

SISTEM INFORMASI LINGKUNGAN SEBAGAI PENGEMBANGAN SISTEM KEWASPADAAN DINI MALARIA

(Kajian di Kabupaten Ciamis Provinsi Jawa Barat)

Lukman Hakim*

Abstrak

Nowadays, the detection system of outbreak uses Early Warning System (EWS), whereas the base of EWS is the malaria case founded. If the outbreak information is late accepted by malaria program organizer in district/municipality level, it could cause the unoptimal malaria outbreak control. An Environmental Information System (EIS) would be developed to prevent it. In order to develop EIS, it need to be determined the research location to get EIS parameter.

The research objective is, to research the relation between environmental factor (the tide of sea water, rainfall, salinity, and algae) with An. sudaicus larva density, An. sudaicus mosquito density, and malaria case to be utilized as parameter in compilation of EIS.

The design of the research is analytic epidemiology study to evaluate the hypothesis of the possibility of causal relations's between risk factor and the disease. Format of the study is observational study by using a retrospective and prospective research plans. The analysis unit is the individual group that is bordered by geographically, between High Case Incidence village with Anopheles sudaicus vector. By using the SPSS version 10.0 software, data is processed to answer the hypothesis of the research and by using the programming language of Borland Delphi 7, the model of EIS can be compiled; and also Matlab software version 7.1 is used to analyze the approximation, to formulate, that will become a parameter in EIS and for the Data Base Management System, SQL Server 2000 software is used that has been conducted in Informatics Laboratory of the S2/S3 Study Program of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Gadjah Mada University.

The tide of sea water factor, rainfall, salinity, algae, density of An. sudaicus larva, density of An. sudaicus mosquito, and malaria case, could be used as EIS parameter. A competent model of EIS in technical programming has been developed, that could be used easily, beneficially and optimally in the effort of prevention of malaria outbreak.

To conclude, environment factor, has a relation with An. sudaicus larva density, and An. sudaicus mosquito density. Environment factor such as rainfall, salinity, and algae, also An. sudaicus larva density, and An. sudaicus mosquito density gives the multiple regression impact to 51,9% of malaria case factor. That could be used as EIS parameter are rainfall, salinity, and algae, also An. sudaicus larva density, and An.sudaicus mosquito density, and malaria case. The utilization of environmental information system, is coordinated by health centre.

Keyword: environmental information system, early warning system, malaria, outbreak, Anopheles sudaicus

Pendahuluan

Latar Belakang Masalah

Saat ini, di Indonesia malaria masih merupakan masalah kesehatan masyarakat. Upaya pemberantasan malaria menjadikan faktor lingkungan mendapat perhatian yang proporsional.¹ Tahun 1995-2005 di Indonesia

dilaporkan 54 Kejadian Luar Biasa (KLB) malaria dengan dilaporkan 33.890 orang penderita dan 44 orang diantaranya meninggal dunia dengan Case Fatality Rate (CFR): 1,31 %. Sedangkan selama tahun 2006 – 2007 telah terjadi 8 KLB dengan kematian 18 orang meninggal dunia.²

* Staf Subdit Malaria Ditjen PP & PL., Depkes RI

Annual Parasite Incidence (API) malaria di 5 daerah *receptive* malaria Provinsi Jawa Barat tahun 1992 - 2001 yang meningkat terus adalah Kabupaten Ciamis dengan API dan tahun 2001 menjadi 2,159 per 1.000 mencapai hampir 24 kali lipat. Pada tahun 2002 puskesmas *High Case Incidence* (HCI) di Kabupaten Ciamis tinggal Puskesmas Kalipucang. API Puskesmas Kalipucang sejak tahun 2000 cenderung meningkat pada tahun 2002 penduduk menjadi 7,415 per 1.000 penduduk.³

Sistem Kewaspadaan Dini (SKD) penyakit malaria yang dikembangkan program malaria saat ini adalah dengan Pemantauan Wilayah Setempat (PWS), yang menekankan pada penemuan kasus malaria. Akibatnya apabila informasi terjadinya peningkatan kasus/KLB malaria terlambat diterima oleh pengelola program malaria di tingkat Kabupaten/Kota, maka upaya penanggulangan juga terlambat dan peningkatan kasus/KLB malaria belum dapat dicegah secara optimal.

Oleh karenanya, perlu diupayakan teknologi yang dapat diaplikasikan dalam mendukung upaya pengendalian penyakit malaria. Untuk itu perlu dikembangkan suatu Sistem Informasi Lingkungan (SIL) yang mencakup seluruh faktor lingkungan yang mendukung upaya pencegahan terjadinya peningkatan kasus/KLB malaria di wilayahnya.

Permasalahan

Pertanyaan yang merupakan permasalahan dalam penelitian ini adalah: "Apakah ada hubungan antara faktor lingkungan (pasang surut air laut, curah hujan, salinitas, dan ganggang) yang akan menjadi parameter dalam Sistem Informasi Lingkungan dengan kepadatan jentik *An. sundaicus*, kepadatan nyamuk *An. sundaicus*, dan kasus malaria?"

Tinjauan Pustaka

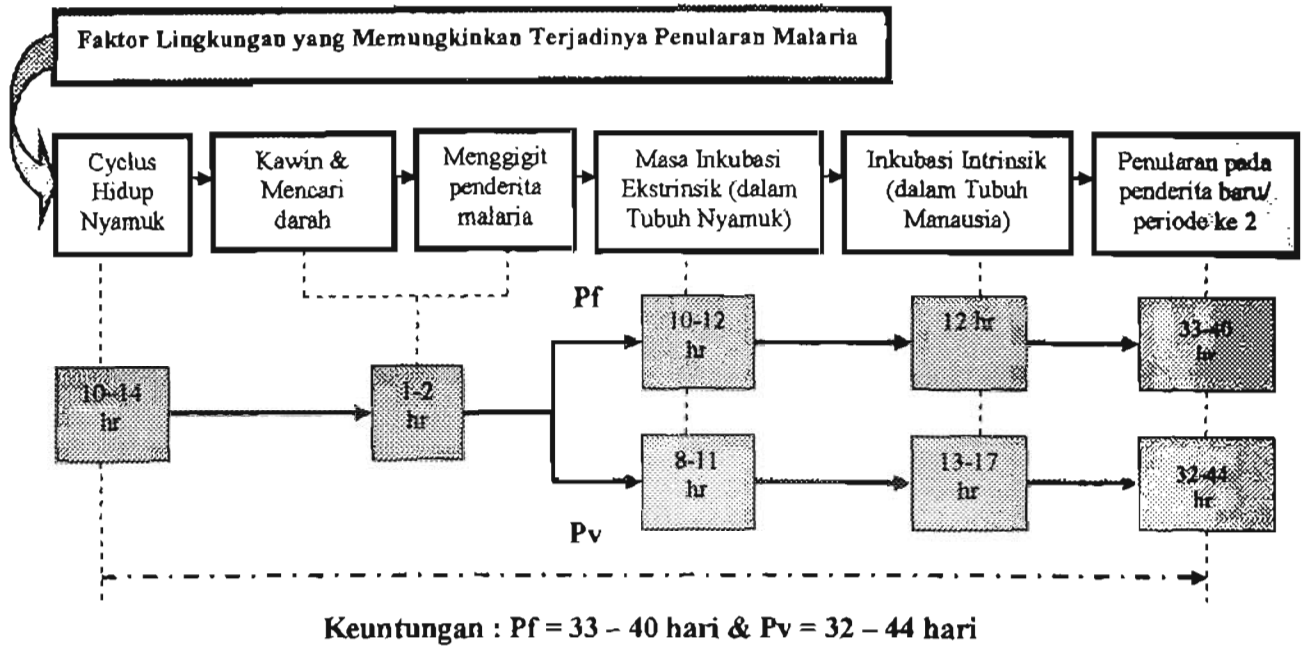
Timbulnya penyakit termasuk malaria dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu pejamu (*host*), bibit penyakit (*agent*) dan lingkungan (*environment*). Faktor lingkungan dapat berupa lingkungan fisik, kimiawi, biologis, dan sosial budaya. Faktor lingkungan fisik yang berpengaruh ialah berupa suhu, curah-hujan, dan variasi cuaca lain dapat berakibat pada vektor maupun transmisinya.⁴ Lingkungan kimiawi yang berpengaruh khususnya *An. sundaicus* yaitu di air payau.⁵

Lingkungan biologik yang berpengaruh ialah air payau yang mendapat sinar matahari langsung dan terdapat ganggang *Enteromorpha sp.*, *Chaetomorpha sp.*, dan *Cladophora sp.*⁶

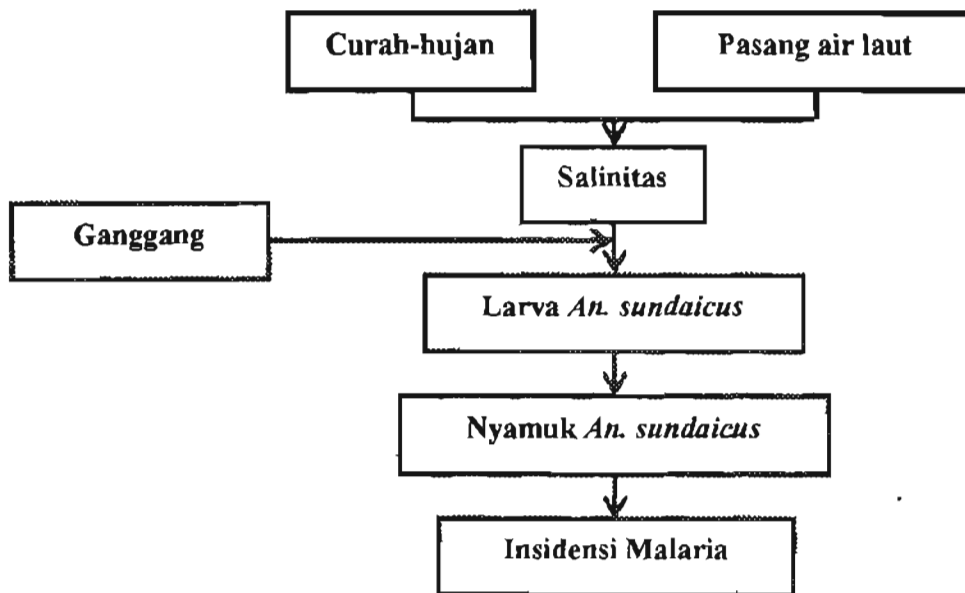
Secara kronologis daur hidup nyamuk *Anopheles* sejak telur - larva/jentik - pupa - nyamuk dewasa memakan waktu 10 - 14 hari. Masa kawin nyamuk *Anopheles* betina sampai masa mencari darah berlangsung antara 1 - 2 hari.⁷ Kalau menggigit penderita malaria yang parasitnya sudah dalam bentuk gamet, maka masa inkubasi ekstrinsik didalam tubuh nyamuk *Anopheles* untuk *P. falciparum* berlangsung antara 10-12 hari, sedangkan *P. vivax* berlangsung antara 8-11 hari. Setelah terjadi *sporozoit* di dalam kelenjar ludah nyamuk *Anopheles* dan apabila menggigit manusia lainnya, maka masa inkubasi *intrinsik* di dalam tubuh manusia untuk *P. falciparum* berlangsung antara 12 hari, sedangkan *P. vivax* berlangsung antara 13-17 hari.⁸ Sehingga sejak ditemukan kondisi lingkungan yang memungkinkan daur hidup nyamuk *Anopheles* berlangsung sampai timbulnya penderita malaria kedua dan seterusnya tersedia waktu antara 33 - 40 hari untuk *P. falciparum* dan antara 32 - 44 hari untuk *P. vivax*. Apabila kondisi lingkungan yang memungkinkan daur hidup nyamuk *Anopheles* dapat segera dideteksi, kegiatan antisipasi untuk mencegah menyebarnya kasus malaria yang lebih luas atau mencegah timbulnya KLB berlangsung lebih dari 32-44 hari. Secara kronologis kegiatan penemuan faktor lingkungan yang memungkinkan terjadinya penularan malaria, waktu daur hidup nyamuk *Anopheles* berlangsung sampai timbulnya penderita malaria baru lihat bagan 1.

Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori yang telah diuraikan di atas, maka disusun kerangka konsep yang sesuai dengan rencana penelitian. Di mana kasus malaria sebagai variabel *dependent* dipengaruhi adanya nyamuk *An. sundaicus* → larva/jentik *An. sundaicus* → ganggang (*Enteromorpha sp.*, *Chaetomorpha sp.*, dan *Cladophora sp.*) dan salinitas. Ganggang dipengaruhi → salinitas tempat perkembangan nyamuk → curah hujan dan pasang surut air laut. Secara sistematis dapat diperinci seperti bagan 2.



Bagan 1. Model Keuntungan Sistem Informasi Lingkungan



Bagan 2. Kerangka Konsep Penelitian SIL dalam Pengembangan SKD Malaria

Hipotesis

0. Hipotesis mayor:

Faktor lingkungan (pasang air laut, curah-hujan, salinitas, ganggang, termasuk kepadatan larva *An. sundaicus*, dan kepadatan nyamuk *An. sundaicus*) adalah sah untuk aproksimasi penularan malaria dan dapat dipergunakan sebagai parameter dalam SIL yang berfungsi untuk mendukung SKD malaria.

1. Hipotesis mayor diuraikan menjadi beberapa hipotesis minor, berikut:

- Ada hubungan antara faktor lingkungan (pasang air laut, curah-hujan, salinitas, dan ganggang) dengan kepadatan larva *An. sundaicus*.
- Ada hubungan antara faktor lingkungan (pasang air laut, curah-hujan, salinitas, ganggang, termasuk kepadatan larva *An. sundaicus*) dengan kepadatan nyamuk *An. sundaicus*.
- Ada hubungan faktor lingkungan (pasang air laut, curah-hujan, salinitas, ganggang, termasuk kepadatan larva *An. sundaicus*, dan kepadatan nyamuk *An. sundaicus*) dengan insidensi malaria.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah meneliti hubungan antara faktor lingkungan (pasang-surut air laut, curah hujan, salinitas, dan ganggang) dengan kepadatan larva *An. sundaicus*, kepadatan nyamuk *An. sundaicus*, dan kasus malaria yang akan dipergunakan sebagai parameter dalam penyusunan Sistem Informasi Lingkungan (SIL) untuk pengembangan Sistem Kewaspadaan Dini (SKD) malaria di wilayah penelitian.

Bahan dan Metode

Disain Penelitian

Disain penelitian ini adalah studi Epidemiologi Analitik untuk menguji hipotesis mengenai hubungan kausal yang diduga antara faktor risiko dengan penyakit. Model studinya adalah studi *observasional* dengan menggunakan rancangan penelitian *retrospektive* dan *prospektive*. Observasi dilakukan terhadap terjadinya penyakit pada kelompok penduduk atau individu dari suatu kelompok penduduk menurut faktor risiko. Unit analisisnya adalah kelompok (*aggregate*) individu. Studi ini dikelompokkan berdasarkan

tempat (*multiple-group design*), waktu (*time-trend design* atau *time series*), atau kombinasi tempat dan waktu (*mixed design*).⁹ Setiap karakteristik subyek diobservasi perkembangannya selama periode tertentu untuk ditentukan ada tidak efeknya.¹⁰

Aggregate di sini dibatasi secara geografis, yaitu desa dengan *High Case Incidence* (HCI) dengan vektor *An. sundaicus*.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan sejak Juli 2003 – Juni 2004. Data yang dikumpulkan secara mingguan meliputi data pasang air laut, curah-hujan, ganggang, larva/jentik *An. sundaicus*, dan kasus malaria. Sedangkan, data yang khusus dikumpulkan secara bulanan adalah data nyamuk *An. sundaicus*.

Pengolahan dan Analisis Data

Dengan *software SPSS* (*Statistic Professional for Social Science*) versi 10.0 data diolah untuk menjawab hipotesis penelitian. Sedangkan *software Matlab* versi 7.1, untuk mengolah data dalam rangka merumuskan dan menetapkan ambang parameter SIL serta analisis aproksimasi. Bahasa pemrograman Borland Delphi 7.¹¹ digunakan untuk menyusun dan mengembangkan SIL. Untuk *Data Base Management System* dipergunakan perangkat lunak *Microsoft SQL Server* 2000.

Hasil Penelitian

Penelitian *Retrospektive*

Selama 3 tahun, API Kabupaten Ciamis tertinggi di Puskesmas Kalipucang (7,415 per 1.000 penduduk tahun 2000). Selama 3 tahun API Puskesmas Kalipucang tertinggi di Desa Pamotan, dengan API sebesar 6,65 per 1.000 penduduk. Berdasarkan angka endemisitas malaria tersebut, maka lokasi penelitian ditentukan di wilayah Desa Pamotan Puskesmas Kalipucang Kabupaten Ciamis yang sejak tahun 2000 sampai tahun 2002 selalu merupakan desa HCI, bahkan tahun 2002 satu-satunya desa HCI di Kecamatan Kalipucang. Vektor yang telah dilaporkan di lokasi ini adalah *An. sundaicus*.^{12,13}

Penelitian *Prospektive*.

Penelitian *prospektive* dilaksanakan Juli 2003 – Juni 2004. Pengumpulan data mingguan

meliputi data kasus malaria, kepadatan larva/jentik, ganggang, salinitas, curah-hujan, dan pasang air laut. Sedangkan data bulanan meliputi data kasus malaria, kepadatan nyamuk, curah-hujan, dan pasang air laut.

Pembahasan

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan program Matlab versi 7.1, yang meliputi tahap pra proses dan tahap proses. Tahap pra proses meliputi pengolahan data observasi, penskalaan (*scalling*), *trend*, dan dinamika. Tahap proses secara runtut urutan adalah: dinamika (hasil praproses) → *autocorrelation* atau autokorelasi dan *crosscoorrelation* atau korelasi silang → *smoothing* (*Moving Average* atau MA, *Fast Fourier Transform* atau FFT, *Curve Fitting Model* Tak linear ($Y : y = Ae^{bx} \cos(\omega x)$), *Curve Fitting* Polinomial ($y = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_0$, dengan $n = \text{orde polinomial}$) → aproksimasi. Untuk mendapatkan teknik yang paling tepat untuk mencapai tujuan aproksimasi didasarkan pada pertimbangan: beban komputasi yang kecil, akurasi, dan *prospektive* untuk realisasi lebih lanjut. Berdasarkan pertimbangan tersebut, teknik *smoothing* yang diambil dalam proses pengolahan data adalah teknik *moving average*.

Analisis Data

1. Uji Hipotesis

Untuk memperoleh butir-butir yang akan menjadi parameter dalam SIL, maka perlu menganalisis data observasi dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 10.0 for windows. Berdasarkan beberapa hipotesis minor, yaitu:

a. Dengan uji ANOVA pada tingkat signifikansi pada tabel ANOVA sebesar 0,000, maka dengan probabilitas $0,000 < \alpha 0,05$, berarti ada hubungan antara faktor lingkungan yaitu pasang air laut, curah-hujan, salinitas, dan ganggang dengan kepadatan larva *An. sundaicus*, di mana keempat variabel tersebut secara bersama berpengaruh terhadap kepadatan larva *An. sundaicus*. Dengan R sebesar 0,686 memberikan arti bahwa pengaruh secara bersama-sama (*Multiple Regression*) antara pasang air laut, curah-hujan, salinitas, dan ganggang terhadap kepadatan larva *An. sundaicus* adalah sebesar

68,6%, selebihnya 31,4% dipengaruhi oleh faktor lain.

b. Dengan tingkat signifikansi pada tabel ANOVA sebesar 0,049, maka dengan probabilitas $0,049 < \alpha 0,05$, berarti ada tertentu antara faktor lingkungan yaitu pasang air laut, curah-hujan, salinitas, dan ganggang dan kepadatan larva *An. sundaicus* dengan kepadatan nyamuk (*Man Biting Rate/MBR*) *An. sundaicus* di mana kelima variabel tersebut secara bersama berpengaruh terhadap kepadatan nyamuk (*Man Biting Rate/MBR*) *An. sundaicus*. Dengan R sebesar 0,887 memberikan arti bahwa pengaruh secara bersama-sama (*Multiple Regression*) antara pasang air laut, curah hujan, salinitas, ganggang, dan kepadatan larva *An. sundaicus* terhadap kepadatan nyamuk *An. sundaicus* adalah sebesar 88,7%, selebihnya 11,3% dipengaruhi oleh faktor lain.

c. Dengan uji ANOVA dengan tingkat signifikansi pada tabel ANOVA sebesar 0,908, maka dengan probabilitas $0,908 > \alpha 0,05$, berarti tidak ada hubungan khas antara faktor lingkungan yaitu pasang air laut, curah-hujan, salinitas, dan ganggang, kepadatan larva *An. sundaicus*, dan kepadatan nyamuk (*Man Biting Rate/MBR*) *An. sundaicus* dengan angka kesakitan malaria (*Monthly Parasite Incidence/MoPI*). Tetapi dengan R sebesar 0,519 memberikan arti bahwa secara bersama-sama (*Multiple Regression*) antara pasang air laut, curah-hujan, salinitas, ganggang, kepadatan larva *An. sundaicus*, dan kepadatan nyamuk (*Man Biting Rate/MBR*) *An. sundaicus* dengan angka kesakitan malaria (*Monthly Parasite Incidence/MoPI*) masih memberikan pengaruh sebesar 51,9%, hampir seimbang dengan pengaruh dari faktor lain yang sebesar 48,11%. Tetapi kalau dicermati data kasus malaria selama tahun 2002 sejumlah 53 orang ternyata 18 orang tertular dari luar Desa Pamotan atau 33,96% merupakan kasus impor.

2. Analisis data untuk parameter sistem informasi lingkungan:

a. Data yang tidak dapat dipergunakan sebagai butir SIL.

Berdasarkan analisis dari data yang telah diikuti dan dikumpulkan sejak Juli 2003 – Juni 2004, maka berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data dengan perangkat lunak Matlab versi 7.1, data yang tidak dipergunakan sebagai salah satu butir dalam SIL adalah data pasang air laut karena data pasang air laut mempunyai keacakan/ketidakpastian yang tinggi. Hal ini terbukti dari analisis autokorelasi antara data puncak pasang air laut terhadap puncak pasang air laut sendiri maupun analisis korelasi silang antara data puncak pasang air laut dengan data curah-hujan, salinitas, ganggang, kepadatan larva/jentik *An. sundaicus*, dan kasus malaria.

- b. Data yang dapat dipergunakan sebagai butir SIL.

Sedangkan data yang dapat dipergunakan sebagai butir-butir dalam SIL, yaitu curah-hujan, salinitas, ganggang, kepadatan larva/jentik *An. sundaicus*, kepadatan nyamuk *An. sundaicus*, dan jumlah kasus malaria.

3. Analisis data untuk aproksimasi dalam Sistem Informasi Lingkungan :

Berdasarkan alur pikir bahwa kasus malaria → nyamuk *An. sundaicus* → larva/jentik *An. sundaicus* → tempat perkembangbiakan dengan salinitas yang kondusif → ditandai ganggang. Sedangkan salinitas yang kondusif → percampuran air laut karena adanya pasang air laut dan curah-hujan. Dengan menggunakan program Matlab versi 7.1, hasil analisis korelasi masing-masing data dikaitkan dengan runtutan data bahwa larva/jentik *An. sundaicus* erat kaitannya dengan salinitas *breeding places*. Salinitas menjadi variabel *independent* dari keberadaan ganggang, kepadatan larva/jentik *An. sundaicus*, dan jumlah kasus malaria. Sedangkan salinitas yang kondusif untuk *breeding places An. sundaicus*, maka variabel *independent*nya adalah curah-hujan dan pasang air laut. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka akan dicari nilai rerata dan simpangan baku dari salinitas yang erat kaitannya dengan variabel ganggang, kepadatan larva/jentik *An. sundaicus* dan jumlah kasus malaria.

Tabel 3. Data Observasi per Mingguan di Desa Pamotan

Bulan	Minggu	Puncak Pasang (dm)	Curah-hujan (mm)	Salinitas (%)	Gang-gang	Kepadatan Larva (ekor)	Jumlah Kasus (orang)
September 2003	37	19	0	12	+	7	1
	38	19	78	15	+	7	0
	39	21	16,5	15	+	5	0
Oktober 2003	40	21	51,5	15	+	5	1
	41	20	103	10	+	3	2
	42	20	16	15	+	7	2
Nopember 2003	43	21	28,5	0	+	7	0
	44	22	23	3	+	3	3
	45	20	288	9	+	5	0
Desember 2003	46	20	20	4	-	0	0
	47	21	191	5	+	3	0
	48	22	283	3	+	0	1
Januari 2004	49	19	80,5	0	-	0	0
	50	20	152	10	-	3	2
	51	19	58,5	5	-	5	1
Januari 2004	52	22	97	12	-	0	1
	1	17	21	5	+	0	2
	2	19	17,5	0	-	0	1
	3	18	43,5	13	-	3	0

a. Nilai rerata data observasi

Karena kasus malaria diawali adanya larva *An. sundaicus*, yang tercatat kehadirannya pada minggu-minggu (m) ke 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 50, 51 pada tahun 2003, dan minggu ke 3 pada tahun 2004 (selama 13 minggu). Rumus perolehan nilai rerata salinitas tempat perkembangbiakan nyamuk, keberadaan ganggang dan kepadatan larva/jentik *An. sundaicus*, adalah sebagai berikut:

$$\bar{S} = \frac{1}{\mu} \sum_{m \in M_j} S_m$$

\bar{S} : nilai rerata salinitas
 μ : jumlah minggu berlarva
 S_m : salinitas pada minggu
 M_j : minggu berlarva

$$\bar{S} = \frac{1}{13} (12+15+15+15+10+15+0+3+9+5+10+5+13) \% = 9,7711\%$$

b. Simpangan baku data observasi

Rumus perolehan simpangan baku salinitas tempat perkembangbiakan nyamuk, keberadaan ganggang dan kepadatan larva/jentik *An. sundaicus*, adalah sebagai berikut:

$$\text{Varians} : \sigma_s^2 = \frac{1}{\mu} \sum_{m \in M_j} (S_m - \bar{S})^2$$

Simpangan baku:

$$\sqrt{\sigma_s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{m \in M_j} (S_m - \bar{S})^2}{\mu}} = 4,9\%$$

Salinitas yang kondusif untuk menjadi *breeding places* *An. sundaicus* adalah: $9,77\% \pm 4,9\% \approx 14,67\% - 4,87\%$ atau kalau dibulatkan $15\% - 5\%$.

c. Kesimpulan analisis data

1) Nilai rerata salinitas yang terkait langsung dengan pemunculan ganggang dan larva/jentik *An. sundaicus*, didapat sebesar: $\bar{S} = 9,77\%$

Dengan simpangan baku:

$\sigma_s = \pm 4,9\%$. Jadi secara statistik salinitas yang kondusif untuk pemunculan ganggang dan larva/jentik *An. sundaicus* berkisar antara $4,87\%$ sampai $14,67\%$.

2) Nilai rerata salinitas $9,77\%$, atau pada nilai data terdekat = 10% di minggu ke-41 dan ke-50, atau dari awal curah-hujan di minggu ke-38 terpaut 3 minggu sebelumnya dan ke-12 sesudahnya.

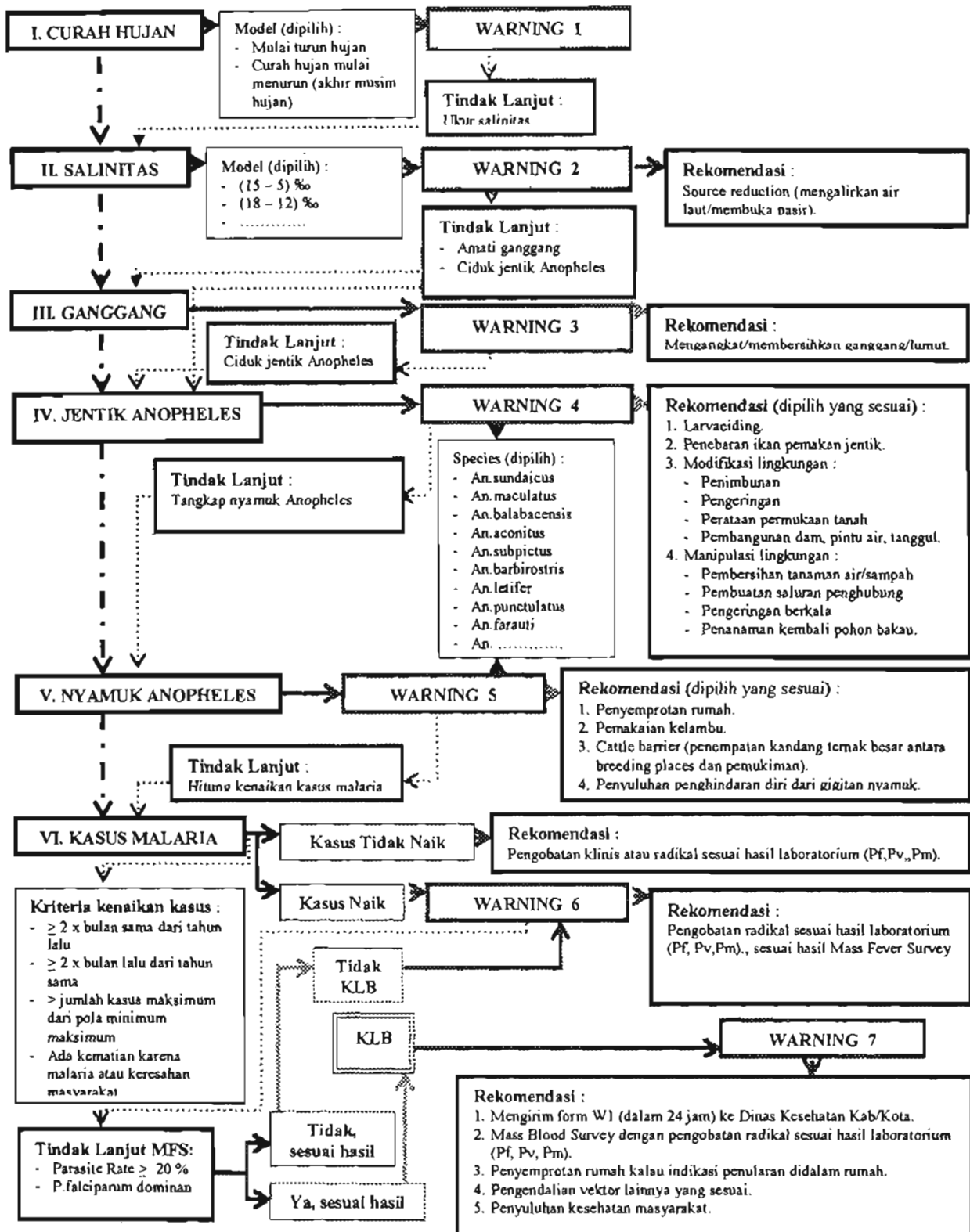
3) Korelasi yang terjadi dari masing-masing variabel minggu adalah:

a) Antara curah-hujan dan salinitas terjadi pada minggu ke-40 tahun 2003, dengan curah-hujan sebesar 51,5 mm dan salinitas 15% , dan curah-hujan memberi pengaruh 70% terhadap salinitas yang optimum.

b) Antara salinitas dan ganggang terjadi pada minggu ke-42 tahun 2003, dengan salinitas sebesar 15% dan ditemukan positif ganggang, dan salinitas memberi pengaruh 71% terhadap keberadaan ganggang, sedangkan keberadaan ganggang memberi pengaruh 100% terhadap kepadatan larva *An. sundaicus*.

c) Antara salinitas dan kepadatan larva *An. sundaicus* terjadi pada minggu ke-42 tahun 2003, dengan kepadatan larva 7 ekor/orang/ciduk dalam salinitas 15% .

d) Antara kepadatan larva *An. sundaicus* dan jumlah kasus malaria terjadi pada minggu ke 51 tahun 2003, dengan ditemukan 1 orang kasus positif malaria dengan kepadatan larva *An. sundaicus* sebesar 5 ekor/orang/ciduk dalam "*breeding places*" dengan salinitas 5% , dan kepadatan larva *An. sundaicus* memberi pengaruh 70% terhadap kasus malaria.



Bagan 4. Diagram Konsep Model Sistem Informasi Lingkungan (SIL)

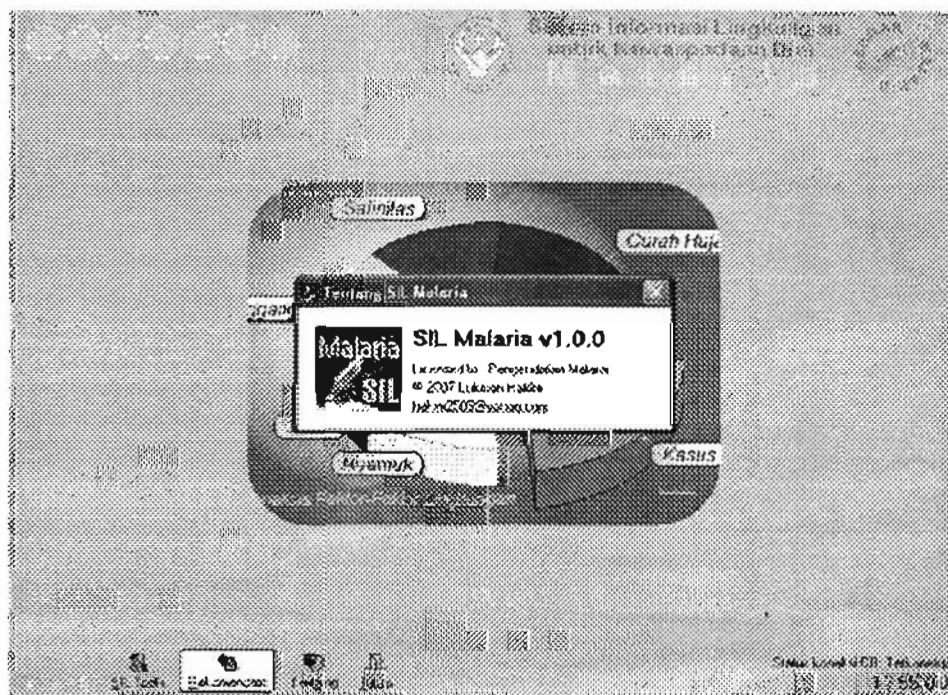
Sistem Informasi Lingkungan (SIL)

1. Skema SIL (lihat bagan 4)
2. Cara Pengumpulan Data Parameter SIL :
 - a. Curah-hujan dikumpulkan secara harian langsung dari peralatan penangkap curah-hujan atau dilaksanakan secara mingguan dari institusi yang mengoperasikannya, kemudian secara mingguan di *entry* kedalam SIL.
 - b. Salinitas diukur secara mingguan di tempat perkembangbiakan nyamuk potensial dengan mempergunakan *refractometer*, terutama awal musim hujan sampai akhir musim hujan atau awal musim kemarau, kemudian di *entry* kedalam SIL.
 - c. Ganggang (lumut sutera/*Enteromorpha sp* dan lumut perut ayam/*Heteromorpha sp*) pengumpulannya dilakukan dengan cara pengamatan lapangan di tempat perkembangbiakan nyamuk potensial bersamaan dengan kegiatan pengukuran salinitas dan pencidukan larva, kemudian secara mingguan di *entry* ke dalam SIL.
 - d. Kepadatan larva/jentik dikumpulkan secara mingguan dengan menciduk larva/jentik *Anopheles* pada tempat per-
 - e. kembangbiakan nyamuk potensial, kemudian di *entry* kedalam SIL.
 - e. Kepadatan nyamuk dikumpulkan di lapangan secara mingguan dengan *spot survey*, baik penangkapan dengan umpan badan atau penangkapan di tempat *resting*, didalam rumah maupun diluar rumah. Terutama setelah ditemukan larva *Anopheles* di tempat-tempat perkembangbiakan nyamuk potensial. Kalau ditemukan *Anopheles* data di *entry* ke SIL secara harian atau mingguan.
 - f. Kasus malaria dikumpulkan secara *Passive Case Detection (PCD)* atau secara *Active Case Detection (ACD)*, kemudian data yang sudah tercatat secara mingguan di *entry* kedalam SIL.
3. Pengembangan model (*proto type*) SIL (lihat Gambar 5).

Simpulan

1. Kesimpulan

- a. Sistem Informasi Lingkungan (SIL) diperlukan dalam pengembangan Sistem Kewaspadaan Dini (SKD) Malaria untuk mencegah terjadinya Kejadian Luar Biasa atau peningkatan kasus malaria.



Gambar 5. Interface Pengembangan Model Sistem Informasi Lingkungan Malaria

- b. Telah dikembangkan Sistem Informasi Lingkungan (SIL) yang berbasis faktor lingkungan yaitu faktor curah-hujan, faktor salinitas, faktor keberadaan ganggang, faktor kepadatan larva/jentik *An. sudaicus*, faktor kepadatan nyamuk *An. sudaicus*, dan faktor kasus malaria.
- c. Telah dikembangkan Program Komputer Sistem Informasi Lingkungan (SIL) yang layak secara teknis pemrograman dan didesain penggunaannya di tingkat Puskesmas atau Kabupaten yang merupakan garda terdepan upaya pengendalian malaria.
- d. Program Komputer Sistem Informasi Lingkungan (SIL) dapat dipergunakan sebagai Sistem Kewaspadaan Dini (SKD) malaria yang bermanfaat untuk pengambilan keputusan dalam upaya pencegahan dan pengendalian malaria baik oleh pengambil keputusan di tingkat Puskesmas maupun tingkat yang lebih tinggi.

2. Saran-saran

- a. Lingkungan yang dipergunakan sebagai parameter dalam SIL harus disesuaikan terlebih dahulu apabila dikembangkan untuk daerah endemis malaria lainnya yang mempunyai vektor malaria yang berbeda.
- b. Program Komputer SIL ini apabila dikembangkan untuk digunakan sebagai SKD penyakit yang berbasis lingkungan lainnya, diperlukan penelitian terlebih dahulu untuk dipergunakan sebagai parameter dalam SIL.

Daftar Pustaka

1. Departemen Kesehatan RI. 1998. *Rekapitulasi Laporan Tahunan Direktorat P2 B2 Tahun 1998*. Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
2. Kusriastuti, R. 2007. *Sistem Kewaspadaan Dini (SKD) Malaria untuk Menunjang Terwujudnya Masyarakat yang Hidup Sehat dalam Lingkungan yang Terbebas dari Penularan Malaria pada tahun 2030 Secara Bertahap*. Presentasi Kepala Subdit Malaria pada Pertemuan Sistem Kewaspadaan Dini Malaria 2007. Bogor.
3. Dinas Kesehatan Kabupaten Ciamis. 2003. *Analisa Situasi Malaria di Kabupaten Ciamis Tahun 1998 – 2003*. Dinas Kesehatan Kabupaten Ciamis. Ciamis.
4. Gilles, H.M., 1993. *Epidemiologic of Malaria*. In Gilles, H.M., and Warnel, D.A. 1993. *Bruce-Chwatt's Essential Malariology*. Third edition. Oxford University Press. London.
5. Sundararaman S., Soeroto R.M., Siran M. 1957. *Vector of Malaria in Mid – Java*. Indian Journal Malariology, 11 (4).
6. Horsfall, W.R. 1955. *Mosquitoes. Their Bionomics and Relation to Disease*. The Ronald Press Company. New York.
7. Departemen Kesehatan R.I. 1999. *Entomologi Malaria*. Direktorat P2B2, Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
8. Departemen Kesehatan R.I. 1999. *Modul Epidemiologi Malaria 1 – 5*. Direktorat P2B2, Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
9. Rothman, K.J., and Greenland, S. 1998. *Modern Epidemiologi*. Second Edition. Lippincott-Raven : Philadelphia.
10. Pratiknya, A.W. 1993. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
11. Wozniwicz, A., and Shamma, N. 1995. *Teach Yourself Borland Delphi in 21 Days*. First Edition, Sams Publishing, Indianapolis.
12. Rozendaal, J., and Hakim, L. 2003. *Malaria Situation Analysis in ICDC Project Districts (with Special Emphasis on Banjarnegara and Ciamis)*. Intensified Communicable Disease Control Project, Directorate Generale CDC & EH Ministry of Health and Asian Development Bank. Jakarta.
13. Departemen Kesehatan R.I. 1993. *Malaria: Entomologi 10*. Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan RI. Jakarta.