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61,236	58,085
0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,338	= 24,494
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,837	10,535
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	110,76	68,877
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78,56	98,576
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,462	31,424
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,109	14,185
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	7,9064	6,0436
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,60	0,60	0,89	0	0	0	0	0	0	99,781	84,515
0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,506	36,742
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	39,506	35,16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	47,797	35,16

$$AX(7) = X(8)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	14967	12677
0,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16087	14368
0	0,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19243	15444
0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21198	17126
0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15002	18866
0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26215	13352
0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3898,2	10486
0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,395	1559,3
0	0	0	0	0	0,60	0,60	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5872,5	18077
0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,085	5226,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,494	= 23,234
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,535	9,7976
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	68,877	55,365
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,576	61,301
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,424	39,43
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,185	12,57
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	6,0436	5,674
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,60	0,60	0,89	0	0	0	0	0	0	84,515	91,89
0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,742	34,851
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	35,16	32,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	35,16	31,292

$$AX(12) = X(13)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	7544,7	1,0606x10 ⁵
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8383	7242,9
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10096	8047,7
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11307	8985,4
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9254,2	10063
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9724,1	8236,2
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4354,8	3889,6
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2170,4	1741,9
0	0	0	0	0	0	060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12179	10379
0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12522	10839
0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6056,4	= 5008,8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2234,4	2422,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	7853,4	12428
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4120,9	6989,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	458,72	1648,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1928	183,49
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1536	2,8771
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	707,09	2754,9
0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9084,6	7513,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	7457,3	8085,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	7646,4	6637

$$AX(13) = X(14)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	1,0606x10 ⁵	4,1324x10 ⁵
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72429	1,0182x10 ⁵
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8047,7	69532
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8985,4	71625
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10063	7997
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8236,2	89561
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3889,6	32945
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17419	15558
0	0	0	0	0	0	060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10379	88258
0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10839	92373
0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50088	= 43356
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2422,6	20035
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	12428	11068
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6989,5	11061
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16484	27958
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183,49	65936
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8771	73,396
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27549	52954
0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75132	65034
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	80853	66867
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	6637	71959

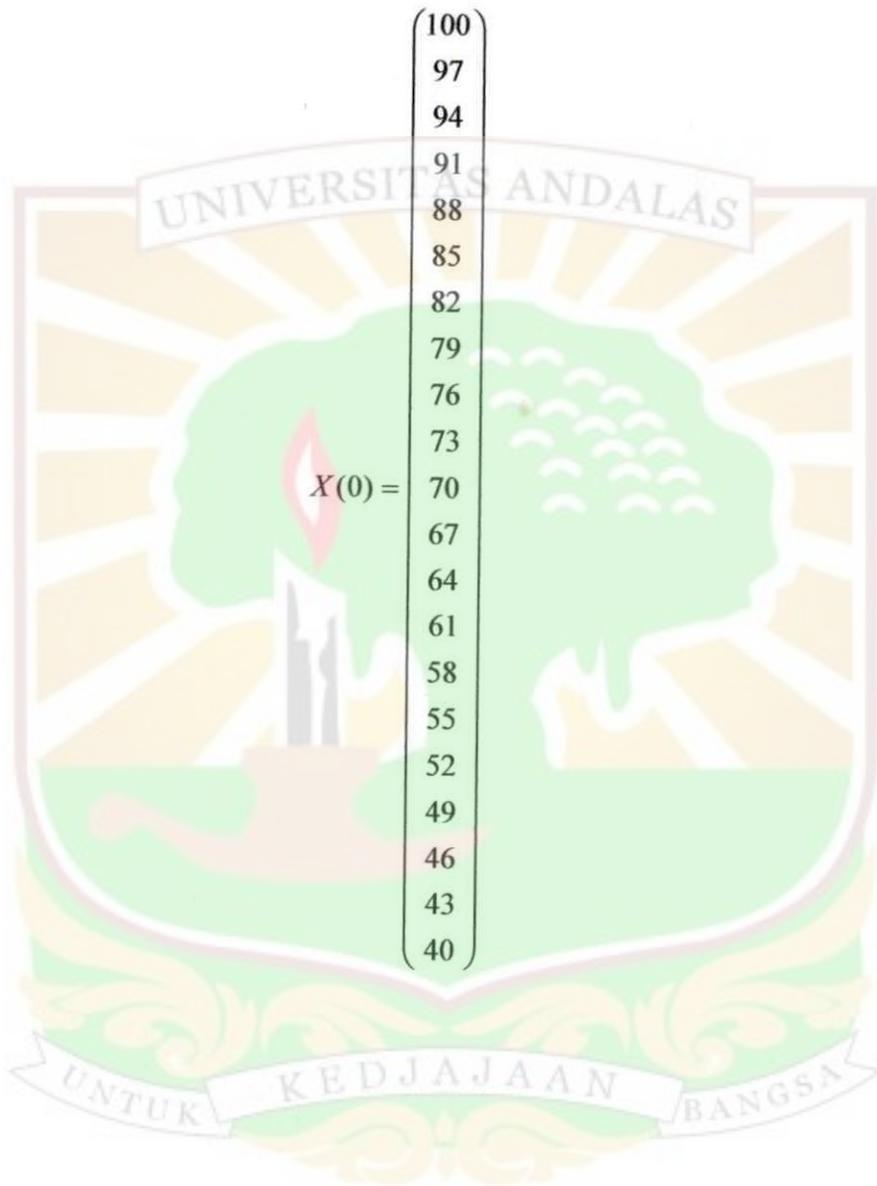
$$AX(16) = X(17)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	1,3163x10 ⁶	1,4026x10 ⁶
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,6254x10 ⁵	1,2636x10 ⁶
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8084x10 ⁵	7,3204x10 ⁵
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86995	3,3895x10 ⁵
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5507,6	77426
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5673,4	49018
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2846,9	22694
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1433	11388
0	0	0	0	0	0	0	060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7592,7	6387,6
0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7774,2	6757,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3142	= 3109,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1478	1256,8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	9056,9	7785,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9602,2	8060,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3940,2	3840,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	1769,8	1576,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	447,32	707,92
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060060060089	0	0	0	0	0	0	9470,6	9585,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4713	4664,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	4932,7	4194,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	5151,3	4390,1

$$AX(17) = X(18)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	1,4026x10 ⁶	1,4378x10 ⁶
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2636x10 ⁶	1,3638x10 ⁶
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3204x10 ⁵	1,2131x10 ⁶
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3895x10 ⁵	6,5152x10 ⁵
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77426	3,0167x10 ⁵
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49018	68909
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22694	19607
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11388	907,76
0	0	0	0	0	0	0	060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6387,6	5316,3
0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6757,5	5685
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3109,7	= 2703
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1256,8	1243,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	7785,3	6891,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8060,6	6928,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3840,9	3224,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1576,1	1536,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	707,92	630,44
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	9585,4	8716,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4664,5	4054,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	4194,6	4151,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	4390,1	3733,2

Lampiran 2: Jumlah populasi serangga nyamuk *Anopheles* spp dari hari pertama sampai hari ke dua puluh satu menurut kelas umur, dengan distribusi umur awal yang diberikan yaitu:



$$AX(0) = X(1)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	100	7350	
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	96	
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	9312	
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	8366	
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	8099	
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	7832	
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	34	
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	328	
0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	17051	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	6764	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	= 29,2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	28	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	64	13723	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	5696	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	58	244	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	55	232	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	52	22	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	49	15068	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	438	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	43	4094	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	40	3827

$$AX(1) = X(2)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	7350	22602	
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	7056	
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93,12	92,16	
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83,66	82,877	
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80,99	74,457	
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78,32	72,081	
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	31,328	
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,8	13,6	
0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170,51	96,584	
0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67,64	151,75	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,2	= 27,056	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	11,68	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	089	137,23	76,5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	56,96	122,13	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	24,4	22,784	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	23,2	9,76	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	22	9,28	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	150,68	82,316	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,8	40,584	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	40,94	38,982	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	38,27	36,437

$$AX(2) = X(3)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	22602	12347
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7056	21698
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92,16	6773,8
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,877	82,022
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,457	73,761
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72,081	66,267
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,328	28,832
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,6	12,531
0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96,584	74,149
0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151,75	85,96
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,056	60,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,68	10,822
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	76,5	59,058
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122,13	68,085
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	22,784	48,852
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	9,76	9,1136
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	9,28	3,904
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	82,316	101,06
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,584	91,05
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	38,982	36,12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	36,437	34,694

$$AX(3) = X(4)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	12347	15159
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21698	11853				
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6773,8	20830				
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,022	6028,7				
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73,761	73				
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66,267	65,647				
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,832	26,507				
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,531	11,533				
0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,149	68,212				
0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,96	65,993				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,7	34,384				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,822	24,28				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	59,058	76,929					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68,085	52,562				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,852	27,234				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,1136	19,541				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	3,904	3,6454				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	101,06	79,105				
0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91,05	51,576				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	36,12	81,035				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	34,694	32,147				

$$AX(6) = X(7)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	9427,1	10078
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11391	9050
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13971	10935
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10127	12434
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16500	9013
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4775,3	14685
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,988	1910,1
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,504	10,395
0	0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,174	2890,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,346	57,115
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,284	= 23,338
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,559	9,7136
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	089	92,267	60,328
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	63,057	82,118
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	27,387	25,223
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	8,41	10,955
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	4,3576	3,364
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	67,188	63,191
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,425	35,008
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	35,24	32,418
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	40,854	31,364

$$AX(7) = X(8)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	9478,7	10078
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9050	9674,9
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10935	8688
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12434	9732,2
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9013	11066
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14685	8021,6
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1910,1	5874
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,395	764,04
0	0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2890,1	9966,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57,115	2572,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,338	= 22,846
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,7136	9,3352
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	60,328	50,562	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,118	53,692
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,223	32,847
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,955	10,089
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,364	4,382
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	0	63,191	73,972
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,008	34,269
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	32,418	31,157
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	31,364	28,852

$$AX(8) = X(9)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	9478,7	11096
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9674,9	9099,6
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8688	9287,9
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9732,2	7732,3
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11066	8661,7
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8021,6	9848,7
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5874	3208,6
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	764,04	2349,6
0	0	0	0	0	0	0	060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9966,3	9017,4
0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2572,2	8870
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,846	= 1028,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,3352	9,1384
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	50,562	47,694
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,692	45
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	32,847	21,477
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	10,089	13,139
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	4,382	4,0356
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060060060089	0	0	0	0	73,972	61,877	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,269	1543,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	31,157	30,499
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	28,852	27,73

$$AX(9) = X(10)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	11096	9281,6
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9099,6	10652
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9287,9	8735,6
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7732,3	8266,2
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8661,7	6881,7
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9848,7	7708,9
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3208,6	3939,5
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2349,6	1283,4
0	0	0	0	0	0	0	060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9017,4	9925,5
0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8870	8025,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028,9	= 3548
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,1384	411,56
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	47,694	650,15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	42,448
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,477	18
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,139	8,5908
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0356	5,2556
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060060060089	0	0	0	0	0	0	0	0	61,877	51,361
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1543,3	5322
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	30,499	1373,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	27,73	27,144

$$AX(10) = X(11)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	9281,6	7704,2
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10652	8910,3
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8735,6	10226
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8266,2	7774,7
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6881,7	7356,9
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7708,9	6124,7
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3939,5	3083,6
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1283,4	1575,8
0	0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9925,5	8131,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8025,5	8833,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3548	= 3210,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	411,56	1419,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	089	650,15	2519,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	42,448	578,63
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	18	16,979
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	8,5908	7,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	5,2556	3,4363
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	51,361	46,101
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5322	4815,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	1373,5	4736,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	27,144	1222,4

$$AX(11) = X(12)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	7704,2	6915,2
096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8910,3	7396
0	096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10226	8553,9
0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7774,7	9101,1
0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7356,9	6919,5
0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6124,7	6547,6
0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3083,6	2449,9
0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1575,8	1233,4
0	0	0	0	0	0	0	060	060	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8131,3	6927,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8833,7	7236,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3210,2	= 3533,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1419,2	1284,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	089	0	0	0	0	0	0	0	089	2519,2	4277,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	0	0	0	0	0	0	578,63	2242,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	0	16,979	231,45
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	7,2	6,7916
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	040	0	0	0	0	0	3,4363	2,88
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	060	060	089	0	0	0	0	0	46,101	364,74
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4815,3	5300,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	4736,6	4285,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	089	0	1222,4	4215,6

$$AX(16) = X(17)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	7,3616x10 ⁵	8,1053x10 ⁵
0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1472x10 ⁵	7,0671x10 ⁵
0	0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0609x10 ⁵	3,9813x10 ⁵
0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44876	1,8342x10 ⁵
0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50482	39940
0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50054	44929
0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24121	20022
0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11534	964,84
0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62253	5477
0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59949	5540,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2185,4	= 2398
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	925,04	874,16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	89	0	0	0	0	0	0	0	0	89	5326,6	47423
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	5559,6	4740,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	2274,6	22238
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	998,92	909,84
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	243,62	399,57
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60	89	0	5403,5	5516,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3278	3596,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	3087,4	2917,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2930,1	2747,8

$$AX(17) = X(18)$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,1053x10 ⁵	8,2751x10 ⁵
0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,0671x10 ⁵	7,7811x10 ⁵
0	0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,9813x10 ⁵	6,7844x10 ⁵
0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8342x10 ⁵	3,5434x10 ⁵
0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39940	1,6324x10 ⁵
0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44929	35547
0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20022	1797,2
0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	964,84	800,88
0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5477	4755,8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5540,5	4874,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2398	= 2216,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	874,16	959,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	89	0	0	0	0	0	0	0	0	89	47423	4662,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	4740,7	4220,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	22238	1896,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	909,84	889,52
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	399,57	363,94
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60	89	0	5516,7	5080,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3596,9	3324,3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2917,4	3201,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2747,8	2596,5

