



Model Sistem Dinamis Kejadian Malaria Berdasarkan Faktor Risiko di Kabupaten Keerom, Papua

Bernardus Sandjaja

Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

ABSTRAK

Kabupaten Keerom mempunyai prevalensi malaria tertinggi di Provinsi Papua. Segala upaya telah dilakukan untuk menurunkan prevalensi tersebut namun belum berhasil. Diperlukan komitmen Pemerintah Daerah untuk secara bersungguh-sungguh memberantasnya dari segala bidang. Oleh karena itu konstruksi model dinamis penanggulangan malaria diperlukan sebagai bahan advokasi Pemerintah Daerah.

Kata kunci: Malaria, Model Simulasi Dinamis.

ABSTRACT

Keerom is the most prevalent malaria region in Papua Province. Since the launching of its national program in 1963, Papua has not been able to control malaria. In order to advocate government and other decision makers in controlling malaria, a dynamic simulation model was constructed using 4 risk factors namely socio economic status, behavior, nutritional status and environment. **Bernardus Sandjaja. Dynamic Simulation Model on Malaria Incidence based on Risk Factors in Keerom, Papua.**

Key words: Malaria, Dynamic Simulation Model

PENDAHULUAN

Papua merupakan provinsi dengan prevalensi malaria kedua tertinggi di Indonesia, jauh di atas prevalensi malaria secara nasional (2,85%).¹ Hasil survei Departemen Kesehatan yang dilaporkan dalam Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar tahun 2008 menyatakan bahwa rata-rata prevalensi malaria di Papua adalah 65,5% (didiagnosis sebagai malaria klinis oleh tenaga kesehatan) dan 18,7% (bila diagnosis berdasarkan pemeriksaan laboratoris) dengan endemisitas yang berbeda di setiap kabupaten. Prevalensi tertinggi di Kabupaten Keerom (82,1% malaria klinis dan 17,7% laboratoris) dan Kabupaten Mimika (75,6% malaria klinis dan 17,2% laboratoris), padahal menurut target Kementerian Kesehatan, prevalensi malaria harus mencapai 1/1000 pada tahun 2030.²

Sehubungan dengan hal ini dikonstruksi suatu model untuk mengetahui kapan

target tersebut dapat dicapai atau dengan intervensi apa prevalensi malaria di Keerom dapat mencapai angka tertentu.

MODEL SISTEM DINAMIS

Setiap manusia memandang suatu fenomena dengan cara berbeda. Oleh karena itu dibuat suatu alat yang mampu memfasilitasi interpretasi dan komunikasi antar manusia. Selain itu pada saat yang bersamaan alat tersebut juga mampu membuka suatu perspektif baru yang merangsang orang untuk bertanya tentang cara kerjanya. Semua hal ini dapat dicapai dalam suatu model.

Model adalah alat bantu atau media atau instrumen yang dipergunakan untuk mencerminkan dan menyederhanakan suatu realita secara terukur. Dikenal dua jenis model a) Model statis yaitu model yang mengabaikan pengaruh waktu. Model ini berbentuk persamaan matematika. b) Model

dinamis yang menempatkan waktu sebagai variabel bebas. Model ini menggambarkan dinamika suatu sistem sebagai fungsi dari waktu.

Sistem adalah suatu kumpulan unsur atau komponen yang terorganisasi dan saling berinteraksi, saling bergantung satu sama lain untuk mencapai tujuan tertentu. Sistem memiliki beberapa karakteristik berupa a) komponen, b) batas (*boundary*), c) lingkungan luar sistem (*environment*), d) penghubung (*interface*) yang menghubungkan subsistem-subsistem, e) *input*, f) *output*, g) pengolah sistem (*process*) dan h) tujuan (*objective*).

Sedangkan yang dimaksud dengan Sistem Dinamis (*System Dynamics*) adalah suatu metode untuk mengenal lebih jelas masalah yang kompleks. Sistem ini dikenal sekitar 50 tahun lalu sebagai *Industrial dynamics* (diperkenalkan pertama kali oleh Jay Forrester



dari *the Massachusetts Institute of Technology* pada tahun 1960-1961) yang memfokuskan diri pada *setting* korporasi, namun saat ini telah dipakai secara luas.³

KONSTRUKSI MODEL SISTEM DINAMIS

Untuk membangun sistem dinamis khusus mengenai kejadian malaria diperlukan faktor-faktor risiko terjadinya malaria. Pada konstruksi model dinamis ini, faktor risiko selain dipilih secara statistik dipilih juga dengan pertimbangan a) dapat dipakai secara mudah oleh pengambil kebijakan, klinisi dan orang awam dan b) berdasarkan studi pustaka. Terdapat lima belas variabel faktor risiko yaitu a) jenis kelamin, b) suku, c) usia, d) status pendidikan, e) lama tinggal di Keerom, f) status ekonomi sosial, g) status gizi, h) bekerja di hutan, i) kegiatan di malam hari, j) hewan peliharaan di sekitar rumah, k) jarak rumah ke tempat perkembangbiakan nyamuk, l) jarak rumah ke tempat pelayanan kesehatan, m) penggunaan obat pencegahan malaria, n) penggunaan insektisida dan o) penggunaan kelambu oles insektisida.

Faktor risiko inilah yang dianggap bertanggungjawab terhadap kejadian malaria, namun tidak semua faktor dapat dipergunakan dalam konstruksi model dinamis, sebab ada faktor yang tidak dinamis dan tidak dapat diubah seperti faktor jenis kelamin, suku dan usia. Untuk mempermudah pembuatan model, faktor-faktor dinamis yang ada dikelompokkan menjadi a) kelompok faktor gizi, b) kelompok faktor perilaku, c) kelompok faktor status sosial ekonomi, d) kelompok faktor lingkungan dan e) faktor pendidikan. Faktor gizi tersusun dari gizi tidak normal (gizi kurang dan gizi lebih menurut status gizi Berat Badan/Tinggi Badan) dan gizi normal (gizi baik).⁴⁻⁶ Faktor perilaku terdiri dari 5 variabel yaitu variabel pekerjaan di hutan, kegiatan malam hari, pencegahan dengan obat malaria, penggunaan insektisida dan pemakaian kelambu oles insektisida.⁷⁻¹²

Lima kelompok faktor ini disusun menjadi perilaku baik dan perilaku buruk. Perilaku baik adalah tidak bekerja di hutan, tidak melakukan kegiatan di malam hari, melakukan pencegahan malaria dengan obat malaria, mempergunakan insektisida dan mempergunakan kelambu oles waktu tidur. Sedangkan perilaku buruk adalah kebalikan yang disebut di atas. Faktor status sosial

ekonomi (SES) dibedakan menjadi SES rendah dan tinggi berdasarkan jumlah pengeluaran > dan ≤ Rp.280.000 per bulan per individu.^{13,14} Faktor lingkungan dibedakan menjadi lingkungan baik dan lingkungan buruk. Faktor lingkungan baik adalah lingkungan yang terdiri dari a) adanya hewan di sekitar rumah penduduk,¹⁵ b) jarak rumah dengan *breeding places* lebih dari 500 m² dan c) jarak rumah dengan tempat pelayanan kesehatan kurang dari 500 m.¹⁶⁻¹⁸ Faktor terakhir adalah faktor pendidikan^{19,20} yang dibedakan menjadi a) faktor pendidikan yang dapat diintervensi (kelompok dewasa yang tidak sekolah) dan b) yang tidak dapat diintervensi (kelompok SD dan SMP atau lebih). Ke lima kelompok faktor risiko tadi dituangkan dalam program *Stella (Structural thinking experimental learning laboratory with animation)* yaitu program buatan *High Performance System, Inc* yang mampu menciptakan model interaktif berbasis grafis. Konstruksi model dinamis ini menggunakan program *Stella*.

Pada *Stella* dikenal beberapa komponen untuk membangun suatu model yaitu *stock*, *flow*, *converter* dan *connector*.

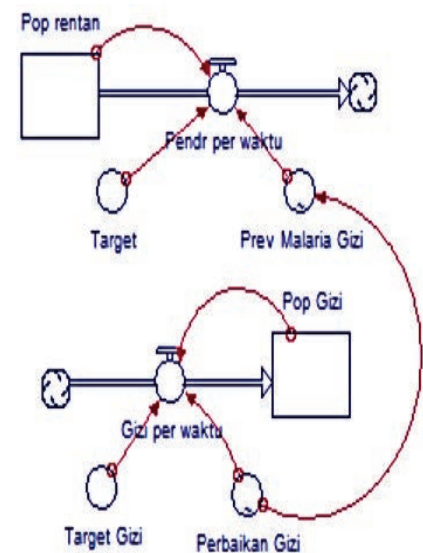
1. *Stock* atau *state variable*. Variabel ini dipergunakan sebagai dasar untuk melakukan kalkulasi dalam model. *Stock* berupa suatu kuantitas yang bisa bertambah atau berkurang tergantung pada variabel lain yang mengontrolnya yaitu *flow*.
2. *Flow*. Komponen ini dinamakan juga *control variable* yang bisa mengarah menuju *stock* (*inflow*) atau keluar dari *stock* (*outflow*). Bila *flow* menuju ke *stock* maka kuantitas *stock* akan bertambah dan sebaliknya bila *flow* keluar dari *stock*, maka kuantitas *stock* akan berkurang. *Flow* dinyatakan sebagai kuantitas per satuan waktu (misalnya jumlah penderita/tahun).
3. *Converter*. Dinamakan juga *translation variable* yang bisa merupakan suatu bilangan utuh atau bisa merupakan *rate* yang menjembatani pelaksanaan kalkulasi antara *stock* dengan *flow* (misalnya jumlah kelahiran per tahun = jumlah penduduk x angka kelahiran, dalam hal ini jumlah penduduk adalah *stock*, jumlah kelahiran per tahun adalah *flow* dan *converter* nya adalah angka kelahiran).
4. *Connector*. Dinamakan juga *information arrow* sebagai penghubung terjadinya kalkulasi antara komponen-komponen lain.

Untuk melaksanakan kalkulasi seperti contoh pada 3) maka ditarik *connector* yang menghubungkan jumlah penduduk dengan jumlah kelahiran per tahun dan *connector* yang menghubungkan angka kelahiran dengan jumlah kelahiran per tahun.

FAKTOR GIZI DAN KEJADIAN MALARIA

Pada model simulasi selalu dipergunakan asumsi untuk membatasi permasalahan, demikian juga pada model simulasi ini dipergunakan beberapa asumsi. Model dinamis kejadian malaria berdasarkan perbaikan gizi di Kabupaten Keerom didasarkan pada asumsi-asumsi berikut:

1. Populasi rentan adalah semua penduduk Keerom (46.282 jiwa)
2. Faktor risiko malaria selain faktor gizi, tidak diintervensi
3. Intervensi gizi yang dilakukan adalah intervensi dengan cara-cara yang lazim (misalnya penyuluhan, pemberian makanan tambahan bagi Balita, olah raga teratur dan diet gizi seimbang). Mereka yang bergizi tidak normal (status gizi kurang dan status gizi lebih) diperbaiki gizinya, sedangkan yang bergizi normal dipertahankan agar jangan menjadi bergizi kurang atau bergizi lebih
4. Pengobatan malaria bagi penderita tetap dilaksanakan sesuai prosedur pengobatan yang lazim
5. Intervensi gizi dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu untuk mencapai status gizi normal bagi semua populasi (yang gizi buruk ditingkatkan dan yang gizi lebih diturunkan Indeks Masa Tubuhnya).



Gambar 1 Model dinamis untuk faktor gizi

ANALISIS



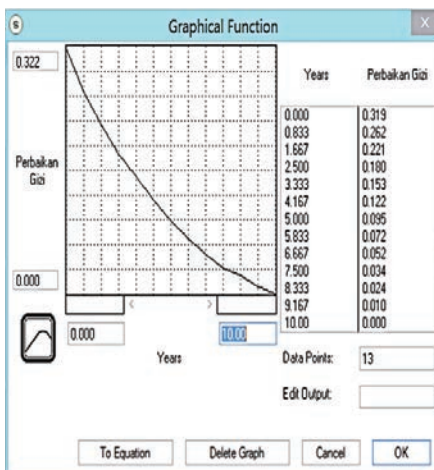
Tabel 1 Status gizi responden di Kabupaten Keerom

Suku	Status Gizi				Total
	Tidak normal		Normal		
	n	%	n	%	
Non Papua	136	31,0	303	69,0	439
Papua	108	35,3	108	64,7	167
Jumlah	195	32,2	411	67,8	606

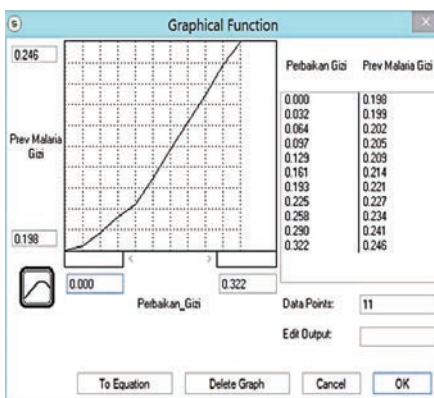
Tabel 2 Prevalensi malaria pada gizi normal dan tidak normal

Status gizi	Kejadian malaria			
	Positif		Negatif	
	n	%	n	%
Tidak normal	48	24,6	147	75,4
Normal	72	17,5	339	82,5
Total	120	19,8	486	80,2

Model dinamis yang disusun khusus hanya untuk faktor gizi saja adalah seperti pada Gambar 1.



Gambar 2 Perbaikan gizi dalam waktu 10 tahun



Gambar 3 Prevalensi malaria dengan intervensi gizi

Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesda) di Keerom tahun 2007 menunjukkan bahwa rata-rata prevalensi gizi buruk sebesar 20,8%.² Dari penelitian ini diketahui jumlah populasi gizi tidak normal adalah 32,2% (14.903 jiwa) yang terdiri dari gizi kurang sebesar 15,7% dan gizi lebih 16,5%. Jumlah mereka yang bergizi normal adalah 67,8% (Tabel. 1). Angka-angka ini selanjutnya digunakan untuk membangun model kejadian malaria di Keerom.

Pada Gambar 1 tampak ada *converter* Target Gizi yang merupakan target yang ingin dicapai pada perbaikan gizi. Target ini ditentukan sebesar 14.903 yaitu jumlah mereka yang bergizi tidak normal di Keerom (Tabel 1) yang ingin diperbaiki gizinya. Jumlah penduduk Keerom yang bergizi tidak normal adalah 32,2% atau 14.903 jiwa.

Converter Perbaikan Gizi adalah semua upaya yang dilakukan agar semua orang menjadi bergizi normal. Faktor ini digambarkan se-

bagai grafik fungsi dari waktu yaitu waktu yang digunakan untuk memperbaiki gizi pada masyarakat (Gambar 2). Waktu yang direncanakan dapat diatur sesuai dengan kemampuan keuangan dari Pemerintah Daerah, misalnya lima tahun, sepuluh tahun dan seterusnya. Oleh karena itu pada absis grafik ini digambarkan waktu dalam tahun yang dipergunakan untuk memperbaiki gizi (pada contoh ini 10 tahun), sedangkan ordinatnya adalah perbaikan gizi semua orang yang bergizi tidak normal (32,2%). Pada ordinat tercantum angka 0 sampai 0.322 yang berarti semua yang bergizi tidak normal (32,2%) dengan perbaikan gizi diturunkan prevalensinya sampai 0% selama 10 tahun.

Stock Populasi Gizi adalah populasi penduduk dengan status gizi yang ingin dicapai dengan program perbaikan gizi. Dalam hal ini mereka yang bergizi kurang dan bergizi lebih dijadikan bergizi normal. Pada permulaannya *stock* ini berjumlah Nol dan harus bertambah terus sampai semua yang bergizi buruk (14.903) menjadi normal dalam kurun waktu 10 tahun.

In flow pada model dinamis ini menyatakan jumlah orang yang diperbaiki gizinya per tahun. Oleh karena itu *in-flow* yang dinamakan Gizi per waktu merupakan perkalian antara (Target Gizi – Populasi Gizi) x Perbaikan Gizi. Model ini adalah *Goal Seeking Model* seperti yang dikemukakan oleh Hannon.²¹

Prevalensi malaria akibat perbaikan gizi pada model ini digambarkan sebagai *converter* yang diberi nama Prevalensi Malaria Gizi. *Converter* ini tergantung pada jumlah penduduk yang bergizi baik sebagai hasil program perbaikan gizi. Makin banyak penduduk yang bergizi baik, prevalensi



Gambar 4 Pencapaian prevalensi malaria dengan intervensi gizi



ANALISIS

Tabel 3 Frekuensi pendidikan berdasarkan umur

Umur	Pendidikan				Total
	Tidak sekolah		Sekolah		
	n	%	n	%	
≤ 5 tahun	16	88,9	2	11,1	18
> 5 tahun	60	10,2	528	89,8	588
Jumlah	76	12,5	530	87,5	606

Tabel 4 Malaria pada usia di atas 6 tahun menurut pendidikan

Pendidikan	Kejadian malaria				Total
	Positif		Negatif		
	n	%	n	%	
> 6 tahun sekolah	109	20,6	419	79,4	528
> 6 tahun tidak sekolah	7	11,7	53	88,3	60
Jumlah	116	19,8	472	80,2	588

malaria akan makin menurun. Oleh karena itu Prevalensi Malaria Gizi digambarkan sebagai grafik fungsi dari *converter* Perbaikan Gizi (Gambar 3). Absis grafik ini adalah Perbaikan Gizi dari 0 sampai 0.322 dan ordinatnya adalah prevalensi malaria di Kabupaten Keerom yang semula adalah 24,6% (Populasi gizi tidak normal kena malaria. Lihat Tabel 2) harus diturunkan sampai 19,8% (Total populasi gizi normal dan tidak normal yang kena malaria. Lihat Tabel 2). Prevalensi yang ingin dicapai adalah 19,8% sebab yang diperbaiki pada model ini hanyalah yang bergizi tidak normal dan mempertahankan yang sudah bergizi normal, sedangkan faktor yang lain tidak diperbaiki.

Seiring dengan perbaikan gizi yang menurunkan prevalensi gizi buruk dari 32,2% menjadi 0%, prevalensi malaria turun dari 24,6% menjadi 19,8%.

Converter Target pada *goal seeking model* ini merupakan target yang ingin dicapai pada upaya perbaikan gizi. Besar dari target ini adalah $1/1000 \times 46.282 = 46,2$ orang per tahun yang terkena malaria, sesuai dengan target prevalensi malaria Kementerian Kesehatan yaitu $1/1000$.

Outflow ke dua pada model dinamakan Jumlah Penderita per waktu ditentukan dengan rumus Populasi Rentan x Prevalensi Malaria Gizi.

Pada Gambar 4 nampak bahwa prevalensi malaria sebagai hasil intervensi gizi selama

10 tahun hanya dapat mencapai 20% pada tahun ke tujuh. Bila dilakukan intervensi selama 5 tahun, maka prevalensi malaria mencapai 20% pada tahun ke 4. Prevalensi ini masih lebih tinggi dari prevalensi malaria saat ini (17,7%).

Jika Pemerintah Daerah memiliki cukup dana dan berkeinginan memperbaiki gizi sehingga semua populasi menjadi bergizi baik dalam kurun waktu 5 tahun, maka prevalensi malaria turun menjadi 20% setelah 4 tahun dan tetap bertahan demikian. Penurunan prevalensi malaria dengan intervensi gizi dimulai dengan cepat tetapi kemudian melambat. Terlihat dari model ini bahwa tidak mungkin menurunkan prevalensi malaria hanya dengan perbaikan gizi saja. Oleh karena itu perlu dilakukan pula intervensi pada faktor risiko malaria yang lain.

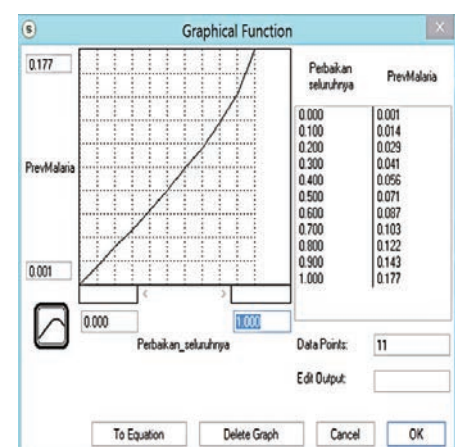
Dalam pembuatan model dinamis berdasarkan faktor pendidikan terlebih dahulu dibedakan menjadi anak ≤ 5 tahun dan yang berusia di atas 5 tahun. Berdasarkan pengelompokan tersebut dibedakan yang sekolah dan tidak sekolah pada usia di atas 5 tahun. Dalam pembuatan model diperhitungkan mereka yang berusia di atas 5 tahun dan tidak bersekolah, karena kelompok ini yang dapat diintervensi. Kelompok anak di bawah 5 tahun yang memang umumnya tidak bersekolah tidak diperhitungkan dalam pembuatan model ini, sebab mereka tidak diintervensi. Jumlah mereka yang berusia di atas 5 tahun dan tidak sekolah adalah 60 orang dari 588 orang atau 10,2% (4.720 dari

46.282 penduduk) dan yang bersekolah 89,8% (41.562 dari 46.282 penduduk) seperti terlihat pada Tabel 3.

Populasi yang berusia di atas 6 tahun, tidak bersekolah dan terkena malaria (11,7% atau 552 orang), jauh lebih rendah dari prevalensi masyarakat Keerom pada umumnya (17,7% atau 8.192 orang) (Tabel 4). Ada dua alasan mengapa perbaikan pendidikan dapat dianggap kurang membantu penurunan prevalensi malaria di Keerom, yaitu a) meskipun belum diturunkan prevalensinya sudah lebih rendah daripada prevalensi umum, b) jumlah penduduk yang diintervensi melalui pendidikan hanya 552 orang. Oleh karena itu pada pembuatan model dinamis secara keseluruhan, model pendidikan tidak diikutkan.

Pembuatan model dinamis kejadian malaria dengan intervensi perbaikan perilaku masyarakat, perbaikan lingkungan dan perbaikan status ekonomi sosial pada dasarnya sama dengan pembuatan model dinamis perbaikan gizi masyarakat. Jika ke empat model dinamis dengan faktor-faktor tadi disatukan akan diperoleh gambaran model dinamis kejadian malaria secara lengkap.

Intervensi faktor-faktor risiko di atas menentukan prevalensi akhir yang dapat dicapai. Prevalensi malaria hasil intervensi semua faktor risiko malaria ditentukan dari hasil penjumlahan intervensi setiap faktor risiko (Perbaikan Gizi + Perbaikan Perilaku + Perbaikan SES + Perbaikan Lingkungan). Model dinamis lengkap tentang kejadian



Gambar 5 Hubungan Seluruh Perbaikan dan Prevalensi Malaria

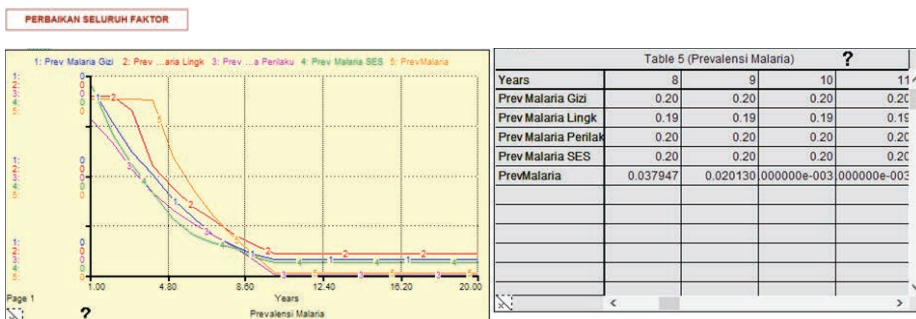
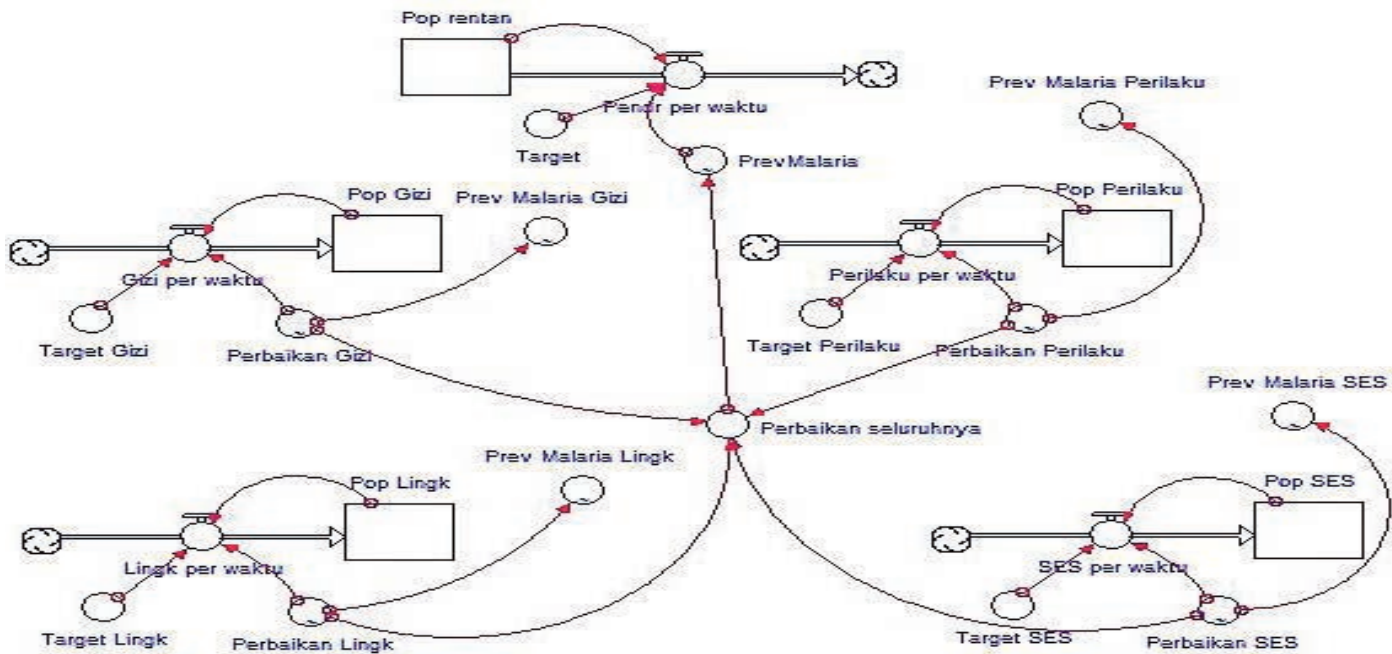
ANALISIS



malaria yang dipengaruhi oleh faktor gizi, perilaku, status ekonomi sosial dan lingkungan, digambarkan pada Gambar 5. Pada model lengkap nampak bahwa *converter* Perbaikan

Seluruhnya merupakan hasil penjumlahan *converter* masing-masing faktor (Perbaikan Gizi + Perbaikan Perilaku + Perbaikan SES + Perbaikan Lingkungan). Selanjutnya *converter*

Perbaikan Seluruhnya inilah yang mempengaruhi *converter* Prevalensi Malaria yang digambarkan sebagai grafik fungsi *converter* Perbaikan Seluruhnya. Makin tinggi angka



Gambar 6 Model lengkap kejadian malaria dalam 10 tahun

Years	Prev Malaria Gizi	Prev Malaria Perilaku	Prev Malaria SES	Prev Malaria Lingk	PrevMalaria
4	0.20	0.20	0.20	0.20	0.132798
5	0.20	0.20	0.20	0.20	0.100040
6	0.20	0.20	0.20	0.20	0.081501
7	0.20	0.20	0.20	0.20	0.066203
8	0.20	0.20	0.20	0.19	0.053552
9	0.20	0.20	0.20	0.19	0.042852
10	0.20	0.20	0.20	0.19	0.033207
11	0.20	0.20	0.20	0.19	0.028207
12	0.20	0.20	0.20	0.19	0.022340
13	0.20	0.20	0.20	0.19	0.015985
14	0.20	0.20	0.20	0.19	9.195144e-003
15	0.20	0.20	0.20	0.19	1.000000e-003
16	0.20	0.20	0.20	0.19	1.000000e-003
17	0.20	0.20	0.20	0.19	1.000000e-003
18	0.20	0.20	0.20	0.19	1.000000e-003
19	0.20	0.20	0.20	0.19	1.000000e-003
Final	0.20	0.20	0.20	0.19	1.000000e-003

Gambar 7 Prevalensi malaria dengan intervensi berbeda

converter Perbaikan Seluruhnya, makin rendah Prevalensi Malaria hingga mencapai 1/1000 (prevalensi yang ingin dicapai sesuai target Kementerian Kesehatan).

Dari model lengkap (Gambar 6) dapat diketahui bahwa jika Pemerintah Daerah mengupayakan perbaikan gizi, perilaku, status ekonomi sosial dan lingkungan, masing-masing dalam waktu 10 tahun secara bersama-sama, maka prevalensi malaria juga akan turun menjadi 1/1000 dalam waktu 10 tahun. Jika keuangan daerah tidak mencukupi dan sumber daya manusianya juga belum memadai sehingga masing-masing faktor risiko dibenahi dalam waktu yang berbeda-beda, maka penurunan prevalensi malaria juga akan lebih lama dicapai. Jika perbaikan gizi dilaksanakan dalam waktu 5 tahun, perbaikan perilaku dalam waktu 15 tahun dan perbaikan lingkungan serta status ekonomi sosial dalam waktu 10 tahun, maka prevalensi 1/1000 baru dapat dicapai dalam 15 tahun (Lihat Gambar 7).

Dari Gambar 7 terlihat bahwa perbaikan faktor lingkungan merupakan perbaikan yang paling efektif, sedangkan perbaikan



faktor-faktor risiko lain memberikan hasil serupa.

SIMPULAN

Prevalensi malaria yang dihasilkan pada model simulasi ini tergantung pada a) tinggi prevalensi malaria yang disebabkan oleh faktor risiko, b) faktor risiko mana yang diintervensi dan c) berapa lama intervensi dilaksanakan. Oleh karena itu prevalensi sebagai akibat intervensi setiap faktor risiko akan berbeda. Jika yang diintervensi faktor gizi saja, prevalensi malaria yang dicapai akan berbeda dengan jika yang diintervensi

faktor lingkungan saja. Jika yang diintervensi adalah semua faktor risiko, maka prevalensi yang dicapai merupakan hasil penjumlahan semua upaya perbaikan. Hasil penjumlahan ini merupakan grafik fungsi dari prevalensi malaria yang dicapai.

Tujuan pembuatan model ini adalah suatu keluaran yang nantinya dapat dipergunakan oleh pengambil kebijakan untuk menentukan strategi pemberantasan malaria di Kabupaten Keerom. Model ini sengaja dibuat agar upaya Pemerintah Daerah dalam memberantas malaria didasarkan pada

faktor-faktor yang dapat diintervensi yaitu faktor status ekonomi sosial, gizi, perilaku dan lingkungan. Berapa lama target prevalensi malaria bisa dicapai tergantung pada intervensi apa yang dilakukan dan berapa lama intervensi tadi dilaksanakan. Makin cepat intervensi diselesaikan dan makin lengkap intervensi dilaksanakan maka makin cepat target prevalensi bisa dicapai.

Simulasi model dinamis ini dapat diterapkan untuk Kabupaten Keerom dan tempat lain asalkan tersedia data yang dapat dipergunakan untuk membangun model.

DAFTAR PUSTAKA

1. DepKes RI. Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Indonesia Tahun 2007. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Indonesia DKR; 2008 December 2008. Report No.
2. DepKes RI. Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Provinsi Papua Tahun 2007. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Indonesia DKR; 2008 December 2008. Report No.
3. Richardson GP, Pugh AL. Introduction to System Dynamics Modeling with Dynamo. Second Edition ed. Cambridge: The MIT Press; 1983. 413 p.
4. Supariasa IDN, Bakri B, Fajar I. Penilaian Status Gizi. Jakarta: EGC; 2002.
5. WHO. WHO Child Growth Standards Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length weight-for-height and body mass index-for-age Methods and development: WHO, Department of Nutrition for Health and Development; 2006.
6. Berkley J, Bejon P, Mwangi T, Gwer S, Maitland K, Williams T, et al. HIV infection, malnutrition, and invasive bacterial infection among children with severe malaria. *Clin Infect Dis*. 2009;49(3):336-43.
7. Thang ND, Erhart A, Speybroeck N, Hung LX, Thuan LK, Hung CT, et al. Malaria in Central Vietnam: Analysis of Risk Factors by Multivariate Analysis and Classification Tree Models. *Malaria Journal*. 2008;7:28(30 Jan 2008).
8. Protopopoff N, Bortel Wv, Speybroeck N, Geertruyden J-Pv, Baza D, D'Alessandro U, et al. Ranking Malaria Risk Factors to Guide Malaria Control Effort in African Highlands. *Plos One*. 2009;4(11):1-10.
9. Sujari. Faktor-Faktor Risiko Kejadian Malaria Pada Wilayah Penambangan Timah di Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Semarang: Universitas Diponegoro; 2008 [25 Sept 2011]; Available from: <http://eprints.undip.ac.id/8821/>.
10. Ernawati K, Soesilo B, Duarsa A, Rifqatussa'adah. Hubungan Faktor Risiko Individu dan Lingkungan Rumah dengan Malaria di Punduh Pedada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung Indonesia 2010. *Makara Kesehatan* 2011;15 No.2:51-7.
11. Baird JK, Krisin, Barcus MJ, Elyazar IRF, Bangs MJ, Maguire JD, et al. Onset of clinical immunity to Plasmodium falciparum among Javanese migrants to Indonesian Papua. *Ann Trop Med Parasitol*. 2003;97(6):57-564.
12. Abdella Y, Deribew A, Kassahun W. Does Insecticide Treated Mosquito Nets (ITNs) prevent clinical malaria in children aged between 6 and 59 months under program setting? *J Comm Health*. 2009;34(2):102-12.
13. BPS. Data dan Informasi Kemiskinan Tahun 2007. Jakarta: BPS, Jakarta-Indonesia; 2007.
14. Guthmann J, Hall A, Jaffar S, Palacios A, Lines J, Llanos-Cuentas A. Environmental Risk Factors for Clinical Malaria: A Case-Control Study in the Grau Region Peru. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2001;95:577-83.
15. Sukowati S. Studi Pendahuluan Vektor Malaria di Sentani, Mei 2011. Jakarta: Badan LitBang Kesehatan, 2011.
16. Alemu A, Tsegaye W, Golassa L, Abebe G. Urban malaria and associated risk factors in Jimma town, south-west Ethiopia. *Malar J*. 2011;24:10:173.
17. Kouéta F, Dao L, Yé D, Zoungrana A, Kaboré A, Sawadogo A. Risk factors for death from severe malaria in children at the Charles de Gaulle pediatric hospital of Ouagadougou (Burkina Faso). *Sante*. 2007;17(4):195-9.
18. Mboera L, Kamugisha M, Rumisha S, Msangeni H, Barongo V, Molteni E, et al. The relationship between malaria parasitaemia and availability of healthcare facility in Mpwapwa district, central Tanzania. *Tanzan Health Res Bull*. 2006;8(1):22-7.
19. Amiruddin R, Sidik D, Alwi A, Islam N, Jumriani, Astuti P, et al. Socioeconomic Factor and Access to Health Services for Malaria Control in Mamuju District, West Sulawesi Indonesia. *Asian J Epidemiol*. 2012;5(2):54-61.
20. Safeukui-Noubissi I, Ranque S, Poudiougou B, Keita M, Traoré A, Traoré D, et al. Risk factors for severe malaria in Bamako, Mali: a matched case-control study. *Microbes Infect*. 2004;6(6):572-8.
21. Hannon B, Ruth M. Dynamic Modeling. Second Ed: Springer Science; 2001. 409 p.