

Simulasi Dampak Perubahan Iklim di DKI Jakarta yang Diakibatkan oleh Penggunaan Bahan Bakar Minyak Terhadap Sumber Daya Air dan Kasus Penyakit

Lina Warlina ¹⁾

Sri Listyarini ²⁾

^{1) 2)} Dosen Universitas Terbuka Program Studi PWKL
Jl. Cabe Raya, Pondok Cabe
Telpon (021) 7490941 ext. 2425
E-mail : warlina@ut.ac.id

Abstrak

Saat ini, telah terjadi perubahan iklim yang dapat berdampak terhadap kehidupan, misalnya, adanya pergeseran musim, peningkatan suhu dan penambahan tinggi permukaan laut. Secara tidak langsung, perubahan iklim juga akan berdampak terhadap sumber daya air dan kasus penyakit. Penelitian ini menggunakan model sistem dinamik, karena penelitian mengenai perubahan iklim sulit dilakukan dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis kondisi dampak turunan perubahan iklim terhadap sumber daya air dan kasus penyakit yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar minyak (BBM) dengan membuat model menggunakan sistem dinamik. Sebelum simulasi dilakukan, model divalidasi dan diuji sensitivitasnya dengan cara uji validasi output yaitu uji statistik dengan AME (Absolute Means Error) untuk melihat penyimpangan nilai simulasi dan nilai empiris. Simulasi terhadap jumlah kendaraan dan penggunaan BBM menunjukkan bahwa dampak perubahan iklim terhadap sumber daya air dan kasus penyakit cukup signifikan. Diharapkan Pemerintah DKI Jakarta dapat memberlakukan kebijakan pengurangan jumlah kendaraan pribadi dan menyediakan fasilitas transportasi massal serta penghematan penggunaan BBM untuk mengurangi dampak perubahan iklim.

Kata kunci: Bahan Bakar Minyak (BBM), kasus penyakit, model sistem dinamik, perubahan iklim, simulasi, sumber daya air

Abstract

At present, there have been climate changes that might impact on the lifes, for example, the shift of the season, rising temperatures and increasing sea level. Indirectly, climate change will also impact on water resources and the cases of the disease. This study uses a model of dynamic system, because the research on climate change is difficult and takes a long time. The purpose of this study was to analyze the impact of derivative conditions of climate change on water resources and the cases of disease caused by the use of fuel oil by creating a model using a dynamic system. Before the simulation is created, the model is validated and tested for sensitivity to the test method validation output is a statistical test with AME (Absolute Error Means), to see the deviation value of simulation and empirical values.. Simulation of the number of vehicles and fossil fuel usage shows that the impacts of climate change on water resources and significant cases of the disease. The Jakarta administration is expected to apply a policy of reducing the number of private vehicles by providing mass transportation facilities and prudent in the fossil fuel usage to reduce the impacts of climate change.

Key words: cases of disease, climate change, dynamic systems models, fossil fuel, simulation, water resources

Pendahuluan

Terjadinya peningkatan jumlah penduduk secara tidak langsung akan dibarengi antara lain dengan terjadinya penambahan jumlah industri, kebutuhan transportasi, serta peningkatan energi. Kebutuhan transportasi dan energi pada umumnya dipenuhi melalui pembakaran Bahan Bakar Fosil (BBF). Yang dimaksud dengan BBF adalah bahan bakar yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi dan batubara (PE-UI, 2004). Hasil pengolahan minyak bumi dikenal sebagai BBM (bahan bakar minyak), secara umum digunakan sebagai sumber energi dalam transportasi dan kegiatan rumah tangga. Selain menghasilkan energi, pembakaran BBM juga mengemisikan CO₂ ke atmosfer, yang mengakibatkan perubahan iklim.

Perubahan iklim didefinisikan sebagai perubahan pada iklim yang dipengaruhi secara langsung ataupun tidak langsung oleh aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer, yang akan memperbesar keragaman iklim dan teramati pada periode yang cukup panjang (Trenberth, Houghton and Filho, 1995). Perubahan iklim diawali dengan terjadinya efek rumah kaca yang diakibatkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK): seperti karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitro-oksida (N₂O) dan klorofluorokarbon (CFC). Energi matahari terperangkap dalam atmosfer bumi dan menyebabkan suhu global meningkat. Perubahan iklim menyebabkan makin panjangnya musim panas atau kemarau sehingga persediaan air tanah terganggu. Persediaan air tanah yang menipis menyebabkan berkurangnya air bersih dan mengakibatkan terjadinya berbagai penyakit. Penelitian mengenai perubahan iklim juga menyatakan bahwa perubahan ini akan menimbulkan gangguan kesehatan dan timbulnya wabah penyakit baru (Shope, 1991). Pada penelitian lanjutan ditemukan bahwa perubahan suhu selain dapat memperkecil ukuran tubuh nyamuk juga meningkatkan replikasi virus dengue di dalam tubuh nyamuk *Aedes*, penyebab demam berdarah dengue, DBD (Chadee, 2001).

Penelitian mengenai perubahan iklim secara eksperimen agak sukar dilakukan, karena membutuhkan waktu yang lama dan dana yang cukup besar. Pengembangan model merupakan salah satu alternatif untuk meneliti perubahan iklim. Penelitian ini dilakukan dengan mengembangkan model *sistem dinamik* untuk menganalisis hubungan penggunaan BBF dalam kaitannya dengan dampak turunan perubahan iklim yang berupa sumber daya air dan kasus penyakit.

Metode Penelitian

Menurut Muhammadi dkk. (2001), beberapa tahapan kegiatan yang dilakukan pada pengembangan dan simulasi model sebagai bagian dari metode sistem dinamik yaitu pembuatan konsep, pembuatan model, simulasi model, validasi model, serta analisis kebijakan. Tahap

pertama, yaitu identifikasi permasalahan dan timbulnya suatu masalah untuk membangun pola yang disebut mental model. Lalu dibuat model komputer yang dituangkan dalam diagram alir atau *stock flow diagram* (SFD), yang masukannya merupakan data primer maupun sekunder. Data yang di-input-kan ke SFD ada beberapa jenis, yaitu: *stock (level)*, *flow (rate)*, *auxillary*, dan tetapan (konstanta). *Stock* dan *Flow* dapat dianalogikan sebagai bak air dan keran air. *Stock* atau *level* dapat digambarkan sebagai bak air atau tempat penampungan, sedangkan *flow* atau *rate* digambarkan sebagai keran air atau aliran keluar-masuk dari dan ke *stock* atau penampungan. Cara pengosongan dan pengisian *stock* digambarkan dengan *link*-nya terhadap berbagai variabel atau konstanta. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini untuk membuat sistem dinamik adalah Vensim.

Input untuk setiap *stock* dan variabel serta satuan yang digunakan dalam pengembangan model simulasi sistem dinamik didasarkan pada persamaan-persamaan yang telah diperoleh sebelumnya serta berdasarkan data *time series* yang diolah secara statistik dengan menggunakan SPSS. Setelah pengembangan model simulasi sistem dinamik, selanjutnya dilakukan validasi model menggunakan nilai AME (*Absolute Means Error*) dan simulasi dengan variabel waktu (*time range*). Salah satu cara uji validasi *output* adalah uji statistik dengan AME (*Absolute Means Error*) untuk melihat penyimpangan nilai simulasi dan nilai empiris, dengan persamaan (1) yang digunakan:

$$AME = \left| \frac{(X_s - X_E)}{X_E} \right| \times 100\%$$

X_s = rata-rata hasil simulasi

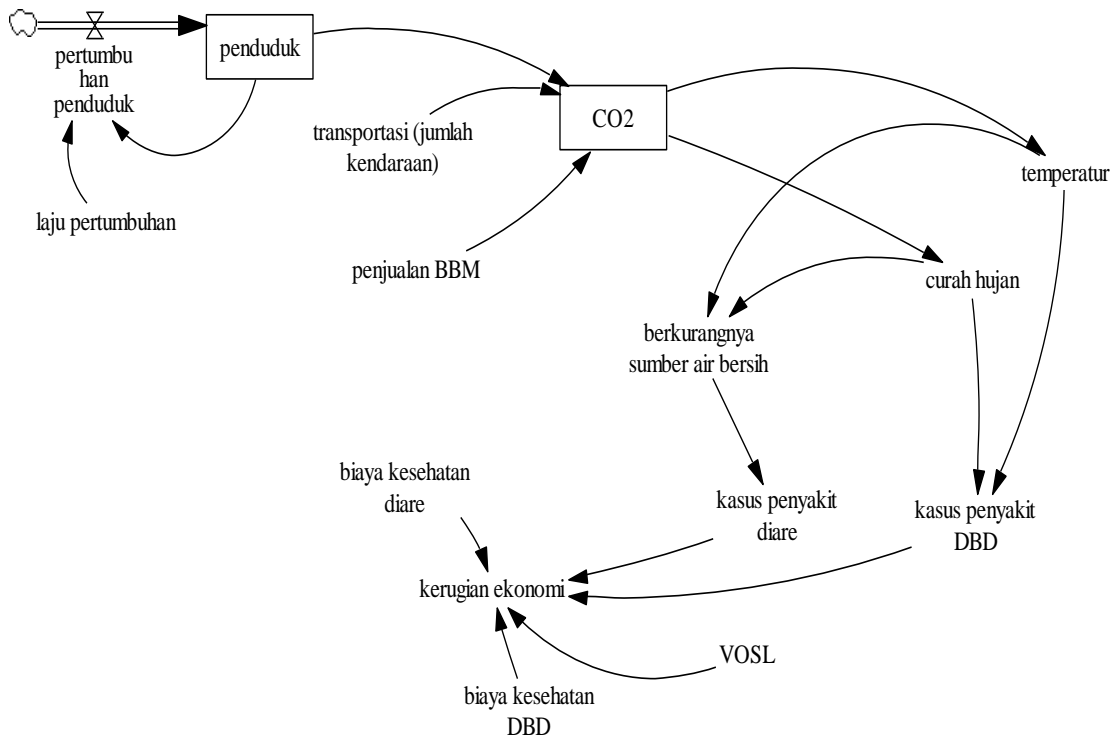
X_E = rata-rata data empirik (1)

Batas penyimpangan yang dapat diterima adalah $\leq 10\%$ untuk penelitian dalam laboratorium (hampir semua variabel dapat dikontrol) dan $\leq 30\%$ untuk penelitian lapangan (Muhammadi *et al.*, 2001; Soesilo, 2005).

Hasil dan Pembahasan

Model sistem dinamik yang dikembangkan berupa SFD (Gambar 1) terdiri atas: sub model penduduk, sub model CO₂, serta sub model dampak perubahan iklim terhadap berkurangnya air bersih dan kasus penyakit (dalam penelitian ini penyakit diare dan DBD). Terjadinya peningkatan jumlah penduduk, bertambahnya jumlah kendaraan, dan bertambahnya penggunaan jumlah BBM akan menyebabkan terjadinya kenaikan konsentrasi CO₂ di atmosfer. Bertambahnya CO₂ di atmosfer akan menyebabkan terjadinya kenaikan suhu dan curah hujan,

sehingga menyebabkan terjadinya perubahan iklim (Listyarini dkk. 2011). Perubahan iklim ini berdampak terhadap berkurangnya sumber air bersih, yang juga dapat menyebabkan meningkatnya kasus penyakit diare. Di sisi lain, dengan meningkatnya curah hujan dan suhu akan berdampak terjadinya peningkatan kasus penyakit DBD (Hopp & Foley, 2001). Meningkatnya kasus penyakit-penyakit tersebut akan menyebabkan terjadinya kerugian ekonomi.



Gambar 1. SFD Model Dampak Perubahan Iklim terhadap Sumber Air dan Kasus Penyakit (Sumber: Listyarini dkk. 2011)

Model yang telah dikembangkan divalidasi dan diuji sensitivitasnya. Validasi konstruksi atau validasi teori dilakukan terhadap model yang dibangun. Secara teori, makin besar jumlah penduduk, kendaraan dan penjualan BBM, maka emisi CO₂ yang dilepaskan ke udara juga semakin tinggi dan menyebabkan kenaikan temperatur dan curah hujan. Kenaikan temperatur dan curah hujan ini akan menyebabkan dampak terhadap lingkungan yaitu berkurangnya sumber air bersih, serta adanya berbagai penyakit. Berdasarkan hasil simulasi, nilai tersebut sesuai dengan teori, sehingga struktur model sistem dinamik yang dibangun adalah valid secara teoritis.

Validasi *output* dilakukan dengan membandingkan rata-rata data empiris tahun 1995–2008 dengan hasil rata-rata simulasi model untuk keadaan *baseline*. *Absolute Means Error*

(AME) dihitung seperti pada persamaan 1. Hasil validasi dari model yang telah dibangun adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai AME untuk beberapa variabel

Variabel	Rata-rata		AME %
	Empiris	Simulasi	
Penduduk (orang)	7.560.463	7.684.516	1,64
Temperatur	27,80	27,63	0,61
Curah hujan	2.047	1.565,58	23,53
Kasus penyakit diare	431.295	402.658	6,64

Sumber: Laporan penelitian Warlina dkk (2009)

Nilai AME yang dihasilkan masih di bawah 30%, sehingga model dapat dikatakan sebagai model yang valid untuk memprediksi nilai yang akan datang.

Untuk menganalisis dampak emisi CO₂ pada lingkungan serta sumber CO₂ digunakan beberapa asumsi yang didasarkan pada analisis data serta penelusuran literature. Asumsi-asumsi tersebut didasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Warlina dkk. (2009) dan telah diseminarkan pula oleh Listyarini dkk. (2011). Yang pertama adalah asumsi tentang laju pertumbuhan penduduk. Berdasarkan perhitungan menggunakan SPSS dari data yang telah dikeluarkan BPS untuk jumlah penduduk DKI Jakarta tahun 1995-2008, maka diperoleh laju pertumbuhan DKI Jakarta adalah sekitar = 0,037 (3,7%).

Asumsi kedua adalah jumlah emisi CO₂ dari penduduk. Untuk menghitung emisi CO₂ dari penduduk digunakan asumsi dari penelitian yang dikeluarkan Bappenas (2008), bahwa satu hektar RTH mampu menghasilkan 0,6 ton oksigen. Jumlah oksigen tersebut dapat dikonsumsi oleh 1.500 penduduk setiap hari, dan akan mengurangi suhu 5-8⁰ Celsius, meredam kebisingan 25-80 persen, dan menyerap gas polutan 75-80 persen. Dengan demikian perhitungan untuk emisi CO₂ dari jumlah penduduk adalah: jumlah penduduk x (0,6/1500) x 6 x 365.

Asumsi ketiga adalah jumlah emisi CO₂ dari kendaraan. Data yang didapat adalah total emisi HC (hidrokarbon) dari kendaraan dan jumlah kendaraan (BPS, 1995-2008), sehingga untuk rata-rata emisi HC dari kendaraan = emisi HC (ton/thn)/jumlah kendaraan = 0,058402. Jadi emisi CO₂ dari kendaraan = 44/16 x emisi HC.

Asumsi keempat adalah besarnya emisi CO₂ dari penggunaan BBM. BBM yang digunakan diasumsikan mempunyai rantai C rata-rata = 8. Sehingga BBM perlu dikonversi ke CO₂, yaitu 1 mol BBM = 114 gr; 1 mol CO₂ = 44; Berat Jenis BBM = 0,8. Jadi berat BBM = penjualan BBM x 0,8, dan emisi CO₂ dari BBM = berat BBM x 44/114. Berdasarkan asumsi-asumsi tersebut, dapat dihitung total CO₂ yang merupakan emisi CO₂ dari penduduk ditambah dengan emisi CO₂ dari kendaraan dan Emisi CO₂ dari pembakaran BBM.

Disisi lain, asumsi untuk berkurangnya air bersih didasarkan pada literatur yang menyatakan defisit pada tahun 2009, 2015 dan 2020 yaitu 4.972 liter per detik, 13.045 liter per detik dan 28.370 liter per detik (PPBN, 2009).

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan SPSS untuk persamaan regresi, kecenderungan perubahan suhu dan curah hujan, terbukti bahwa telah terjadi perubahan iklim di Jakarta. Hal ini didukung oleh data hasil perhitungan yang menyatakan hubungan antara CO₂ dengan suhu dan curah hujan. Hubungan antara suhu rata-rata dengan konsentrasi CO₂ dinyatakan dengan persamaan:

$$\boxed{\text{Suhu} = 22,6 + 0,000001 \text{ CO}_2} \dots\dots\dots (1)$$

Hal ini membuktikan bahwa peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer akan meningkatkan suhu. Sedangkan hubungan antara curah hujan terhadap konsentrasi CO₂ dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\boxed{\text{Curah hujan} = 1195 + 0.000055 \text{ Total CO}_2} \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan (2) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer akan meningkatkan curah hujan. Kedua persamaan yang diperoleh dari data empiris menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer Jakarta, yang mengakibatkan terjadinya perubahan iklim, berupa peningkatan suhu dan curah hujan.

Peningkatan konsentrasi CO₂ di udara dalam penelitian ini diasumsikan bergantung pada jumlah penduduk, penjualan BBM dan jumlah kendaraan bermotor. Masing-masing pengaruh memiliki persamaan sebagai berikut.

- Hubungan antara jumlah penduduk terhadap emisi CO₂ adalah:

$$\boxed{\text{Emisi CO}_2 = - 0,0160 + 0,876 \text{ penduduk}} \dots\dots\dots(3)$$

- Hubungan antara kontribusi jumlah penjualan BBM terhadap total CO₂ adalah:

$$\boxed{\text{Total CO}_2 = 8502530 + 148727 \text{ Penjualan BBM}} \dots\dots\dots(4)$$

- Hubungan antara jumlah kendaraan bermotor terhadap emisi CO₂ adalah:

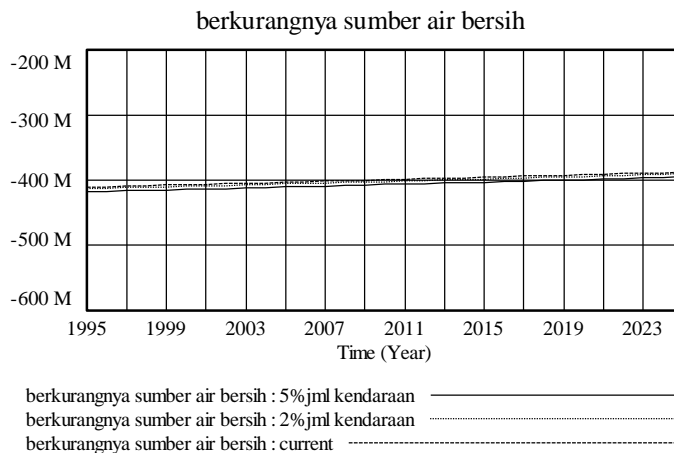
$$\boxed{\text{Emisi CO}_2 \text{ kendaraan} = 2519 + 0,160 \text{ Jumlah Kendaraan}} \dots\dots (5)$$

Dalam penelitian ini pengaruh industri terhadap peningkatan konsentrasi CO₂ tidak diperhitungkan secara langsung, tetapi diasumsikan telah diwakili dalam jumlah penjualan BBM.

Asumsi ini diambil, karena jika konsentrasi CO₂ dihitung berdasarkan jumlah industri yang terdapat di Jakarta, maka persamaan yang dihasilkan kemungkinan akan salah, karena tidak semua industri di Jakarta mengemisikan CO₂.

Simulasi terhadap model dilakukan dengan kurun waktu tahun 1995-2025. Keluaran dari simulasi ini dapat berupa grafik ataupun tabel perilaku terhadap waktu. Simulasi dilakukan terhadap jumlah penggunaan BBM, yang dinyatakan dengan jumlah kendaraan. Diasumsikan adanya penerapan 2 (dua) kebijakan pemerintah. Kebijakan pertama adalah kendaraan yang tahun pembuatannya di bawah tahun 1995 tidak diijinkan untuk beroperasi. Kebijakan kedua adalah penggunaan *mass transportation*. Kedua kebijakan ini diharapkan dapat mengurangi jumlah kendaraan, yang dalam penelitian ini diasumsikan sebesar 2% dan 5%.

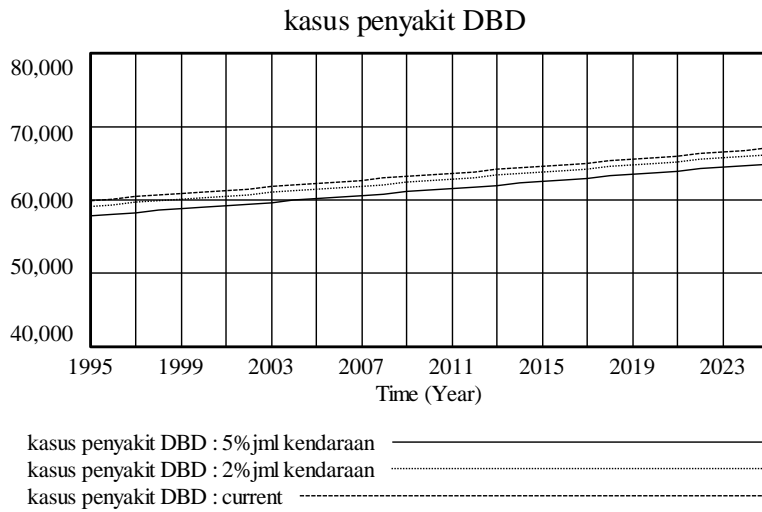
Hasil simulasi dengan menggunakan sistem dinamik menyatakan dengan meningkatnya konsentrasi CO₂ akan menyebabkan terjadinya peningkatan berkurangnya air bersih (Gambar 2).



Gambar 2. Hasil simulasi berkurangnya sumber air bersih

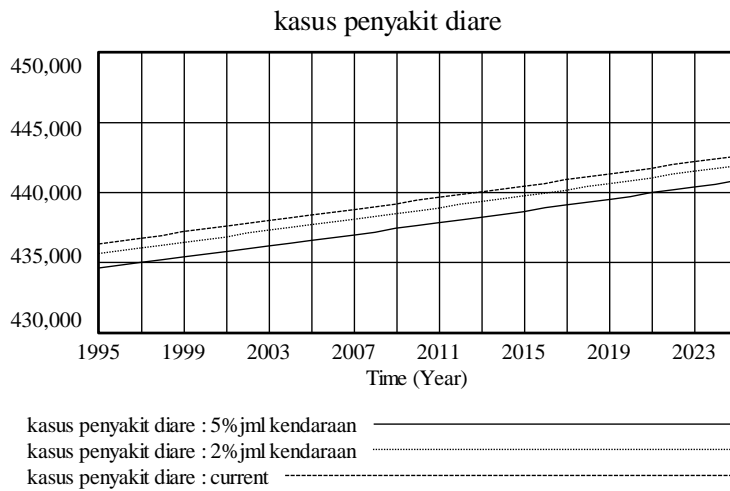
Hingga tahun 2025, terjadi pengurangan sumber air bersih akan meningkat terus. Berkurangnya sumber air ini sesuai dengan penelitian para ahli, bahwa pada pertengahan abad ini, berkurangnya sumber air bersih di daerah sub tropik diperkirakan sebanyak 20-30% (LAPAN, 2009).

Untuk dampak terhadap penyakit DBD, terlihat bahwa dari tahun ke tahun penyakit DBD makin meningkat terus (Gambar 3). Hingga tahun 2025, kasus DBD akan meningkat dengan tajam bila tidak dilakukan tindakan apa-apa. Walaupun tidak banyak, yaitu hanya 0,0025% (Dundu, 2009), tetapi DBD ini dapat juga menyebabkan kematian, sehingga untuk kerugian ekonomi dari kematian dapat dihitung berdasarkan *Value of Statistical Life* (VOSL), yaitu nilai hidup per orang secara statistik. Nilai VOSL yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai yang digunakan dalam penelitian Susandi (2004), yaitu \$144.000 US atau Rp.1.912.714.332,-.



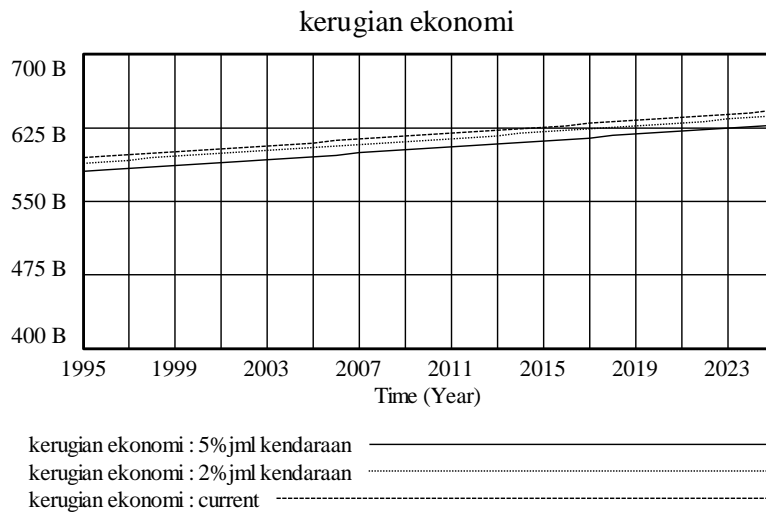
Gambar 3. Hasil simulasi peningkatan kasus penyakit DBD

Hasil simulasi model dinamik pada dampak terhadap kasus penyakit diare, terjadi peningkatan yang cukup signifikan (Gambar 4). Meskipun demikian, peningkatan emisi CO₂ tidak secara langsung berdampak terhadap kasus penyakit diare, melainkan melalui berkurangnya jumlah air bersih. Selain itu, penduduk dengan kemampuan adaptasi rendah akan semakin rentan terhadap diare, gizi buruk, serta berubahnya pola distribusi penyakit-penyakit yang ditularkan melalui berbagai serangga dan hewan (LAPAN, 2009). Kerugian ekonomi yang disebabkan oleh penyakit diare dan DBD tidak hanya dihitung berdasarkan biaya pengobatan dan perawatan, tetapi juga kerugian yang disebabkan karena penderita tidak dapat melakukan pekerjaan selama sakit, yang berhubungan dengan upah penderita tersebut.



Gambar 4. Hasil simulasi kasus penyakit diare

Berdasarkan hasil simulasi dari sisi kerugian ekonomi, tampak bahwa kerugian ekonomi yang diakibatkan oleh kedua penyakit (diare dan DBD) cukup tinggi (Gambar 5).



Gambar. 5. Hasil simulasi untuk kerugian ekonomi

Untuk mencegah atau mengurangi kerugian secara ekonomi, maka perlu diambil tindakan yang berhubungan dengan hal tersebut, yaitu mengurangi sumber emisi CO₂, misalnya adanya kebijakan untuk pembatasan penggunaan kendaraan pribadi dengan meningkatkan penyediaan fasilitas transportasi massal.

Kesimpulan dan Saran

Beberapa kesimpulan dapat diperoleh dari penelitian ini. Pertama, telah terjadi perubahan iklim di wilayah DKI Jakarta berupa kenaikan suhu dan curah hujan. Hal ini memberikan dampak yang signifikan terhadap sumber daya air dan 2 (dua) kasus penyakit: diare dan DBD. Dampak turunan perubahan iklim terhadap sumber daya air dan kasus penyakit dapat digambarkan dengan *stock flow diagram* dalam *sistem dinamik*. Melalui simulasi menggunakan sistem ini dapat diprediksi dampak perubahan iklim. Pengurangan jumlah kendaraan sebesar 5% diprediksi akan memberikan dampak yang paling besar pada pengurangan jumlah kasus DBD yaitu 3,12-2,95% dan akan memberikan dampak yang signifikan terhadap pengurangan kerugian ekonomi akibat terjadinya kasus penyakit yaitu sebesar 2,15-2,07%.

Saran dari penelitian ini, antara lain diharapkan Pemerintah DKI Jakarta dapat menerapkan kebijakan yang terkait dengan pengurangan jumlah kendaraan bermotor. Kebijakan ini selain akan mengurangi kemacetan, juga akan menurunkan dampak perubahan iklim.

Selanjutnya Pemerintah DKI Jakarta dapat memberlakukan kebijakan menghemat penggunaan BBM. Kebijakan-kebijakan tersebut diharapkan dapat diterapkan dengan baik apabila masyarakat diberi pemahaman bahwa kerugian yang akan diderita masyarakat akibat adanya perubahan iklim akan sangat besar, jika masyarakat tidak berupaya untuk meminimalisirnya.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik (BPS). 1995-2008. *Jakarta dalam Angka 1995-2008*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bappenas, 2008. Hijau Kotaku Biru Langitku. Diambil 19 September 2008, dari situs World Wide Web <http://udarakota.bappenas.go.id/view.php?page=newsdetail&id=55>.
- Chadee, D.D. 2001. *Impact Of Climate Variability On Aedes Aegypti Indices And Dengue Cases In The Caribbean Region: A Prospective Study*. Diambil 15 September 2009, dari situs World Wide Web [http://www.ajaccproject.org/meetings/San Jose 03/Session4/ Session4 DChadee.ppt](http://www.ajaccproject.org/meetings/San_Jose_03/Session4/Session4_DChadee.ppt).
- Dundu, P.E. 2009. Jakarta Utara, zona merah DBD. Kompas.com. Diambil 15 Januari 2010, dari situs World Wide Web <http://kesehatan.kompas.com/read/2009/05/16/19441964/jakarta.Utara....>
- Hopp, M.J & Foley, J.A. 2001. *Global scale relationships between Climate and the dengue fever Vector, Aedes aegypti. Climate change 48 : 441-468. Kluwer Academic Publisher, Netherlands*. Diambil 15 September 2009, dari situs World Wide Web: www.Saga.wisc.edu/pubs/articles.
- LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). 2009. *Dampak perubahan iklim*. Diambil 15 Januari 2010, dari situs World Wide Web http://iklim.dirgantara-lapan.or.id/index.php?option=com_content&...
- Listyarini, S., Warlina, L., Sugiarti, H., Kusumaningrum, E. N., dan Siregar, H. 2011. Model Dampak Perubahan Iklim Akibat Pertumbuhan Penduduk Terhadap Sumberdaya Air Dan Kasus Penyakit (Studi Kasus DKI Jakarta). *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains dan Teknologi*. Diambil 20 Desember 2011, dari situs World Wide Web http://www.fmipa.ut.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=97.
- Muhammadi, E. Aminullah, B. Soesilo. 2001. *Analisis Sistem Dinamis – Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. Pusat Studi Kebijakan dan Dinamika Sistem UMJ. Jakarta: UMJ Press.
- [PE-UI]. Pengkajian Energi Universitas Indonesia. 2004. *Indonesia Energy Outlook and Statistics 2004*. Depok: PE-UI.
- PPBN (Pusat Produksi Bersih Nasional). 2009. Penduduk bertambah, DKI krisis air. Diambil 12 Januari 2010, dari situs World Wide Web <http://www.ppbn.or.id/site/index.php?modul=detail&catID=1&key=165>

- Shope, R. 1991. Global Climate Change and Infectious Diseases. *Env.Health Perspectives*. Vol. 96, pp 171-174. Diambil 15 September 2009, dari situs World Wide Web: www.ehponline.org/members/1991/096.
- Soesilo, TEB. 2005. Pengendalian limbah dioksin dengan pemanfaatan bahan pemutih ramah lingkungan. *Disertasi Program Doktor*, Pasca Sarjana Kajian Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia. Jakarta.
- Susandi A. 2004. *The impact of International greenhouse gas emission reduction on Indonesia*. Hamburg: Dissertation zur Erlangungdes Doctorgrades der Naturwissenschaften im Fachbereich Geowissenschaften der Universitat Hamburg.
- Trenberth, K.E., J.T. Houghton, and L.G.M. Filho. 1995. The Climate System: An Overview. In: *Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working group I to the Second Assesment Report of The Intergovermental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Warlina, L. Listyarini, S., Sugiarti, H., Kusumaningrum, E. N., dan Siregar, H. 2009. Model Dampak Perubahan Iklim terhadap Sumberdaya Air Dan Kasus Penyakit (Studi Kasus DKI Jakarta). Laporan Penelitaian Strategi Nasional. LPPM-UT.