

**LAPORAN EKSEKUTIF HASIL PENELITIAN
HIBAH PENELITIAN PASCASARJANA - HPTP
(HIBAH PASCA)**



**Pemodelan dan Simulasi Matematika
Pengendalian Epidemi DBD
di Wilayah Bandung dan Sekitarnya**

Oleh:

Prof. Dr. Edy Soewono
Dr. Kuntjoro A. Sidarto
Dr. Asep K. Supriatna

Dibiayai oleh DP2M-DIKTI
Surat Perjanjian Nomor: 013/SP2H/PP/DP2M/III/2007 Tanggal 29 Maret 2007
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Departemen Pendidikan Nasional

**Institut Teknologi Bandung
2007**

Pemodelan dan Simulasi Matematika Pengendalian Epidemii DBD di Wilayah Bandung dan Sekitarnya ¹

Oleh

Prof. Dr. Edy Soewono
Dr. Kuntjoro Adji Sidarto
Dr. Asep K. Supriatna

I. Permasalahan dan Tujuan Penelitian

Program pengendalian epidemi, khususnya untuk penyakit-penyakit yang ditransmisikan oleh vektor, telah menjadi prioritas utama WHO dan departemen kesehatan di banyak negara selama satu dasawarsa terakhir ini, terutama epidemi penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Setiap tahun penyakit ini selalu melahirkan kasus Kejadian Luar Biasa (KLB) di berbagai daerah di Indonesia.

Sejak tahun 1962, penanganan pencegahan ataupun penanggulangan demam berdarah ini telah difokuskan pada pemberantasan nyamuk perantara *Aedes Aegypti*. Namun demikian kita pahami, upaya penanggulangan epidemi DBD di Indonesia masih jauh dari memuaskan. Berbagai kendala seperti minimnya anggaran pemerintah untuk penanggulangan epidemi, keterbatasan infrastruktur, minimnya data dan informasi, serta rendahnya tingkat pendidikan aparat kesehatan menjadi penyebab utama keterbelakangan kita dalam penanggulangan epidemi DBD. Upaya untuk mencari dan melengkapi informasi yang berkaitan dengan epidemi DBD perlu dilakukan secepatnya.

Matematika, khususnya pemodelan Matematika, telah banyak terbukti dalam membantu pemahaman fenomena transmisi epidemi yang kompleks dan dalam mengidentifikasi keterkaitan penyebaran DBD dengan berbagai parameter demografi, entomologi dan epidemiologi. Dengan banyaknya kendala, baik teknis, lapangan dan pendanaan, pemodelan Matematika menjadi sangat penting untuk mensimulasikan berbagai skenario pengendalian epidemi DBD, memilih strategi untuk mencapai target yang optimum, serta memberikan pilihan alternatif yang realistis untuk implementasi program vaksinasi di masa depan.

Dalam penelitian yang diusulkan ini akan dirumuskan dan disimulasikan model-model matematika untuk penanggulangan DBD dengan mempertimbangkan aspek-aspek penting di lapangan dan data penderita DBD khususnya di Kodya Bandung & sekitarnya.

¹ Penelitian dibiayai melalui Hibah Tim Penelitian Pascasarjana, tahun anggaran 2007, Rp 50.000.000,00

Pada tahun pertama, fokus penelitian ditujukan pada pemodelan dan simulasi penyebaran DBD dengan dua strain virus Dengue, estimasi *basic reproduction number*, estimasi jumlah *carrier* virus DBD, struktur diskrit usia dan kajian strategi pemberian dan efektivitas vaksinasi.

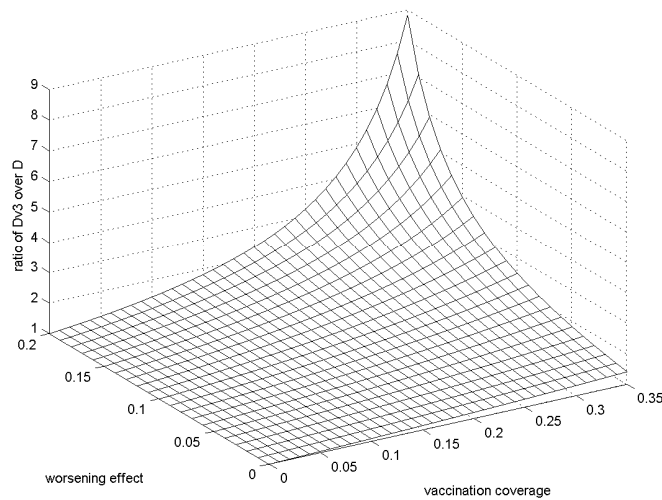
Pada tahun ke dua akan dilakukan pemetaan wilayah epidemi DBD di Kodya Bandung dan sekitarnya dengan memperhatikan struktur dengan rincian informasi kajian hasil tahun pertama.

Pada tahun pertama penelitian dilakukan dengan membagi proses pemodelan dalam dua masalah, yakni

1. Pemodelan SIR satu virus dengan struktur usia (dewasa dan anak) dengan/tanpa vaksinasi.
2. Pemodelan SIR dua virus dengan melibatkan efek vaksinasi. Skenario vaksinasi yang dipilih pada model ini adalah vaksinasi random. Skenario vaksinasi random ini dipilih karena pada kenyataannya tidaklah mudah membedakan populasi penderita DB yang tidak menunjukkan gejala (asimtomatik) dengan populasi manusia yang sehat dan dapat terinfeksi. Oleh sebab itu pada penerapan skenario ini diperhatikan efek penambahan periode infeksi pada penderita asimtomatik serta efek memperburuk keadaan apabila vaksin diberikan pada manusia yang sebelumnya pernah terinfeksi virus DB kemudian sembuh dan divaksin. **Tujuan dari konstruksi model ini adalah untuk melihat seberapa jauh efek vaksinasi random berpengaruh dalam populasi.** Pengaruh ini dilihat dari analisis *basic reproduction number* R_0 setelah vaksinasi bila dibandingkan dengan R_0 sebelum vaksinasi. Analisis numerik dinamika tiap sub-populasi untuk jangka waktu tertentu. Analisis koeksistensi dua virus serta kestabilan titik ekuilibrium model. Serta perbandingan rasio kompartemen penderita sebelum dan setelah vaksinasi. Sedangkan **manfaat penelitian adalah diketahuinya suatu batas laju vaksinasi per kapita per hari yang mungkin dikenakan pada populasi untuk skenario random ini, sehingga apabila nantinya vaksin DB telah tersedia di pasaran masukan ini dapat menjadi salah satu pertimbangan strategi pemberian vaksin DB.**

II. Inovasi IPTEKS

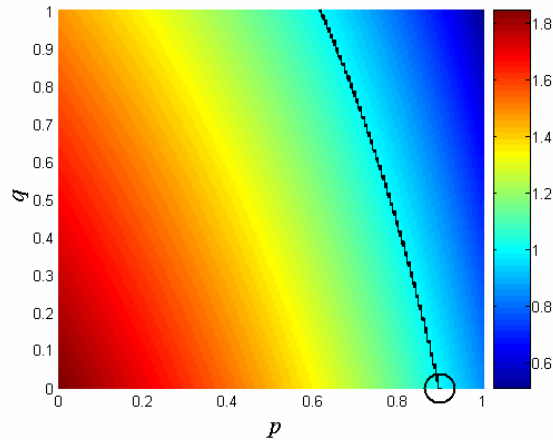
Penelitian ini menghasilkan dua model matematika. Model pertama memodelkan transmisi penyakit Dengue dalam populasi yang melibatkan dua strain virus Dengue dan vaksinasi random. Model ini memakai sistem persamaan diferensial biasa berdimensi 12 (dua belas). Efek yang diperhatikan dari penerapan skenario vaksinasi random ini adalah periode infeksi yang lebih lama untuk vaksin yang dikenakan pada sub populasi infeksi pertama maupun infeksi ke dua. Efek ini dinyatakan dalam parameter *worsening effect* (w).



Gambar 1. Rasio kompartemen D sesudah dan sebelum vaksinasi terhadap parameter proporsi vaksinasi dan *worsening effect*

Gambar 1 menjelaskan bahwa makin besar proporsi vaksinasi untuk nilai *worsening effect* tertentu, maka makin tinggi pula rasio kompartemen D sesudah dan sebelum vaksinasi (kompartemen D merupakan kompartemen individu yang mempunyai imunitas terhadap kedua strain virus Dengue). Hal ini mengakibatkan skenario vaksinasi ini tidak efektif untuk diterapkan.

Model kedua memodelkan transmisi penyakit Dengue dengan memasukkan struktur usia diskrit (anak-anak dan dewasa) dan vaksinasi pada *intake susceptible* anak-anak dan dewasa. Model kedua ini merupakan sistem persamaan diferensial biasa berdimensi 9 (sembilan). Dari model ini didapat strategi vaksinasi bahwa sebaiknya vaksinasi dikenakan pada kelas anak-anak.



Gambar 2. Peta kontur *basic reproduction number* terhadap proporsi vaksinasi di kelas anak-anak (p) dan kelas dewasa (q)

Basic reproduction number adalah sebuah ambang batas penting dalam epidemiologi. Ambang batas ini menentukan apakah akan terjadi wabah atau tidak jika di dalam populasi virgin terjadi suatu infeksi. Gambar 2 di atas memberikan sebuah simulasi *basic reproduction number* terhadap proporsi vaksinasi p dan q . Kurva di dalamnya membagi persegi p - q menjadi 2 daerah, yaitu yang *basic reproduction number*nya lebih besar dari satu (sebelah kiri) dan yang *basic reproduction number*nya lebih kecil dari satu (sebelah kanan). Sedangkan legenda di kanan menunjukkan daerah nilai *basic reproduction number*.

Misalkan biaya vaksinasi untuk anak-anak dan dewasa sama. Simulasi dalam Gambar 2 menunjukkan bahwa strategi vaksinasi efektif untuk mengurangi *basic reproduction number* kurang dari satu terjadi jika proporsi vaksinasi terletak dalam lingkaran dan dalam daerah *basic reproduction number* yang kurang dari 1 (satu). Ini mengakibatkan bahwa populasi anak sebaiknya divaksinasi lebih banyak dari populasi dewasa.

III. Kontribusi terhadap Pembangunan

Melalui model matematika yang dihasilkan didapat pertimbangan ilmiah untuk menentukan strategi vaksinasi yang efisien dan tepat guna, sehingga dapat menghemat anggaran belanja untuk vaksinasi.

IV. Manfaat bagi Institusi

Penelitian ini memberikan penguatan subgrup BioMatematika dalam Kelompok Keahlian Matematika Industri dan Keuangan FMIPA ITB dan Departemen Matematika FMIPA Unpad. Kegiatan diseminasi yang dilakukan selama penelitian ini juga membuka/memperkuat jalan kerja sama dengan lembaga lain, seperti Dinkes Bandung, Lembaga Biologi Molekul Eijkman (Jakarta), Litbangkes (Jakarta) dan United States Naval Medical Research Unit 2 (Jakarta).

Penelitian ini melibatkan 3 (tiga) orang mahasiswa S3 (dua orang dari Prodi Matematika FMIPA ITB dan satu orang dari Dept. Matematika FMIPA Unpad) dan seorang mahasiswa S2 ITB (Prodi Matematika FMIPA ITB).

Seorang mahasiswa S2 ITB yang terlibat penelitian ini sudah lulus, yaitu Husty Serviana Husain (NIM: 20105011). Judul tesis yang ditulisnya adalah "Model Penyebaran Penyakit Kaki Gajah Di Kelurahan Jati Sampurna"

V. Publikasi Ilmiah

A. Diseminasi

- *South East Asia Mathematical Society (SEAMS) Conference*
Penyelenggara: Departemen Matematika FMIPA UGM
Lokasi: Universitas Gadjah Mada
Waktu: Juli 2007
- *International Conference on BioMathematics 2007 (ICOBM 2007)*
Penyelenggara: Kelompok Keahlian Matematika Industri dan Keuangan FMIPA ITB dan Departemen Matematika FMIPA Unpad
Lokasi: Aula Barat ITB
Waktu: 27 – 29 Agustus 2007
- *Open Sciences Meeting 2007*
Penyelenggara: Lembaga Biologi Molekul Eijkman (Jakarta) dan KNAW (Belanda)
Lokasi: Mercure Sanur Resort, Bali
Waktu: 18 - 20 November 2007

B. Artikel

- Satu buah artikel akan disubmit dalam *Bulletin of the Australian Mathematical Society*.
- Satu buah artikel akan disubmit dalam *Mathematical and Computer Modelling*.

ABSTRAK

MODEL PENYEBARAN PENYAKIT KAKI GAJAH
DI KELURAHAN JATI SAMPURNA

Oleh
HUSTY SERVIANA HUSAIN
NIM : 20105011

Filariasis Limfatik atau penyakit Kaki Gajah diidentifikasi sebagai penyebab kecacatan menetap dan berjangka lama terbesar kedua di dunia. *Filariasis* adalah infeksi oleh cacing parasit yang ditularkan oleh berbagai jenis nyamuk dan berdampak pada kerusakan sistem limfa di tubuh manusia. Penelitian difokuskan di Kelurahan Jati Sampurna (Bekasi, Jawa Barat) yang merupakan daerah endemik filariasis dengan prevalensi mikrofilaremia 6.2 % pada Desember 2000-2001. Dinas Kesehatan Jawa Barat telah melakukan antisipasi dengan cara pemeriksaan darah jari dan pengobatan massal. Pada tesis ini dikaji tentang dinamika populasi dan model penyebaran Penyakit Kaki Gajah di Kelurahan Jati Sampurna. Dua model matematika dikaji pada tesis ini, model pertama mengasumsikan tanpa pengobatan sementara model kedua mengasumsikan pemeriksaan darah jari dan pengobatan. Dilanjutkan dengan pencarian *basic reproduction number* (R_0) untuk melihat akibat dari faktor yang dapat dikontrol dan tidak dapat dikontrol dimana hal ini berpengaruh terhadap tingkat endemisitas. Simulasi numerik dengan banyaknya pemeriksaan darah jari dan *recruitment rates* nyamuk yang berbeda-beda ditampilkan sebagai ilustrasi.

Kata kunci. *Filariasis, basic reproduction number.*