

**PENELITIAN/PENGEMBANGAN MODEL/SISTEM SURVEILANS DAMPAK KESEHATAN PERUBAHAN IKLIM**

Athena\*, D. Anwar M

Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat  
Jl. Percetakan Negara No. 29, Jakarta Indonesia  
E-mail : athenafb@yahoo.com

***SURVEILLANCE MODEL DEVELOPMENT ON HEALTH IMPACT OF CLIMATE CHANGE***

**Abstract**

*Research/development of surveillance model of climate change impact on health has been conducted on 2011. The objective of the research was to obtain surveillance model/system on health impact of climate change suitable in Indonesia. The research was designed as operational research and divided into several stages started with situational analysis, review of surveillance program, and finally drafting the surveillance system model. Situational analysis and review of surveillance program were conducted by using rapid assessment method in 6 districts/cities from 6 provinces. These steps were performed to find out about how the recent surveillance system was. The drafting of surveillance system model comprised of identification of collected data/variables, data sources, frequency of data collection, data collection officers, data processing and analysis methods, and methods of disease data mapping and its information distribution, which was carried out through sectoral meetings, meetings with some programs in Ministry of Health, and experts meetings. The result of the research is a surveillance model/system of climate change impact on health, equipped with software for data processing and website application. The diseases data collected were weekly data of dengue haemorrhagic fever (DHF), malaria, diarrhea, pneumonia, and influenza like illness (ILI) diseases. These weekly data were obtained from EWARS system, which was developed by Directorate of Surveillance, Immunization, Quarantine, and Matra Health, Directorate General of Diseases Control and Environmental Health, Ministry of Health Indonesia. The climate data collected were temperature, rainfall, rain days, and relative humidity, in which their frequency of data collection was corresponding with diseases data. Data processing and analysis were performed automatically by using software which was designed specifically for presenting graphs/trends between diseases variables and climate variables in a particular period while GIS maps were displayed in the website. A surveillance model/system of the health impact of climate change has been developed. It is a system which process, analyze, and interpret data systematically and continuously, which also includes the distribution of information. The system is expected to provide information about how the condition of diseases in regard of climate change is.*

**Keywords :** *climate change, surveillance, rainfall, temperature, DHF, malaria, diarrhea, penumonida, influenza like illness/ ILI*

Submit : 20-05-2013 Revised : 22-08-2013 Accepted : 04-09-2013

## Abstrak

Telah dilakukan penelitian dan pengembangan Model/Sistem Surveilans Dampak Perubahan Iklim tahun 2011. Tujuan penelitian/pengembangan ini adalah diperolehnya sistem surveilans untuk dampak kesehatan dari perubahan iklim yang cocok untuk Indonesia. Disain penelitian adalah riset operasional. Tahapan kegiatan dimulai dengan analisis situasi, review program surveilans, dan penyusunan *draft* model sistem surveilans. Analisis situasi dan review program surveilans dilakukan untuk mendapatkan gambaran bagaimana sistem surveilans yang berjalan selama ini, dilakukan dengan cara melakukan *rapid assessment* di 6 dinas kabupaten/kota 6 provinsi. Penyusunan *draft* model sistem surveilans yang meliputi identifikasi data/variabel yang perlu dikumpulkan, sumber dan frekuensi pengumpulan data, petugas pengumpul data, pengolahan dan analisis data, cara pemetaan data penyakit dan distribusi informasinya dilakukan dengan diskusi bersama lintas sektor, lintas program dan para pakar. Hasil penelitian berupa model/sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim yang dilengkapi dengan *software* pengolahan data dan situs web. Jenis data penyakit yang dikumpulkan adalah DBD, malaria, diare, pneumonia, dan ILI yang merupakan pengembangan dari sistem EWARS (sistem kewaspadaan dini) yang dikembangkan oleh Direktorat Surveilans, Imunisasi, Karantina, dan Kesehatan Matra, Ditjen PP/PL, Kementerian Kesehatan. Data iklim adalah suhu, curah hujan, hari hujan, dan kelembaban berasal dari Pusat *Data Base*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Frekuensi pengumpulan data penyakit maupun iklim adalah mingguan. Hasil lain berupa *Software* untuk pengolahan dan analisis data yang dapat menyajikan grafik/tren antara variabel penyakit dengan variabel iklim dalam kurun waktu tertentu serta peta GISnya yang dapat ditayangkan melalui situs web Surveilans Dampak Kesehatan Perubahan Iklim. Telah terbangun model/sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim, yaitu suatu sistem pengolahan, analisis, dan interpretasi data secara sistematis dan terus menerus serta penyebaran informasinya, yang dapat memberikan informasi bagaimana kondisi penyakit dengan terjadinya perubahan iklim.

**Kata Kunci:** perubahan iklim, surveilans, curah hujan, suhu, malaria, diare, pneumonia, *influenza like illness/ILI*

## PENDAHULUAN

Perubahan iklim secara faktual sudah terjadi di tingkat lokal, regional maupun global. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, yang seharusnya dapat menahan dan melindungi kehidupan di bumi dari radiasi sinar matahari dan meredam perbedaan suhu secara ekstrem pada siang dan malam, mengalami kerusakan penyusunnya. The *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) telah mengkaji dampak perubahan iklim yang telah dan yang mungkin terjadi di masa depan. Dampak yang diduga timbul akibat terjadinya perubahan iklim adalah peningkatan gangguan malnutrisi sebagai akibat dari terganggunya

pertanian (gagal panen) yang akan berimplikasi terhadap pertumbuhan dan perkembangan anak, serta terjadinya peningkatan kematian<sup>1</sup>. Dampak lain berupa penyakit dan cedera akibat gelombang panas, banjir, badai, kebakaran dan kekeringan; beban terhadap penyakit diare ; peningkatan frekuensi penyakit jantung dan pernafasan karena meningkatnya kadar ozon ; dan berubahnya distribusi spasial beberapa vektor penyakit menular. Peningkatan panas dan curah hujan di daerah tertentu yang disebabkan oleh perubahan iklim, dapat membantu proses penyebaran penyakit. Hal ini karena vektor penyakit pada umumnya hewan berdarah dingin, sehingga sangat bergantung pada

lingkungan sekitar untuk mengontrol panas internal. Peningkatan suhu akan berpotensi mendukung kehidupan serangga (nyamuk maupun lalat), yang pada akhirnya dapat mempercepat penyebaran penyakit tular vektor, seperti malaria, DBD, ataupun diare/kolera. Terjadinya perubahan iklim juga diduga dapat memicu adanya berbagai penyakit infeksi baru seperti SARS, flu burung dan hantaan virus.

Di Indonesia, dampak perubahan iklim yang mungkin timbul cenderung berupa bencana dan penyakit-penyakit khas di wilayah tropis<sup>2</sup>. Patz dan kawan-kawan menggambarkan bahwa perubahan iklim dapat berdampak secara langsung berupa penyakit bahkan kematian, maupun tidak langsung melalui distribusi dan konsentrasi bahan pencemar udara, jalur kontaminasi mikroba, dinamika transmisi vektor penyakit maupun bencana banjir ataupun tanah longsor dan kenaikan muka air laut. Dampak tidak langsung berupa penyakit bahkan kematian akibat kekeringan, penyakit yang ditularkan melalui udara, air dan vektor<sup>3</sup>. Meningkatnya insidens/prevalens beberapa penyakit menular di Indonesia diduga terkait dengan kerusakan lingkungan dan terjadinya perubahan iklim. Belum banyak pembuktian bagaimana pengaruh terjadinya perubahan iklim terhadap lingkungan maupun kesehatan.

Sehubungan dengan hal tersebut tahun anggaran 2010, Puslitbang Ekologi dan Status Kesehatan, Badan Litbangkes, Kemenkes melakukan survei data dasar melalui penelitian tentang gambaran kejadian penyakit malaria, DBD, ISPA dan diare di beberapa wilayah di Indonesia dihubungkan dengan parameter iklim dalam kurun waktu 10 tahun (dari tahun 1995 sampai 2009). Dari penelitian awal tersebut masih sulit disimpulkan terutama dalam hal hubungan antara peningkatan/penurunan kejadian penyakit dengan variabilitas maupun perubahan iklim

belum menunjukkan pola yang jelas. Hal ini karena disamping masih banyaknya faktor penyebab terjadinya suatu penyakit dan penyebab lainnya adalah ketersediaan data di tingkat kabupaten/kota masih sangat terbatas. Analisis dampak perubahan iklim memerlukan data dalam kurun waktu yang cukup panjang (30 tahun) dan berkesinambungan, sementara dari hasil penelitian Badan Litbang Kesehatan tahun 2010 menunjukkan bahwa ketersediaan data penyakit maupun data iklim di 12 kabupaten/kota hanya berkisar antara 2 sampai 12 tahun<sup>4</sup> sehingga cukup sulit dalam analisisnya. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka tahun 2011 Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat melakukan penelitian dan pengembangan Model/Sistem Surveilans Dampak Perubahan Iklim Di Indonesia, dengan tujuan diperolehnya suatu sistem yang cocok untuk surveilans dampak kesehatan akibat terjadinya perubahan iklim di Indonesia. Dari penelitian ini diharapkan dapat terbangun suatu sistem surveilans yang dapat memberikan gambaran dampak kesehatan akibat terjadinya perubahan iklim dan pada akhirnya dapat digunakan sebagai dasar kebijakan dalam menyusun upaya pengendalian dan tindak lanjut adaptasi dampak kesehatan dari perubahan iklim.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan riset operasional yang dibagi dalam beberapa tahap kegiatan, dimulai dengan analisis situasi, review program surveilans, dan penyusunan *draft* model sistem surveilans (identifikasi data/variabel yang perlu dikumpulkan, sumber dan frekuensi pengumpulan data, petugas pengumpul data, dan pemangku kebijakan yang akan berperan dalam pelaksanaan sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim). Untuk memudahkan pengumpulan, pelaporan dan analisis data baik di tingkat lokal maupun nasional,

model/sistem tersebut dilengkapi dengan program aplikasi berupa *software* untuk pengolahan data dan peta *geographic information system* (GIS). Untuk memudahkan tukar menukar dan memperbarui informasi diantara pakar maupun pengambil kebijakan, maka model surveilans ini dibangun berdasarkan situs web yang dinamis.

#### *Rapid assessment*

Tujuan dari kegiatan ini adalah diperolehnya informasi pelaksanaan program surveilans di pusat maupun daerah (provinsi dan kabupaten/kota). Pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan rekomendasi penelitian tahun 2010 (mewakili pengaruh iklim di Indonesia dan ketersediaan data pendukung), yaitu Kota Padang (Sumatera Barat), Kab Bintan (Kepulauan Riau), Kab Kapuas (Kalimantan Tengah), Kabupaten Donggala (Sulawesi Tenggara), Kota Kupang (Nusa Tenggara Timur), Kabupaten Serang (Banten). Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara mendalam terhadap para pengambil kebijakan dan pemegang program pemegang program surveilans, program penyakit, program penyehatan lingkungan tingkat pusat dan daerah, kepala/sekretaris dinas kesehatan provinsi dan kabupaten/kota. Data yang dikumpulkan adalah tentang program surveilans di masing-masing institusi, yang meliputi pelaksanaan surveilans, keberadaan tim kewaspadaan dini, survey epidemiologi, jenis surveilans, pemantauan wilayah setempat/PWS, pembiayaan, masalah dan kendala dalam penyelenggaraan surveilans. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan *content* dan *domain* lalu disajikan secara deskriptif.

#### Pengembangan model surveilans

Tahap Pengembangan model surveilans terdiri 2 kegiatan, yaitu membangun sistem dan mengembangkan *software* dan situs web. Dalam membangun sistem, perlu adanya kesepakatan dan komitmen semua

pihak terkait (program/sector/ pakar); tentang jenis data/variabel yang dikumpulkan, sumber dan frekuensi pengumpulan dan pengiriman data, petugas yang melakukan pengumpulan, pengolahan dan analisis data, dan identifikasi pemangku kebijakan yang akan berperan dalam pelaksanaan sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim. Hal tersebut diperoleh dengan cara melakukan pertemuan dengan lintas program (Surveilans, Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang, Penyehatan Permukiman dan Tempat-Tempat Umum, Pusat Penanggulangan Krisis, dan lain-lain), lintas sektor (Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian; Deputi Adaptasi Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup, BMKG) dan pakar (Unpad, ITB, UI, ITT Telkom). Untuk mempermudah pengolahan dan analisis data, dilakukan pembuatan program aplikasinya (termasuk GIS); mulai dari penentuan fitur, batasan disain dan implementasi, *data layer*, metode input sistem, dan *logic layer*, sampai dengan implementasi beberapa fungsionalitas.

## HASIL

#### *Rapid Assessment*

Responden yang diwawancarai adalah sebanyak 39 orang dari berbagai tingkat administratif (pusat, dan daerah) dengan pendidikan sangat bervariasi yaitu mulai dari D3 sampai dengan Pasca Sarjana. Status dan jabatan responden mulai dari Kepala puskesmas; penanggung jawab program di puskesmas, Staf program surveilans Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota sampai dengan Dinas Kesehatan Provinsi. Hampir semua responden mempunyai masa jabatan diatas 5 tahun. Ringkasan hasil wawancara adalah sebagai berikut:

- 1) Seluruh informan di keenam lokasi menyatakan bahwa penyelenggaraan surveilans yang telah dilakukan masih terbatas

pada penyakit menular, walaupun Kementerian Kesehatan telah menerbitkan acuan penyelenggaraan surveilans tidak hanya terhadap penyakit menular; tetapi termasuk penyakit tidak menular dan faktor risikonya (Surat Keputusan Menteri Kesehatan no 1479 tahun 2003). Hal ini disebabkan karena masih terbatasnya tenaga surveilans terutama di daerah (kabupaten/kota dan puskesmas). Bahkan di Kabupaten Serang, staf penyelenggara surveilans adalah tenaga rangkap yang tidak secara khusus mengerjakan surveilans.

- 2) Jenis penyakit menular yang dikumpulkan dalam surveilans adalah kolera, diare, diare berdarah, tifus perut, klinis, TBC paru BTA (+), tersangka TBC paru, kusta PB, kusta MB, campak, difteri, batuk rejan, tetanus, hepatitis klinis, malaria klinis, malaria vivax, malaria falsiparum, malaria, demam berdarah dengue (DBD), demam dengue (DB), pneumonia, sifilis, gonorrhoe, frambusia, filariasis, dan influenza. Beberapa dinas kabupaten/kota yang disurvei melakukan pengumpulan data keracunan.
- 3) Sumber data surveilans pada umumnya berasal dari puskesmas. Data dari rumah sakit atau laboratorium belum secara rutin dikumpulkan.
- 4) Pada umumnya responden menyatakan bahwa Sistem Kewaspadaan Dini KLB belum dilakukan secara baik dan terencana, hanya Sumatra Barat dan Donggala yang sudah melaksanakannya.
- 5) Beberapa kabupaten/kota menyatakan bahwa wilayahnya merupakan salah satu lokasi pengembangan program *early warning alert and respons*/sistem kewaspadaan dini (EWARS) yang dilakukan oleh Sub Dit Surveilans Dan Respons Kejadian Luar Biasa, Direktorat Surveilans, Imunisasi dan Karantina,

Kesehatan Masyarakat, Kementerian Kesehatan bersama dengan *World Health Organization* (WHO).

- 6) Hampir seluruh responden belum memahami dengan baik tentang perubahan iklim dan pengaruhnya terhadap kesehatan. Untuk pemegang program DBD, dalam analisis data kejadian penyakit telah mencoba menghubungkan dengan cuaca (musim).

#### Pengembangan Model/Sistem Surveilans

- 1) Ringkasan dari pertemuan lintas program adalah sebagai berikut:

- Direktorat Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang, Ditjen PP/PL, Kemenkes :

Meningkatnya kejadian penyakit tular vektor (malaria, DBD/DB) penyakit zoonosa (flu burung, antraks, leptospirosis, dan pes) berhubungan dengan terjadinya perubahan beberapa parameter iklim. Penyakit bersumber binatang dengan distribusi yang luas/berat adalah DBD/DB, filariasis; sedangkan penyakit dengan distribusi lokal adalah pes, *Japanese Encephalitis*, leptospirosis, dan hanta virus. Berdasarkan besaran masalah dan bubungannya dengan penyakit-penyakit tersebut dengan faktor cuaca/iklim maka diusulkan bahwa malaria dan DBD/DB perlu dimasukkan ke dalam sistem surveilans dampak perubahan iklim. Selama ini, data kedua penyakit tersebut merupakan data surveilans epidemiologi penyakit yang dikumpulkan secara rutin<sup>5</sup>.

- Direktorat Pengendalian Penyakit Menular Langsung Ditjen PP/PL, Kemenkes :

Penyakit menular langsung meliputi penyakit yang ditularkan melalui air

dan makanan (diare), penyakit yang ditularkan melalui udara (ISPA, pneumonia, ILI) berhubungan dengan variabilitas/ perubahan iklim. Untuk mendapatkan gambaran epidemiologi penyakit tersebut dan penentuan kebijakannya, selama ini untuk ISPA dilakukan dengan surveilans rutin, untuk penyakit pneumonia dan ILI dilakukan dengan surveilans sentinel<sup>6</sup>. Diusulkan penyakit yang perlu dimasukkan ke dalam sistem surveilans dampak perubahan iklim adalah diare, pneumonia, dan ILI; walaupun pneumonia dan ILI selama ini termasuk surveilans sentinel.

- Direktorat Bina Gizi, Ditjen Bina Gizi dan KIA :

Perubahan iklim berpengaruh terhadap produksi pertanian melalui perubahan siklus hidrologi, siklus perkembangan biakan predator hama, siklus musim tanam, struktur lahan. Semua itu berakibat pada meningkatnya potensi masalah gizi masyarakat, dan pada akhirnya dapat menimbulkan gangguan kesehatan karena menurunnya daya tahan tubuh<sup>7</sup>, Diusulkan perlunya status gizi untuk dimasukkan ke dalam sistem surveilans.

- Direktorat Pengendalian Penyakit Tidak Menular : (PTM)

Perubahan iklim dapat berpengaruh terhadap kejadian beberapa penyakit tidak menular, seperti kanker, katarak, penyakit paru obstruktif kronis, *stress*, dan kecelakaan. Selama ini penyelenggaraan surveilans PTM berbasis puskesmas dan rumah sakit, tetapi keberlangsungannya masih perlu ditingkatkan; sehingga PTM belum dapat dimasukkan ke dalam sistem surveilans dampak perubahan iklim<sup>8</sup>.

- Direktorat Surveilans, Imunisasi, Karantina dan Kesehatan Matra (Surveilans, Imkar Kesma):

Saat ini Sub Dit Surveilans bersama dengan *World Health Organization* (WHO) mengembangkan sistem kewaspadaan dini dan respons atau *early warning alert and respons system* (EWARS) yaitu suatu sistem pengamatan terhadap penyakit-penyakit (26 jenis penyakit menular) yang ber-potensi dapat menimbulkan kejadian luar biasa/KLB. Sistem ini dibangun untuk mencegah penularan penyakit dengan menemukan penyakit berpotensi menular lebih cepat, melaporkan hasil temuan tersebut kepada instansi terkait dengan cepat dan tepat, dan merespon dengan tepat. Dalam sistem EWARS, pengiriman laporan dari puskesmas ke Dinas Kesehatan Kab/Kota dilakukan dengan memanfaatkan SMS. Pada tingkat Kab/Kota telah dikembangkan *software* khusus sistem EWARS, dimana staf surveilans Kab/Kota dapat menganalisis data dari laporan puskesmas, melakukan umpan balik ke puskesmas, dan membuat laporan ke Dinas Kesehatan Provinsi dengan lebih mudah. Sampai tahun 2011, pengembangan sistem kewaspadaan dini telah dilakukan di 6 provinsi. Target pada tahun 2014, seluruh provinsi telah menerapkan sistem ini<sup>9</sup>. Diusulkan bahwa sistem surveilans dampak perubahan iklim merupakan pengembangan dari sistem EWARS/SKD, karena sistem ini dapat menjamin keberlangsungan pengiriman data secara terus menerus.

- 2) Ringkasan dari pertemuan lintas sektor adalah sebagai berikut:

- Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian telah mengembangkan

sistem deteksi dini dengan mengaktifkan Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG) serta melakukan Penanganan Daerah Rawan Pangan (PDRP) <sup>10</sup>; maka diusulkan agar model/sistem surveilans dampak perubahan iklim *link* dengan SPKG.

- Deputi Adaptasi Perubahan Iklim Kementerian Lingkungan Hidup: disamping telah menyusun kebijakan nasional untuk mengantisipasi dan menghadapi dampak perubahan iklim, juga telah melakukan kajian kerentanan dan strategi adaptasi sektor kesehatan (studi kasus di Sumatera Selatan) <sup>11</sup>; sehingga diusulkan agar hasil analisis data dalam model/sistem surveilans dampak perubahan iklim dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan upaya dan strategi dalam adaptasinya.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum:
 

Direktorat Pengembangan Air minum : Perubahan pola curah hujan berpengaruh terhadap siklus hidrologi, peningkatan suhu permukaan bumi akan meningkatkan laju penguapan air. Untuk menilai besarnya perubahan yang terjadi, perlu adanya monitoring variabel untuk menilai perubahan tersebut. Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman: Sanitasi (air limbah, persampahan dan drainase) merupakan infrastruktur pendukung utama perlindungan air baku dan sangat erat kaitannya dengan adaptasi kesehatan masyarakat <sup>12</sup>. Diusulkan agar dalam surveilans dampak perubahan iklim, memasukkan data faktor risiko kualitas air tanah, air baku air minum.
- Direktorat Pesisir dan Lautan, Kementerian Kelautan:

Perubahan iklim di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil berdampak terhadap ekosistem terumbu karang yang menjadi *fishing ground* dan *nursery ground* ikan yang hidup di wilayah itu. Ikan-ikan yang hidup di daerah karang akan mengalami penurunan populasi. Beberapa wilayah pesisir misalnya Semarang, Tanjung Priok, Jepara, Batam, Kupang, Biak, dan Sorong mengalami kenaikan muka air laut sebesar 5 sampai 10 mm/tahun. Naiknya permukaan laut akan menghancurkan kawasan permukiman nelayan yang berlokasi di desa-desa pesisir <sup>13</sup>. Diusulkan agar dalam surveilans dampak perubahan iklim, memasukkan variabel tinggi muka air laut.

- Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara BMKG:

Peran BMKG dalam upaya mitigasi maupun adaptasi dampak perubahan iklim cukup strategis, karena identifikasi dampak kesehatan perubahan iklim terhadap kesehatan tidak lepas dari data iklim ; dimana BMKG adalah salah satu institusi yang mempunyai peran cukup besar dalam menyediakan data dan informasi tentang iklim dan perubahannya dari waktu ke waktu <sup>14</sup>. Diusulkan, untuk variabel yang dapat dimasukkan ke dalam sistem surveilans adalah variabel yang dapat dijamin kontinuitasnya; meliputi curah hujan, hari hujan, suhu permukaan bumi, dan kelembaban.

- 3) Ringkasan dari pertemuan dengan pakar menunjukkan bahwa: berdasarkan kajian Pusat Perubahan Iklim ITB dan Universitas Padjadjaran Bandung, tentang kerentanan dan risiko di Kota Tarakan, Sumatera Selatan, dan Malang Raya menunjukkan bahwa kerentanan pe-

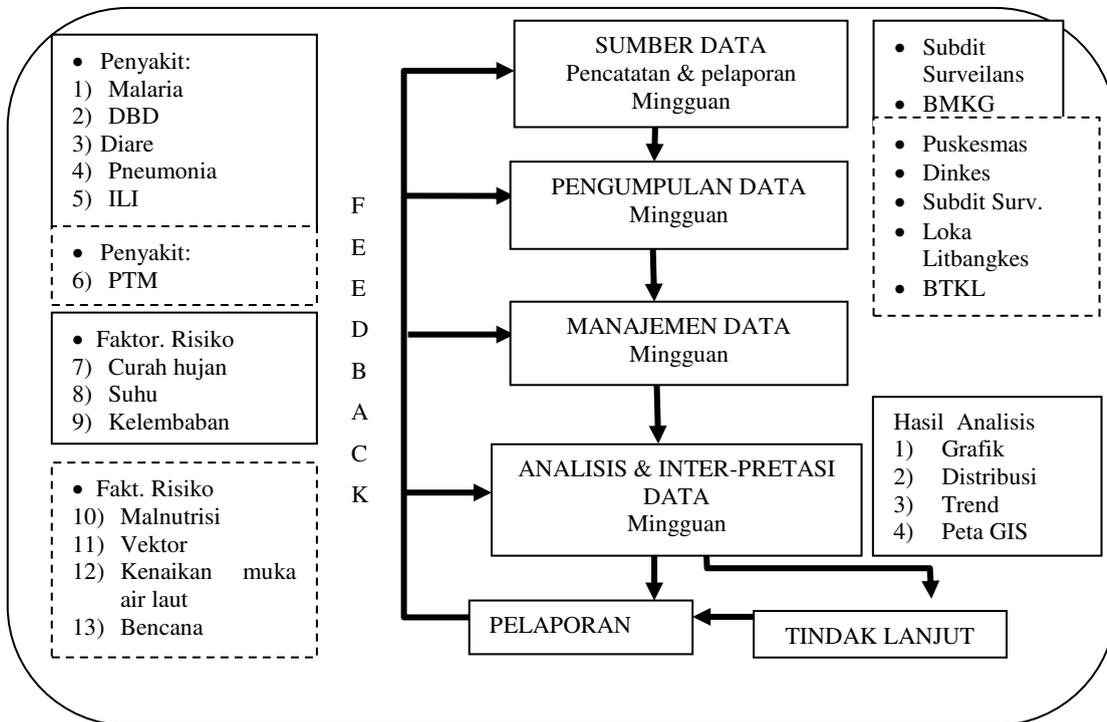
nyakit DBD bersifat lokal spesifik dan untuk kepentingan analisis data untuk pembuktian hubungan antara pola penyakit dengan perubahan iklim tidak hanya data penyakit dan iklim tetapi juga diperlukan data faktor risiko secara kontinyu (*time series* dalam kurun waktu yang panjang). Para pakar (ITB, Unpad, UI) mengusulkan bahwa pengumpulan data dalam surveilans dilakukan minimal setiap bulan dengan sumber data adalah puskesmas. Cara pengolahan, analisis dan interpretasi data diusulkan dengan korelasi statistik, regresi (stokastik), dan model deterministik

Dari pertemuan lintas program dan lintas sektor serta pakar bidang surveilans, epidemi penyakit dan iklim disepakati bahwa variabel jenis penyakit yang akan dimasukkan ke dalam sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim adalah penyakit menular yang telah diketahui mekanisme hubungannya dengan variabilitas dan perubahan iklim, serta dapat dijamin keberlangsungan pengumpulan datanya. Dari pertemuan tersebut juga disepakati untuk efisiensi biaya dan sumber daya, sistem yang dibangun merupakan pengembangan dari sistem yang selama ini telah berjalan. Sesuai dengan tujuannya juga, maka sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim merupakan pengembangan dari sistem kewaspadaan dini/SKD yang telah berjalan saat ini. Model/sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim merupakan model/sistem surveilans yang dibangun dalam rangka mengamati pola penyakit yang dikaitkan dengan adanya perubahan variabel iklim. Sesuai dengan definisinya bahwa surveilans tidak hanya pencatatan dan pelaporan, tetapi analisis yang kemudian diseminasikan kepada pihak-pihak yang bertanggungjawab dalam pencegahan penyakit dan masalah kesehatan lainnya<sup>15)</sup>. Dalam surveilans penyakit dilakukan pemantauan terus menerus kejadian/kecenderungan pe-

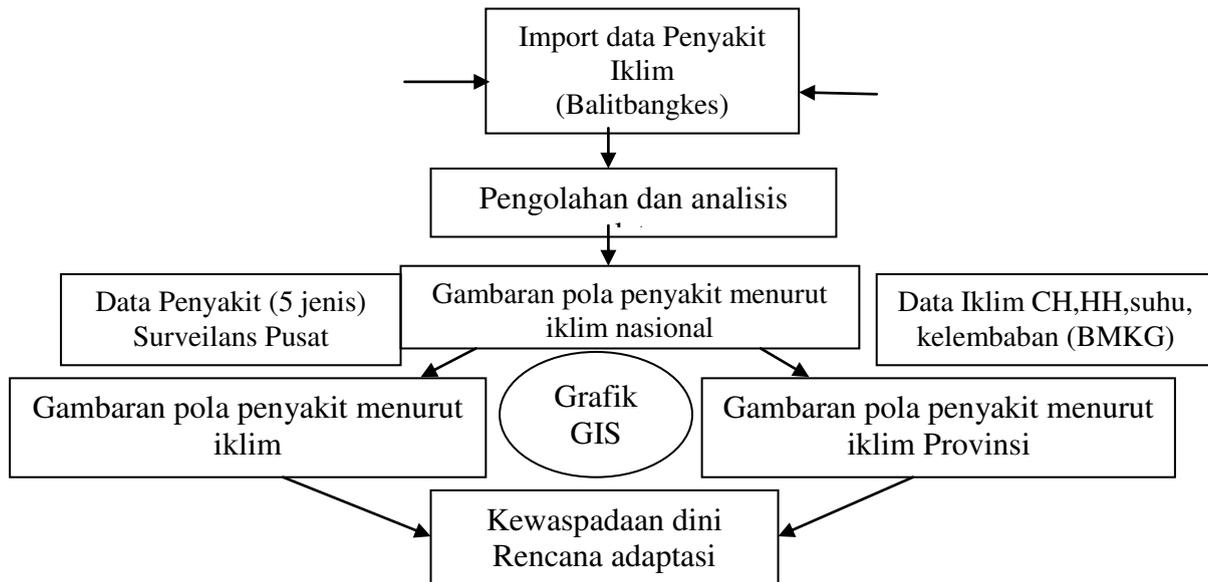
nyakit, mendeteksi dan memprediksi *out-break* pada populasi, serta mengamati faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian penyakit, seperti perubahan-perubahan biologis pada agen, vektor, dan reservoir.

Pengaruh perubahan iklim terhadap suatu penyakit pada umumnya terjadi secara tidak langsung, yaitu melalui faktor risiko seperti vektor, iklim, air minum, udara. Mengingat keterbatasan sumberdaya yang tersedia, tidak memungkinkan seluruh variabel penyakit, iklim, maupun faktor risiko dimasukkan dalam model/sistem ini. Pada tahap awal, data yang dikumpulkan adalah data penyakit yang meliputi DBD, malaria, diare, ILI, dan pneumonia serta data iklim yang meliputi suhu permukaan bumi (untuk kab/kota dimana terdapat stasiun BMKG) dan curah hujan (hari hujan) (Gambar 1.). Sumber data penyakit berasal dari sistem EWARS (pelaporan pustu/bidan desa yang dilaporkan kepada puskesmas, kabupaten/kota, provinsi, sampai dengan pusat, melalui SMS/email secara mingguan), dan data iklim berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika (BMKG) dengan interval waktu mingguan sesuai dengan EWARS. Alur dan format pengiriman data dari tingkat yang paling rendah (pustu/bidan desa) sesuai dengan sistem EWARS. Penyakit tidak menular dan faktor risiko vektor, malnutrisi, kenaikan muka air laut, bencana (garis putus) untuk sementara tidak termasuk ke dalam variabel yang dikumpulkan saat ini.

Alur dan format pengiriman data penyakit dari tingkat yang paling rendah (pustu/bidan desa) sesuai dengan sistem EWARS. Alur pengiriman data penyakit dalam surveilans dampak kesehatan perubahan iklim, dimulai dari hasil surveilans penyakit tingkat pusat dan hasil pengumpulan data di Pusat *Data Base* BMKG (Gambar 2.)



**Gambar 1. Kerangka konsep model/sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim**



**Gambar 2. Alur data dan informasi surveilans dampak kesehatan perubahan iklim**

Kegiatan pengiriman sampai dengan pengolahan data, model/sistem ini telah dilengkapi *software* input dan pengolahan data. Untuk mempercepat penyebaran informasi serta untuk memudahkan tukar menukar dan memperbaharui informasi diantara pakar

maupun pengambil kebijakan, model/sistem dibangun berdasarkan web yang dapat ditayangkan secara *online*. Hasil pengolahan data berupa informasi dalam bentuk grafik *overlay* antara variabel penyakit (DBD, malaria, diare, pneumonia, dan ILI) GIS

dengan variabel iklim (suhu dan curah hujan) dan peta) yang rencananya akan ditayangkan secara *online*. Untuk memberikan panduan bagi pengguna, model/sistem ini dilengkapi dengan buku Pedoman Surveilans Dampak Kesehatan Perubahan Iklim dan Panduan Pengguna Aplikasi Surveilans Dampak Kesehatan Perubahan Iklim.

## PEMBAHASAN

Dari hasil *rapid assessment* diketahui bahwa hampir di semua lokasi penelitian belum mempunyai sistem surveilans untuk dampak perubahan iklim. Hanya sebagian kecil responden yang merasa perlu adanya surveilans dampak perubahan iklim. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh masih terbatasnya pemahaman petugas kesehatan tentang perubahan iklim dan hubungannya dengan kejadian penyakit, sehingga kebijakan yang dikeluarkan masih belum mempertimbangkan kondisi dari dampak terjadinya perubahan iklim. Hasil penelitian Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat menunjukkan bahwa masih sedikit petugas kesehatan yang memahami perubahan iklim dan pengaruhnya terhadap kesehatan<sup>4</sup>.

Perubahan iklim yang sedang terjadi dengan segala konsekuensi dampaknya tidak dapat dihindari. Dalam *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap (ICCSR)* telah diidentifikasi permasalahan dampak langsung maupun tidak langsung perubahan iklim di Indonesia, yang dapat menyebabkan meningkatkan kesakitan dan kematian<sup>16</sup>. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka sistem surveilans dampak perubahan iklim tidak hanya memasukkan variabel penyakit dan iklim tetapi juga faktor risiko yang dapat menimbulkan penyakit seperti status gizi, data vektor, kualitas air baku air minum, tinggi muka air laut dan lain-lain. Hal ini sesuai dengan usulan dari lintas program maupun lintas sektor serta dari pakar, tetapi

data-data tersebut di hampir seluruh kabupaten/kota masih belum dikumpulkan secara rutin; sehingga belum memungkinkan dimasukkan ke dalam sistem surveilans ini. Untuk sementara variabel penyakit yang dikumpulkan adalah 5 jenis, yaitu malaria, DBD/DB, diare, pneumonia, dan diare. Hal ini sesuai dengan hasil kajian badan kesehatan dunia/WHO yang menyebutkan bahwa penyakit yang sensitif terhadap perubahan iklim, yaitu malaria, DBD, dan kholera/diare<sup>17</sup>.

Peningkatan suhu global dapat berpotensi memperburuk kondisi pencemaran udara, sehingga diduga dapat meningkatkan kejadian penyakit terkait pernafasan<sup>1)</sup>. Perubahan iklim juga diperkirakan akan mengubah konsentrasi dan distribusi bahan pencemar seperti partikel di udara ambien termasuk *aero allergen* seperti spora, serbuk sari, dan jamur. Bahan pencemar tersebut merupakan faktor risiko yang menyebabkan peningkatan insiden penyakit pernapasan, seperti obstruktif kronis penyakit paru (PPOK), asma dan bronkitis<sup>18</sup>. Terjadinya penyakit infeksi ditularkan melalui air juga telah dikaitkan dengan peristiwa cuaca ekstrim<sup>19)</sup>. Hasil studi di Peru menunjukkan bahwa setiap peningkatan suhu udara 1°C pada musim kemarau diikuti dengan peningkatan kasus diare sebesar 4%; sedangkan pada musim hujan, peningkatannya menjadi 12%. Hasil studi di Fiji, setiap peningkatan 1°C dapat meningkatkan kasus sebesar 3%<sup>20</sup>.

Data penyakit dan iklim yang dikumpulkan dalam surveilans dampak kesehatan perubahan iklim berasal dari sumber yang berbeda, dan pengolahan serta analisis data merupakan *overlay* dari kedua jenis data tersebut; sehingga ketepatan waktu pengiriman data perlu menjadi perhatian. Penyajian data penyakit kurang memberi arti apabila tidak disertai data iklim. Demikian juga kelengkapan data yang dikirimkan, oleh karena itu petugas surveilans dampak pe-

rubahan iklim sedapat mungkin harus selalu memonitor untuk menjaga kelengkapannya.

Dalam penyelenggaraannya, surveilans tidak hanya sekedar mengumpulkan data ; tetapi pengolahan, analisis, dan interpretasi data secara sistematis dan terus menerus serta penyebaran informasi kepada unit yang membutuhkan sehingga dapat segera menentukan kebijakan atau upaya mitigasi /adaptasi. Selama pengembangan sistem ini, pengolahan dan analisis data dengan *software* yang telah dibuat dan untuk distribusi informasi melalui situs web yang telah dibangun telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan (yaitu sesuai dengan pedoman yang telah disusun). Hasil sosialisasi di daerah menunjukkan bahwa, petugas kesehatan dapat memahami hasil yang ditampilkan.

Berdasarkan *software* tersebut, gambaran penyakit maupun hasil *overlay* dengan penyakit dengan cepat diketahui. Informasi gambaran pola penyakit DBD, malaria, diare, ILI dan pneumonia, dan hasil *overlay* dengan curah hujan, hari hujan, suhu, dan kelembaban dapat terdistribusi dengan cepat, karena telah ditayangkan secara *online*. Sistem ini belum teruji untuk waktu yang lebih panjang, bagaimana kontinuitas pengiriman data dari daerah ke surveilans pusat, maupun dari surveilans pusat ke sistem surveilans dampak perubahan iklim serta kendala lain seperti *software* pengolahan data dan penyebaran informasinya ; padahal tujuan utama dibangunnya sistem surveilans dampak perubahan iklim adalah pengumpulan dan analisis data dan penyebaran informasinya secara lengkap dari waktu ke waktu. Untuk sementara, model/sistem surveilans ini hanya memberikan informasi pola penyakit dengan iklim, belum dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara kejadian penyakit dengan berubahnya parameter iklim. Untuk mengetahui korelasi, regresi (stokastik), dan model deterministik) antara data penyakit dengan iklim seperti

yang diusulkan pada pertemuan dengan pakar; masih memerlukan data penunjang maupun data faktor risiko dan analisis lebih lanjut.

## KESIMPULAN

- Telah dibangun model/sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim yang dapat memberikan informasi bagaimana kondisi penyakit dengan terjadinya perubahan iklim . Model/sistem tersebut dibangun berdasarkan kesepakatan (hasil diskusi) lintas program terkait perubahan iklim di lingkungan Kementerian Kesehatan (Direktorat Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang, Direktorat Pengendalian Penyakit Menular Langsung, Direktorat Bina Gizi, Ditjen Bina Gizi dan KIA, Direktorat Surveilans, Imkar Kesma), lintas sektor (Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian, Deputi Adaptasi Perubahan Iklim Kementerian Lingkungan Hidup, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Pesisir dan Lautan, Kementerian Kelautan, Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara BMKG), dan pakar (ITB, Unpad, UI).
- Variabel penyakit yang masuk ke dalam sistem adalah : malaria, DBD, diare, pneumonia, dan *influenza like illness*, dan variabel iklim adalah: curah hujan, hari hujan, suhu, dan kelembaban.
- Sumber data surveilans, untuk penyakit berasal dari laporan sistem kewaspadaan dini dan respons atau *early warning alert and respons* (EWARS) Sub Direktorat Surveilans, Imkar Kesma, Kemenkes; dan data iklim berasal dari Pusat *Data Base* BMKG.
- Frekuensi pengumpulan data: mingguan
- Cara pengumpulan/pengiriman data penyakit maupun iklim: melalui email

- Hasil pengolahan data berupa grafik distribusi penyakit, grafik *overlay* penyakit dengan iklim, dan peta GIS.
- Sistem surveilans dampak kesehatan perubahan iklim dilengkapi dengan 2 buku pedoman, yaitu untuk penyelenggaraan pedoman mengacu pada Pedoman Surveilans Dampak Kesehatan Perubahan Iklim, dan Panduan Aplikasi Surveilans Dampak Kesehatan Perubahan Iklim.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Kepala Badan Litbang Kesehatan dan Bapak Kepala Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan masukan dalam pelaksanaan penelitian/pengembangan ini. Tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada Direktur Pengabdian Masyarakat ITT Telkom – Bandung, Kepala Sub Direktorat Surveilans Dit Imkar Kesma Ditjen PP dan PL, Kepala Pusat *Data Base* Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, serta seluruh tim yang membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR RUJUKAN

1. IPCC. Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Report of IPCC. Geneva. 2007; 85 – 107.
2. Epstein, P. R.. Climate change and emerging infectious diseases. *Microbes Infect.* 2001, 3 (9); 747- 754.
3. Patz, J.A. dkk. The Potential Health Impacts of Climate Variability and Change for The United States: Executive Ssummary of The Report of the Health Sector of the U.S. National Assessment. *Environmental Health Perspectives.* 2000; 108(4): 367–376.
4. Badan Litbang Kesehatan. Penelitian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pola Penyakit Di Beberapa Provinsi Di Indonesia. Laporan Akhir. Jakarta. 2010; 1 – 148.
5. Kusriastuti, Rita. Penyelenggaraan Surveilans Dan Masalah Penyakit Bersumber Binatang. Makalah Pertemuan Lintas Program. Direktorat P2B2, Kementerian Kesehatan. Jakarta; 2011.
6. Bratasena, Arie. Penyelenggaraan Surveilans dan Masalah Penyakit Menular Langsung Terkait Perubahan Iklim di Indonesia. Makalah Pertemuan Lintas Program. Direktorat Pengendalian Penyakit Menular Langsung. Jakarta, 2011.
7. Direktur Bina Gizi. Surveilans Gizi Terkait Perubahan Iklim. Makalah Pertemuan Lintas Program. Direktur Bina Gizi Kemenkes. Jakarta; 2011.
8. Direktur Pengendalian Penyakit Tidak Menular. Surveilans Penyakit Tidak Menular Terkait Perubahan Iklim. Makalah Pertemuan Lintas Program. Direktur Pengendalian Penyakit Tidak Menular Kemenkes. Jakarta; 2011.
9. Santoso, Hari. Sebuah Pemikiran: Penyelenggaraan Surveilans Masalah Kesehatan Terkait Perubahan Iklim. Makalah Pertemuan Lintas Program. Subdit Surveilans, Ditjen PP dan PL. Kemenkes. Jakarta; 2011.
10. Badan ketahanan Pangan. Ketahanan Pangan Di Indonesia : Adaptasi Dan Upaya Menghadapi Perubahan Iklim. Makalah Pertemuan Lintas Sektor Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian. Jakarta; 2011.
11. Asdep Adaptasi Perubahan Iklim. Peran Kemeterian Lingkungan Hidup Dalam Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Kesehatan. Makalah Pertemuan Lintas Sektor. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta; 2011.
12. Abdi Chalik, Alex. Masalah Air Minum dan Perukuman terkait Perubahan Iklim dan Upaya Antisipasinya. Makalah Pertemuan Lintas Sektor. Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta; 2011.
13. Disosaptono, S. Mitigasi Dan Adaptasi Perubahan Iklim Di Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil. Makalah Pertemuan Lintas Sektor. Direktorat Pesisir dan Lautan. Jakarta; 2011.
14. Aldrian, E. Peran Sektor BMKG Dalam Mendukung Adaptasi Di Sektor Kesehatan. Makalah Pertemuan Lintas Sektor. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta; 2011.
15. Teutsch, S.M., and R.E. Churchill. Principles and Practice of Public Health Surveillance. New York: Oxford University Press. New York; 2000.

16. Bappenas. Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap. Jakarta; 2010.
17. WHO. Using Climate to Predict Disease Outbreak: A Review. WHO/SDE/OEH/04.01.2004
18. Gross, J.. The severe impact of climate change on developing countries. *Medicine and Global Survival*. 2002; 7(2): 96-100.
19. Charron dkk. Vulnerability of Waterborne Diseases to Climate Change in Canada: A review. *Journal Of Toxicology and Environmental Health*. 2004; A67 (20-22): 1667 – 1677
20. Singh RBK, Hales S., de Wet N. The Influence Climate Variation and Change on Diarrhoeal Disease in the Pacific Island. *Environmental Health Perspective*; 2002, 109(2):155 - 159