



POTENSI DAMPAK BYOD (BRING YOUR OWN DEVICE) YANG TIDAK RAMAH LINGKUNGAN

Aditya R. Mitra

Universitas Pelita Harapan, Tangerang

aditya.mitra@uph.edu

Green IT atau *Sustainable IT* merupakan studi tentang dan juga sekumpulan praktek yang diyakini benar (*sound practices*) dari siklus hidup (*lifecycle*) suatu produk atau aset IT, bermula dari proses produksi, pengelolaan, penggunaan hingga pembuangannya (*disposal*), dengan tujuan menjadikan dampak kerusakan terhadap lingkungan karena praktek tersebut adalah sekecil mungkin. Di dalam kenyataannya, beberapa eksekutif praktek yang awalnya dirancang untuk bisa menghijaukan IT malah berpotensi menyebabkan dampak yang justru tidak ramah lingkungan (*non eco-friendly*). Salah satu diantaranya, sebagaimana menjadi obyek bahasan di sini, adalah BYOD (*Bring Your Own Device*), sebuah fenomena yang makin populer namun juga diperdebatkan. Bagi perusahaan atau institusi pendidikan, fenomena membawa perangkat komputasi sendiri ke tempat kerja atau ke sekolah oleh karyawan atau siswa ini diyakini memberi keuntungan signifikan dengan terpengkasnya biaya pengadaan perangkat komputasi untuk kepentingan produktivitas atau pembelajaran tersebut. Namun, persoalan penyediaan layanan untuk perangkat komputasi yang sangat variatif, terlebih data yang dihasilkan melalui penggunaan perangkat individual dan penyimpanan data pada berbagai media simpan termasuk *storage* di awan (*cloud-based storage*), serta tidak waspadanya pengguna atas isu keamanan data secara tidak langsung menyebabkan meningkatnya jejak karbon (*carbon footprint*). Sekalipun kontribusi pengguna secara individual terhadap peningkatan jejak karbon adalah relatif kecil, namun pengguna perangkat IT perlu memiliki kesadaran bahwa secara tidak langsung dan secara kumulatif jejak karbon oleh karena fenomena BYOD tidak dapat diabaikan.

Kata kunci: *Green IT, Sustainable IT, BYOD, carbon footprint*

PENDAHULUAN

Dengan terjadinya fenomena penghangatan global (*global warming*), isu *carbon footprint* (jejak karbon) dan upaya peningkatan kesadaran (*awareness*) terhadap isu tersebut telah menarik banyak perhatian para ilmuwan, pengamat lingkungan, pemangku kepentingan (*stakeholder*) dan juga industri secara internasional. Terlepas dari pandangan sebagian ilmuwan yang menganggap fenomena alam ini sebagai sebuah teori (Wang, 2005), sejumlah pakar meyakini peningkatan suhu di muka bumi mempunyai dampak yang tidak saja mempengaruhi alam dan manusia, namun berpotensi membahayakan ekosistem yang ada. Meningkatnya suhu global dijelaskan sebagai akibat dari akumulasi karbon dioksida (CO₂) di atmosfer bersama-sama dengan gas metana (CH₄), nitro oksida (N₂O) dan beberapa gas rumah kaca lainnya dalam proporsi yang lebih kecil dibanding CO₂. Peningkatan konsentrasi dimaksud bertalian dengan rangkaian kegiatan manusia yang turut menghasilkan karbon (*human or man-made carbon*), baik secara langsung (*direct*) maupun tidak (*indirect*) (Brook, 2009). Dengan adanya sumbangan *human carbon*, keseimbangan siklus karbon global terganggu. Alam yang menghasilkan *natural carbon* di dalam menjaga keseimbangan siklus karbon global tidak dapat menyerap seluruh *human carbon* (Wang, 2007).

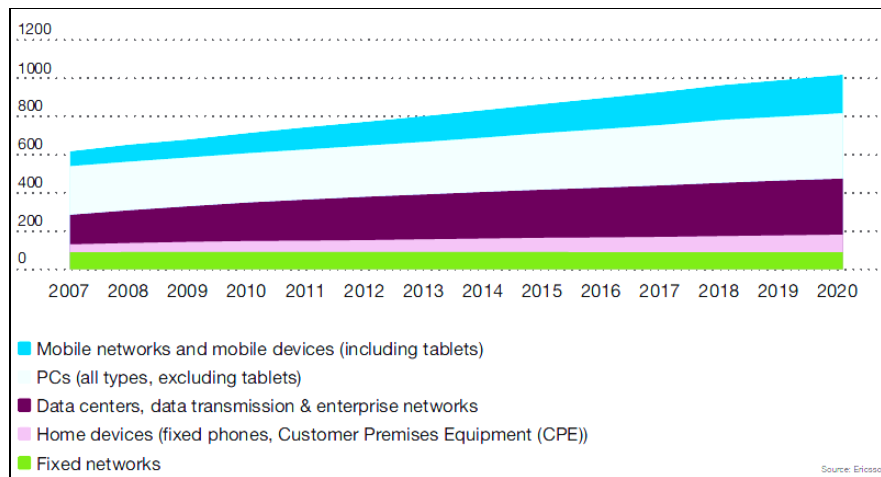
Pada kenyataannya tidak hanya kegiatan industri yang dituding berperan besar dalam penghasilan gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida, namun pada dasarnya setiap aktivitas manusia yang membutuhkan atau mengkonsumsi energi yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang berasal dari fosil (*fossil fuels*), terutama gas alam, minyak dan batubara, menyebabkan terjadinya emisi karbon. Dalam hal ini sebagian pakar menyatakan bahwa penyebab utama dari terjadinya penghangatan global adalah karena aktivitas manusia (*anthropogenic*).

Untuk mengukur dampak kerusakan pada lingkungan karena emisi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida, orang menggunakan sebuah ukuran yang dinamai jejak karbon (*carbon footprint*). Ukuran ini menyatakan berapa total emisi gas rumah kaca (diantaranya karbon dioksida dan metana) yang disebabkan oleh organisasi, kejadian (*event*), produk atau perorangan dinyatakan sebagai jejak karbon. Wright dan rekan (2011) mendefinisikan jejak karbon secara lebih rinci sebagai berikut:

"A measure of the total amount of carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) emissions of a defined population, system or activity, considering all relevant sources, sinks and storage within the spatial and temporal boundary of the population, system or activity of interest. Calculated as carbon dioxide equivalent (CO₂e) using the relevant 100-year global warming potential (GWP100)."

Perhitungan jejak karbon sesungguhnya melibatkan banyak faktor dan kompleks. Namun, untuk cakupan yang sederhana, seseorang dapat menghitung jejak karbon dirinya untuk suatu periode evaluasi tertentu menggunakan kalkulator jejak karbon yang tersedia secara *online*. Tidak hanya jejak karbon individual, jejak karbon secara masif (*massive*) seperti jejak karbon rata-rata per tahun untuk tiap rumah tangga (*household*) dalam suatu negara/region dan jejak karbon per negara atau sekelompok negara dapat dikalkulasi berdasarkan perhitungan yang rumit.

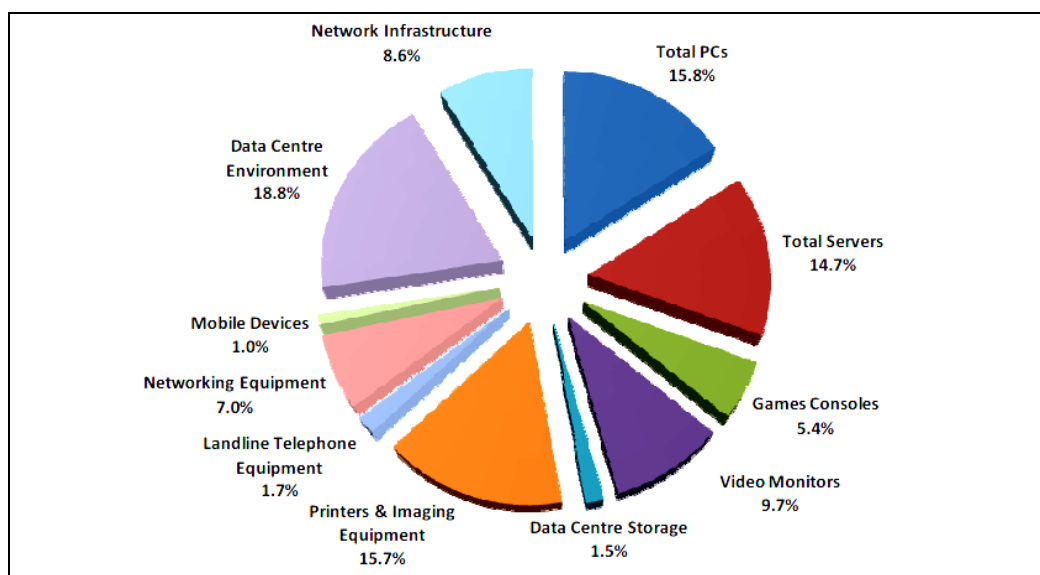
Dalam konteks jejak karbon, bagaimana halnya dengan sektor industri ICT? Menurut survey yang dilakukan Ericsson (2012) sektor ICT menghasilkan emisi gas rumah kaca, khususnya karbon, yang signifikan dalam perhitungan jejak karbon global. Pada tahun 2007 jejak karbon industri ini adalah 620 juta ton CO₂e (karbon dioksida ekuivalen) dan diprediksi akan meningkat menjadi 1,1 miliar ton CO₂e pada tahun 2020 (Gambar 1). Pada Gambar 1 terlihat bahwa sumbangan karbon dari perangkat bergerak (*mobile devices*) beserta jejaring bergeraknya (*mobile networks*) tidak sebesar komputer *desktop/PC* dan juga *data center*. Sekalipun demikian *trend* penghasilan karbon dari komponen perangkat bergerak dan *data center* adalah menaik.



Sumber: Ericsson, 2013

Gambar 1. Jejak karbon ICT untuk periode 2007 hingga 2020

Bila jejak karbon hasil survei Ericsson di atas tidak memasukkan monitor video dalam perhitungan, laporan tentang jejak karbon ICT di Australia untuk tahun 2009 mencatat kontribusi komponen dimaksud (Gambar 2). Dari bagan terbaca bahwa monitor video menyumbang 9,7% dari total karbon yang ada. Porsi ini jauh lebih besar dari sumbangan perangkat bergerak yang menyumbang karbon sebesar 1%. Sejalan dengan apa yang dilaporkan Ericsson, porsi dari komputer *desktop*/PC juga jauh lebih besar dari perangkat bergerak. Sebagai penyumbang terbesar adalah *data center environment* yang menyumbang 18,8% dari total karbon dimana konsumsi energi dibutuhkan untuk menciptakan lingkungan operasi yang optimum bagi *data center*.

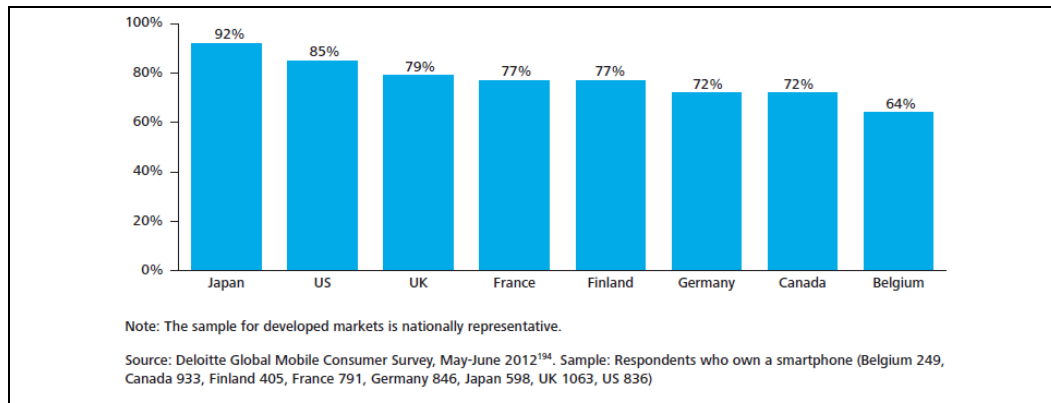


Sumber: Australian Computer Society, 2010

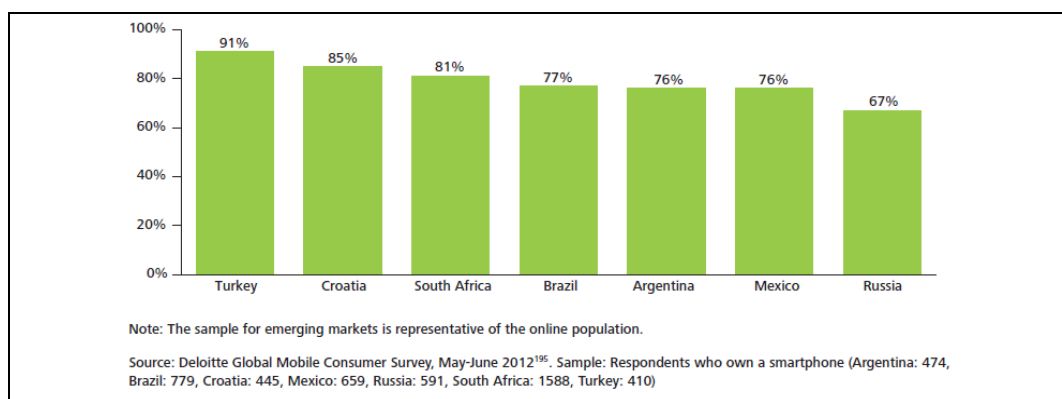
Gambar 2. Jejak karbon ICT di Australia tahun 2009 berdasarkan kategori perangkat

Terlepas dari besar kecilnya sumbangan karbon karena manufakturisasi berbagai perangkat komputasi bergerak dan penggunaannya, menurut prediksi dari

Ericsson (2011) pertumbuhan pasar pengguna telpon cerdas akan meningkat pesat dalam satu dasawarsa. Sementara survei yang diadakan Lee dan rekan (2013) memperlihatkan tingginya pengguna telpon cerdas (*smartphones*) yang terkoneksi ke Internet baik di pasar berkembang seperti Jepang, AS, dan Inggris maupun yang tengah berkembang seperti Turki, Argentina dan Meksiko (Gambar 3 & 4).



Gambar 3. Proporsi telpon cerdas yang terkoneksi ke Internet dalam pasar maju



Gambar 4. Proporsi telpon cerdas yang terkoneksi ke Internet dalam pasar yang tengah berkembang

Prediksi dan fakta yang ada mengenai peningkatan signifikan dari penggunaan perangkat bergerak ini, khususnya telpon cerdas, mencerminkan popularitas perangkat bergerak. Namun, sebagai konsekuensinya jejak karbon yang dihasilkan dari proses manufakturisasi, penggunaan dan pembuangan perangkat tersebut di akhir masa hidupnya juga turut meningkat. Tidak mengherankan bila karena kepopuleran perangkat komputasi bergerak ini, setidaknya karena faktor manfaat/kegunaan, kemudahan penggunaannya dan performansinya, orang cenderung untuk memiliki perangkat baru yang sesuai dengan preferensinya.

Selain adanya kepuasan memiliki perangkat yang sesuai preferensi, mereka yang juga merasa lebih nyaman bekerja dengan perangkat pribadinya dibanding menggunakan perangkat kerja yang disediakan pihak perusahaan atau sekolah,

dengan sukarela membawa perangkat pribadinya ke tempat kerja atau tempat belajar. Menggunakan perangkat pribadi yang sama, para sukarelawan ini menyelesaikan pekerjaan perusahaan atau tugas sekolah. Dari pihak perusahaan, bisa jadi perusahaan tidak mengizinkan karyawan membawa perangkat komputasi pribadinya (khususnya telpon cerdas dan tablet) untuk mengakses sumber daya perusahaan. Sebaliknya apabila perusahaan mengizinkan penggunaan perangkat pribadi untuk mengerjakan pekerjaan kantor, maka fenomena inilah yang dikenal sebagai BYOD (*Bring Your Own Device*). BYOD tidak hanya menjadi *trend* di AS, namun juga di sejumlah negara Eropa, Asia dan Amerika Latin, diantaranya Inggris, Jerman, Cina, India dan Meksiko (Bradley *et. al.*, 2012). Pertanyaannya adalah apakah selain *embodied environmental impact* yang melekat pada perangkat bergerak oleh karena kepemilikan perangkat tersebut, dapat diidentifikasi adanya praktek atau efek samping yang berpotensi menyumbang pada peningkatan jejak karbon.

METODE

Untuk mendapatkan penjelasan yang memadai mengenai jejak karbon yang potensial dihasilkan oleh BYOD, maka dilakukan studi kepustakaan sejumlah artikel dan makalah yang membahas seputar emisi gas rumah kaca (*greenhouse gas*), jejak karbon (*carbon footprint*), *Green IT/Sustainable IT*, virtualisasi, *data center*, konsumerisasi IT dan BYOD. Hubungan antara subyek-subyek ini ditelusuri untuk mengetahui potensi dimana jejak karbon dapat muncul.

Jejak Karbon

Dalam laporan yang dipublikasikan Shammin (2012), Amerika Serikat (AS) menyumbang sekitar 20% dari total emisi karbon (CO₂) global. Duapuluh persen dari emisi karbon yang dihasilkan AS disumbangkan oleh rumah tangga. Dengan kata lain, rumah tangga di AS menyumbang sekitar 4% dari total emisi karbon global. Secara khusus Olivier *et. al* (2012) mendata bahwa untuk rentang tahun 2001 hingga 2011 rata-rata total emisi karbon negara AS adalah 5,74 miliar ton CO₂. Nilai ini dibawah rata-rata total emisi karbon yang dihasilkan Cina, yaitu 6.49 miliar ton CO₂. Bila dibandingkan dengan emisi karbon yang dihasilkan Indonesia untuk rentang tahun yang sama, total emisi karbon yang dihasilkan AS dan Cina adalah 14 dan 16 kali lebih besar. Dari rentang pengamatan tersebut, total emisi karbon AS menunjukkan fluktuasi di antara 5,33 dan 5,94 juta ton karbon, sementara *trend* jejak karbon di Cina dan Indonesia menunjukkan pergerakan monoton naik dari tahun ke tahun.

Dari hasil kualifikasi profil karbon dan energi yang berasal dari konsumsi rumah tangga (*household consumption*) di AS oleh Shui dan rekan (2010) untuk rentang

1997-2007, pemicu munculnya konsumsi energi dan karbon dari energi global tidak selalu merefleksikan konsekuensi logis dari adanya permintaan dari rumah tangga dan aktivitas ekonomi untuk memenuhi permintaan tersebut. Dalam kenyataannya terdapat variasi penyebabnya walau tetap saja faktor sumbernya adalah kebutuhan untuk mengkonsumsi. Ghertner dan Fripp (2007) memperlihatkan bahwa faktor perdagangan (*trade*) menyebabkan terjadinya perpindahan dampak lingkungan yang semula melekat pada atau terbawa dalam suatu produk (*embodied environmental impact*) oleh karena proses produksi kemudian menjadi dampak lingkungan yang diperhitungkan karena mengkonsumsi produksi tersebut. Berkaitan dengan isu semacam ini, negara-negara makmur yang mengimpor berbagai produk untuk kebutuhan konsumsi mereka akan memisahkan jejak karbon yang dihasilkan lewat proses produksi dengan yang muncul karena konsumsi. Perpindahan dampak lingkungan ini tentu juga berlaku bagi negara yang mengimpor produk ICT seperti telpon genggam, telpon cerdas dan tablet.

Masih berkaitan dengan profil karbon dan energi dari rumah tangga, analisa komponen penyumbang jejak karbon menunjukkan bahwa kontributor utamanya adalah emisi karbon yang berasal dari kebutuhan energi residensial (*residential energy*) seperti listrik dan gas, disamping kegiatan bepergian (*traveling*) menggunakan moda transportasi udara dan darat. Tidak menutup kemungkinan bahwa di dalam penggunaan energi residensial penggunaan perangkat komputasi juga turut diperhitungkan.

Green IT dan BYOD (Bring Your Own Device)

Kemunculan *Green IT* atau *Sustainable IT* merefleksikan bentuk kesadaran sekaligus pertanggungjawaban sosial dari para produsen, konsumen (*end-user*) IT, pembuat kebijakan/regulasi IT dan pebisnis IT, untuk menjadikan IT dengan komponen-komponennya setidaknya lebih hijau (*greener*), dan bagaimana teknologi ICT digunakan dengan tepat dan bijak di dalam upaya mereduksi jejak karbon di berbagai sektor (Murugesan, 2013). Dalam rumusan yang lebih formal, Mingay (2007) dari Gartner mendefinisikan *Green IT* sebagai penggunaan optimal dari Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) atau *Information and Communication Technology* (ICT) untuk melakukan pengelolaan *environmental sustainability* dari semua aktivitas yang berjalan di suatu perusahaan, berikut rantai pasokannya (*supply chain*), produk yang dihasilkan, layanan dan sumber daya yang ada dalam keseluruhan siklus hidupnya.

Sekalipun konsep keberlanjutan (*sustainability*) dari *Green IT* dapat dikembangkan untuk mencakup pula dimensi ekonomi, sosial dan kultural, namun jantung dari *Green IT* adalah *environmental sustainability*. Morelli (2011)

mendefinisikan *environmental sustainability* sebagai upaya pemenuhan kebutuhan akan sumber daya dan layanan dari generasi baik saat ini maupun mendatang tanpa mengkompromikan kebugaran/kesehatan ekosistem yang menyediakannya.

Dengan adanya gagasan *environmental sustainability* tersirat bahwa IT berandil pula di dalam menyebabkan terjadinya dampak pada lingkungan atau secara lebih luas keseimbangan ekologis. Dengan kata lain, tidak hanya IT merupakan bagian dari persoalan keberlanjutan lingkungan, namun juga bagian dari solusinya. Dalam konteks solusi ini, inisiatif *Green IT* yang merefleksikan suatu kemampuan tanggap terhadap isu-isu lingkungan diharapkan dapat berkontribusi secara nyata bagi keberlanjutan pembangunan lingkungan (*environmental sustainability*). Malmudin (2013) dalam laporan surveinya menyebutkan bahwa total jejak karbon dari sektor industri ICT pada tahun 2007 menyumbang 2% dari emisi karbon global. Dengan *trend* perkembangan penjualan produk IT/ICT yang menaik, maka porsi sumbangan jejak karbon dari sektor ICT juga akan meningkat dari tahun ke tahun. Sekalipun demikian, dengan adanya berbagai kemajuan teknologi yang memungkinkan produk IT/ICT mengkonsumsi energi secara lebih efisien, kontribusi nyata dari peran ICT untuk mereduksi jejak karbon pada sektor-sektor non-ICT adalah dengan menawarkan solusi berbasis IT yang tepat.

Dalam konteks hubungan trilogi dari *people*, *process* dan *product*, aplikasi prinsip *Green IT* akan menghasilkan mekanisme, prosedur atau praktek hijau—setidaknya praktek ini berkualitas lebih hijau (*greener*)—tentang bagaimana seseorang dapat menghasilkan produk hijau melalui proses yang hijau juga (Murugesan, *et. al*, 2013). Sebagai pendekatan holistik, *Green IT* tidak hanya berfokus pada cara penggunaan IT yang terbatas pada aspek piranti keras dan piranti lunak saja, namun aspek kajian *Green IT* mencakup siklus IT yang dimulai dari proses produksi (*production, manufacturing*), pengelolaan (*management*), penggunaan (*use*) dan pembuangannya (*disposal*) termasuk pendaurlangannya (*recycling*). Menurut Watson dan Boudreau (2011), suatu perusahaan yang mengadopsi *Green IT* akan memberi perhatian serius pada isu-isu berikut: pemanfaatan keping mikro (*chip*) atau *disk drive* yang mengkonsumsi energi secara efisien; penggunaan komputer yang hemat energi (seperti *thin client*); menggunakan aplikasi yang berfungsi untuk mengelola energi yang digunakan oleh komputer; memanfaatkan piranti lunak virtualisasi yang memungkinkan satu *server* menjalankan sejumlah sistem operasi (*platform*); mereduksi penggunaan energi pada unit pusat data (*data center*); menggunakan sumber energi terbarukan untuk mendukung pengoperasian pusat data; mengurangi sampah elektronik (*e-waste*) pada saat perangkat komputasi dan telekomunikasi mencapai akhir masa hidupnya

(*life time*); penerapan fungsi administratif jarak jauh terhadap komputer yang ada untuk mengurangi biaya perjalanan (*traveling cost*) dan juga emisi karbon.

Beralih kepada konsumerisasi IT dan BYOD (*Bring Your Own Device*)—lazim juga disebut sebagai BYOE (*Bring Your Own Everything*)— kedua fenomena ini menarik perhatian masyarakat, pengamat perkembangan ICT, CEO, CIO serta vendor. Sekalipun kedua subyek ini mempunyai banyak irisan dan bertalian, namun terdapat perbedaan mendasar antara keduanya. Apabila BYOD menyoal mengenai perangkat (*computing devices*) pengguna yang akan digunakan untuk mengakses sumber daya perusahaan, maka konsumerisasi IT menyoal tentang perubahan orientasi yang fundamental bagaimana seseorang bekerja dengan memanfaatkan teknologi yang ada untuk menyelesaikan tugas yang diberikan. Dengan kata lain, cara, prosedur atau mekanisme dimaksud berpusat kepada pengguna (*user-centric*). Konsumerisasi IT sendiri sebenarnya sudah dikenal sejak satu dasawarsa lalu dan dikarakterisasi melalui penyerapan produk IT berteknologi baru oleh pasar konsumen (*consumer market*) sebelum produk tersebut diadopsi oleh industri (Harris, 2012). Kemampuan konsumen untuk menyerap produk berteknologi baru memberi gambaran bahwa konsumen mempunyai pengetahuan yang cukup mengenai produk yang mereka minati atau akan gunakan. Selain itu, konsumen mempunyai pilihan lebih banyak dan juga kesempatan yang relatif lebih besar untuk memiliki perangkat yang lebih baru (*newer*), lebih cepat (*faster*), dan dengan performansi lebih tinggi. Kesempatan semacam ini barangkali tidak terjadi dalam kualitas pengalaman pengguna (*user's experience*) yang setara seandainya perusahaanlah yang berinisiatif untuk menyediakan perangkat kerja baru. Setidaknya, bagi perusahaan pengadaan perangkat baru berarti penganggaran.

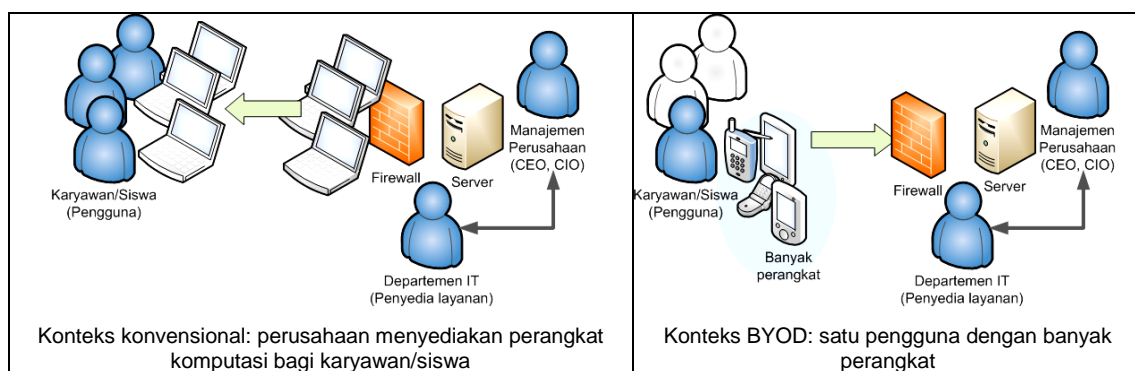
Terlepas dari perbedaan mendasar antara keduanya, konsumerisasi IT dan BYOD mempunyai dampak yang signifikan pada desain layanan dan keamanan *data center*. Peran penting *data center* berkaitan dengan kebutuhan pengelolaan dokumen pengguna dan perusahaan; memberi layanan berkesinambungan yang dibutuhkan karyawan; memastikan keamanan sumber daya perusahaan dari upaya akses ilegal; juga melindungi data perusahaan. Berkaitan dengan optimisasi *server* dan fleksibilitas yang disediakan bagi pengguna untuk bekerja menggunakan perangkat pribadinya, maka isu virtualisasi *platform*, aplikasi, infrastruktur, dan *desktop* perlu dipertimbangkan.

Dengan berbekal perangkat yang dinilai nyaman, pengguna merasa perangkat tersebut membantu dalam meningkatkan produktivitasnya di dalam bekerja atau belajar. Dalam sejumlah kasus sebenarnya karyawan memberi tekanan kepada perusahaan untuk mengijinkan mereka membawa perangkat komputasi ke tempat kerja atau tempat belajar. Dengan kecenderungan seperti ini, maka yang terjadi adalah

upaya mengintegrasikan dua kepentingan, yaitu kepentingan pribadi (*personal*) dan pekerjaan (*professional*), melalui dukungan satu perangkat komputasi.

Struthers dan Lee (2013) membedakan tiga “flavor” yang menjelaskan bagaimana perangkat karyawan akan digunakan untuk kepentingan perusahaan, yaitu *BYOD-as-a-complement*, *BYOD-as-a-Replacement* dan *BYOD-as-an-Addition*. Dalam *flavor* pertama, perangkat karyawan dapat digunakan bersama-sama perangkat perusahaan; sementara dalam *flavor* kedua, perangkat karyawan menggantikan sepenuhnya perangkat perusahaan; dan dalam *flavor* ketiga, perusahaan mengizinkan karyawan menggunakan perangkat pribadinya untuk mendapatkan akses eksklusif ke sumber daya perusahaan. Secara umum, perbedaan skenario tradisional dan BYOD diilustrasikan dalam Gambar 5.

Sebagai potensi masalah sekaligus tantangan yang dihadapi perusahaan yang mengadopsi BYOD adalah kaburnya garis pemisah antara kepentingan pribadi dan kepentingan profesional, termasuk pencampuran data pribadi dan data profesional (Cisco, 2012; Symantec, 2013). Pada kadar tertentu dengan dipercayainya pengguna dengan perangkat pribadinya melalui pemberian otorisasi untuk mengakses sumber daya perusahaan (jaringan, aplikasi, data), maka loyalitas karyawan terhadap perusahaan potensial meningkat. Untuk jangka yang lebih panjang, retensi karyawan potensial menjadi lebih tinggi.



Gambar 5. Perbedaan penyediaan perangkat kerja antara konteks konvensional dan BYOD

Dari sisi perusahaan atau institusi pendidikan, menyediakan perangkat baru mengikuti perkembangan teknologi terkini berarti biaya investasi yang besar. Dengan demikian adalah logis jika muncul pertimbangan perusahaan untuk mengadopsi kebijakan BYOD dengan maksud memangkas besar anggaran pengadaan perangkat komputasi yang mutakhir (*initial purchase cost*).

Virtualisasi dan *Data Center*

Inisiatif untuk mengadopsi BYOD berdampak pula pada *data center* diantaranya berkaitan dengan penambahan fungsi sebagai *repository* dokumen pengguna dan virtualisasi aplikasi yang akan dijalankan menggunakan perangkat pengguna. Dengan adanya beban tambahan atas kerja *server* yang berada pada *data center* dan tingginya *traffic* data antara perangkat pengguna dan *server*, salah satu hal yang bisa dilakukan adalah menambah *server*. Namun, belum tentu penambahan *server* yang berarti investasi perangkat keras dan juga lunak, merupakan keputusan yang tepat. Ada kemungkinan kemampuan *server* belum dieksplorasi secara total. Salah satu teknologi yang tersedia untuk meningkatkan efisiensi operasional *server*, mengoptimalkan kerja *server* dan sekaligus menekan biaya total kepemilikan (*Total Cost Ownership/TCO*) adalah virtualisasi. Pada dasarnya virtualisasi menciptakan sejumlah partisi dari *server* fisik asal, dimana masing-masing partisi berfungsi sebagai mesin virtual (*virtual machine*). Dengan terciptanya sejumlah mesin virtual maka sejumlah pekerjaan dapat diselesaikan secara konkuren. Dengan demikian, dibanding penyelesaian secara sekuensial menggunakan satu *server* yang tidak dioptimisasi, waktu penyelesaian pekerjaan menggunakan *multiple virtual server* menjadi lebih singkat dan pada gilirannya jejak karbon yang ditinggalkan juga menjadi lebih sedikit.

Dalam kasus dimana perusahaan memiliki karyawan yang banyak dan hampir setiap karyawan membawa perangkat pribadinya ke tempat kerja, bisa jadi virtualisasi *server* atau bahkan virtualisasi *data center* tidak dapat mengakomodasi penyediaan layanan yang memberi pengalaman berkualitas kepada karyawannya disamping menjaga kelangsungan bisnis perusahaan (*business continuity*). Sekali lagi keputusan untuk menambah *server* belum tentu adalah keputusan yang tepat. Salah satu alternatif yang ada adalah memanfaatkan layanan *data center* berbasis awan (*cloud-based data center*). Dalam situasi demikian, biaya investasi *server* baru dan virtualisasinya dialihkan kepada biaya sewa lingkungan komputasi virtual yang disediakan pihak ketiga (*service provider*). Dengan kata lain, sebagian besar jejak karbon yang potensial dihasilkan oleh *data center* perusahaan beralih kepada penyedia layanan *cloud*. Apabila *data center* perusahaan tidak dirancang dengan tepat dalam hal konsumsi energinya sehingga efisiensi energinya sangat rendah (*poor energy efficiency*), maka pemindahan *data center* ke layanan berbasis *cloud* merupakan pilihan yang lebih baik. Disamping pereduksian jejak karbon, perusahaan juga bisa memetik keuntungan dari tereduksinya biaya investasi dan biaya total kepemilikan (TCO). (Bakshi, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari studi kepustakaan diketahui bahwa masih terjadi silang pendapat mengenai keuntungan dan kerugian yang di suatu perusahaan dengan mengadopsi kebijakan BYOD. Mereka yang mendukung BYOD mempunyai ekspektasi bahwa tiga manfaat terbesar dari adopsi BYOD dapat diperoleh, yaitu reduksi biaya untuk pengadaan piranti keras sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada, peningkatan produktivitas berkaitan dengan kepuasan karyawan, dan agilitas bisnis (*business agility*) (Alleu & Desemery, 2013; Krishnan, 2013). Produktivitas karyawan dikatakan meningkat, karena mereka yang dengan sukarela membawa perangkat komputasi pribadinya ke tempat kerja menikmati kenyamanan menggunakan perangkat yang sesuai preferensinya, disamping fleksibilitas di dalam menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan tertentu yang tidak harus dilakukan dalam jam kerja reguler.

Dari sisi sebaliknya, perusahaan yang menerapkan BYOD menghadapi persoalan dengan privasi data karyawan, otorisasi akses ke data sensitif perusahaan/korporasi, serangan virus, serta kompleksitas penyediaan layanan lainnya bagi pengguna yang datang membawa perangkat komputasi dengan platform dan aplikasi yang beragam. Sebagai konsekuensinya, departemen IT perusahaan kehilangan kendali penuh terhadap perangkat komputasi yang digunakan karyawan. Dengan kurangnya kendali dan penanganan yang tidak integral terhadap risiko ancaman keamanan yang datang dari perangkat komputasi karyawan, maka terbuka kemungkinan terjadinya kerugian yang signifikan bermula dari kehilangan produktivitas hingga kehilangan data (Webroot, 2012).

Perihal kendali akan perangkat karyawan berkaitan erat dengan isu proteksi, pengelolaan dan keamanan data perusahaan. Praktek yang terjadi saat ini adalah bahwa perangkat komputasi bergerak, khususnya telpon cerdas, yang umumnya berfungsi sebagai perangkat komunikasi (*voice communication device*) beralih peran menjadi perangkat yang digunakan karyawan secara dominan untuk menciptakan data (*data device*). Hal ini membuka peluang data perusahaan tersebar di berbagai perangkat karyawan yang dapat menyebabkan terjadinya kebocoran data (*data leakage*) atau *data breach* dengan berpindahnya data ke pihak tanpa otorisasi. Tambahan, praktek penggunaan *portable flash disk* dengan ukuran fisiknya yang kecil, memperbesar potensi kebocoran data pada saat medium simpan ini hilang. Dalam situasi semacam inilah potensi jejak karbon muncul. Terlebih apabila terjadi pembelian medium simpan yang baru. Di sisi lain, upaya yang dikeluarkan perusahaan untuk mengatasi persoalan yang muncul akibat berpindah tangannya data tersebut ke tangan orang lain berpotensi meninggalkan jejak karbon.

Mengenai potensi BYOD lainnya dalam menciptakan jejak karbon, penelusuran dapat dimulai juga dari kepemilikan (*ownership*) perangkat komputasi, khususnya kepemilikan perangkat komputasi bergerak (*smartphone, tablet, laptop computer*) secara majemuk. Secara intrinsik manufakturisasi perangkat elektronik, tidak hanya perangkat komputasi, meninggalkan jejak karbon. Dari aspek konsumsi energi, benar bahwa perangkat komputasi mengkonsumsi energi paling ramah lingkungan (Ericsson, 2013; Philipson, 2010). Namun, berkaitan dengan kepemilikan perangkat bergerak yang diprediksi meningkat terus dengan cepat, maka secara total kontribusi dari perangkat bergerak beserta jejaring pendukungnya tidak bisa diabaikan begitu saja.

Apabila jejak karbon yang muncul dari manufakturisasi perangkat tidak dipersoalkan karena memang faktanya demikian adanya, maka yang dapat dipertanyakan apakah setiap karyawan telah memilih dengan tepat perangkat yang ia akan gunakan di tempat kerjanya dan menjadikannya benar-benar produktif di dalam penyelesaian pekerjaan yang ada. Pada prakteknya, karyawan cenderung memilih perangkat komputasi berdasarkan preferensinya termasuk sejumlah fungsionalitas yang ia butuhkan. Tidak ada alasan mendasar bahwa motivasi utama pembelian perangkat komputasi pribadi adalah mendahulukan kepentingan penyelesaian pekerjaan perusahaan di atas kepentingan pribadi. Mengutamakan bekerja dengan perangkat yang benar-benar sesuai preferensi pengguna tentu sejalan dengan pengertian BYOD yang ideal. Sekalipun demikian, hal yang tidak mudah ditunjukkan adalah bahwa setiap perangkat yang karyawan miliki dan bawa ke tempat kerja, baik dalam *flavor BYOD-as-a-Complement, BYOD-as-a-Replacement* atau *BYOD-as-an-Addition*, senantiasa sejalan dengan kebijakan atau aturan perusahaan.

Berkaitan dengan sistem operasi (OS) perangkat karyawan, salah satu masalah yang mungkin muncul adalah apakah OS dari perangkat dimaksud sudah termutakhirkan (*updated*). Selain isu OS, masalah lain adalah bagaimana konektivitas perangkat karyawan dengan *data center* dan isu aplikasi pada perangkat karyawan yang digunakan untuk mengakses data perusahaan. Dengan spesifikasi perangkat karyawan yang tidak memenuhi ketentuan atau kebijakan perusahaan, maka ada kemungkinan perangkat yang karyawan gunakan tidak mendukung sepenuhnya penyelesaian pekerjaan di kantor. Jika tidak untuk keperluan penyelesaian pekerjaan di kantor, maka perangkat yang tetap dalam keadaan aktif besar kemungkinannya digunakan untuk kepentingan pribadi. Dalam hal penggunaan semacam ini jejak karbon muncul.

Dalam konteks masyarakat yang terkoneksi dalam suatu jaringan (*networked society*) dengan *trend* kultur saat ini, yaitu “*always on, always connected*”, maka potensi munculnya jejak karbon ada pada saat perangkat ekstra karyawan dibiarkan

aktif, namun dalam keadaan *idle*. Dalam status *idle* semacam ini, sekalipun konsumsi energi perangkat komputasi bergerak, khususnya telepon cerdas dan tablet, sangatlah kecil dibanding perangkat komputer *desktop* atau *laptop*, tidak dapat dikatakan bahwa produktivitas karyawan meningkat karena dukungan perangkat *idle* tersebut.

Sebagai salah satu solusi alternatif terhadap persoalan bawaan BYOD, dikenal sebuah pendekatan tengah yang dinamai CYOD (*Choose Your Own Device*). Tersirat dari namanya, kebebasan (*freedom*) yang ditawarkan kebijakan CYOD tidaklah sepenuh kebebasan pada BYOD. Dalam konteks CYOD, perusahaan mengambil inisiatif dengan menawarkan kepada karyawan, selain kebebasan dalam memilih perangkat yang mereka sukai dari daftar perangkat komputasi yang sudah diuji dan dapat diakomodasi (*approved devices*) oleh departemen IT perusahaan, juga fleksibilitas di dalam menggunakannya (TechTarget, 2013). Dengan limitasi kebebasan semacam ini, perusahaan yang mengadopsi CYOD sebaliknya mempunyai peluang lebih besar mendapatkan kembali kendali atas akses karyawan ke aplikasi, data dan layanan perusahaan disamping kendali lebih besar terhadap penciptaan dan penyebaran data perusahaan yang terjadi pada perangkat komputasi karyawan. Sekalipun tingkat kebebasan yang ditawarkan bagi karyawan berkurang, CYOD diyakini tetap dapat menyediakan fungsionalitas, mobilitas dan fleksibilitas sebagaimana yang diinginkan. Dengan mengadopsi kebijakan CYOD, departemen IT dapat menerapkan segmentasi antara kepentingan pribadi dengan kepentingan perusahaan pada perangkat komputasi milik karyawan. Peralihan antar kepentingan (*context switching*) semacam ini dimungkinkan salah satunya melalui penciptaan lingkungan kerja virtual (*virtual environment*) yang terpisah. Dengan demikian, pengendalian atas keamanan data perusahaan oleh departemen IT juga menjadi lebih besar.

KESIMPULAN

Dalam tulisan ini telah dibahas fenomena BYOD yang tengah menjadi *trend* dan lebih dari itu dapat dikatakan bahwa BYOD tidak dapat dihindari (*inevitable*). Sekalipun tidak tampak secara gamblang hal-hal yang dapat dilakukan untuk mereduksi jejak karbon mengikuti adopsi BYOD, peran pengguna, khususnya karyawan, yang signifikan adalah mempertimbangkan pembelian perangkat komputasi yang sesuai dengan kebijakan perusahaan. Yang kedua, diharapkan pengguna dapat membangun kebiasaan untuk melakukan praktek-praktek yang ramah lingkungan, seperti halnya menggunakan perangkat komputasi seperlunya secara optimal yang digunakan secara dominan untuk keperluan perusahaan (*professional*) dan bukan untuk kepentingan pribadi (*personal*) selama jam kerja. Pengguna juga dapat memastikan bahwa perangkat komputasinya tidak dalam keadaan aktif namun *idle* untuk jangka waktu yang lama. Di samping itu pengguna juga dapat meningkatkan kewaspadaan akan isu keamanan ketika bekerja dengan aplikasi, data serta layanan perusahaan. Sementara bagi perusahaan, penyusunan prosedur atau aturan (*rule*)

yang tepat sesuai dengan *business objective* perusahaan adalah sebuah keharusan. Aturan atau prosedur dimaksud juga memuat kombinasi (*blend*) tanggungjawab yang menjadi bagian karyawan (*employee*) dan juga perusahaan (*employer*) setidaknya di dalam konteks pengaksesan sumber daya perusahaan oleh karyawan dan penyediaan layanan berkualitas dan andal (*quality and reliable service*) oleh perusahaan. Keputusan perusahaan dalam menentukan apakah *flavor* dari BYOD yang diadopsinya adalah *BYOD-as-a-complement*, *BYOD-as-a-replacement*, atau *BYOD-as-an-addition* juga semestinya tercermin dari aturan atau prosedur yang ada. Perusahaan juga dapat mengedukasi karyawan mengenai produk-produk elektronik, khususnya perangkat komputasi, yang telah diuji ramah lingkungan, yaitu produk dengan jejak karbon siklus hidupnya rendah, pada saat perusahaan memberi kebebasan kepada karyawan untuk memilih perangkat yang dapat dibawa ke tempat kerja.

Sebagai simpulan akhir, dengan adanya *trend* dan prediksi meningkatnya perangkat komputasi bergerak secara melejit dalam satu dasawarsa ke depan, maka praktek-praktek tidak ramah lingkungan menggunakan perangkat komputasi pribadi (*personal devices*), baik untuk urusan pribadi maupun profesional, yang seolah-olah dampaknya kecil bagi lingkungan saat ini, secara akumulatif memberi dampak lingkungan yang tidak dapat dipandang sebelah mata begitu saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Alleau, B., Desemery, J. 2013. *Bring Your Own Device: It's all about Employee Satisfaction and Productivity not Costs!* French: CapGemini Consulting
- Australian Academy of Science. 2010. *The Science of Climate Change: Questions and Answers*
- Bakshi, K. 2009 *Cisco Cloud Computing - Data Center Strategy, Architecture, and Solutions*. USA: Cisco Systems, hal. 4-5
- Bradley, J., Loucks, J., Macaulay, J., Medcalf, R., Buckalew, L. 2012. *BYOD: A Global Perspective Harnessing Employee-Led Innovation*. USA: Cisco
- Brook, R.K. 2009. Ignoring The Elephant In The Room: The Carbon Footprint Of Climate Change Research. *Arctic*, Vol. 62, No. 2, hal. 253-255
- Cisco. 2012. *The Cisco BYOD Smart Solution*. hal. 1
- Ericsson AB. 2011. *More Than 50 Billion Connected Devices*
- Ericsson AB. 2013. *Ericsson Energy and Carbon Report. On The Impact Of The Networked Society*
- Ghertner, D. A., Fripp, M. 2007. Trading Away Damage: Quantifying Environmental Leakage Through Consumption-based, Life-cycle Analysis. *Ecological Economics*, Vol. 63 (2-3), hal. 563-577
- Harris, J., Ives, B., Junglas, I. 2012. IT Consumerization: When Gadgets Turn Into Enterprise IT Tools. *Journal of MIS Quarterly Executive*, Vol. 11, No. 3, hal. 99-112
- Lee, P., Stewart, D., Calugar-Pop, C. 2013. *Technology, Media & Telecommunications Predictions 2013*. London, UK: Deloitte Touche Tohmatsu
- Krishnan, H. 2011. *Consumerization: Managing the BYOD trend successfully*. India: Wipro Technologies
- Malmodin, J., Bergmark, P., Lundén, D. 2013. The future carbon footprint of the ICT and E&M sectors. *Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability (ICT4S 2013)*, ETH, Zurich, hal. 12-20

- Mingay, S. 2007. *Green IT: The New Industry Shock Wave*. USA: Gartner, Inc. Diakses dari <http://mediaproducts.gartner.com/reprints/microsoft/153703.html>. Akses terakhir: 18 Nopember 2013
- Morelli, J. 2011. A Definition for Environmental Professionals. *Journal of Environmental Sustainability*, Vol. 1, hal. 19-27
- Murugesan, S., Gangadharan, G.R. 2013. *Harnessing Green It: Principles and Practices*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons
- Olivier, J.G.J, Janssens-Maenhout, G., Peters, J.A.H.W. 2012. *Trends in Global CO2 Emission; 2012 Report*. Netherland: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency
- Philipson, G. 2010. *Carbon and Computers in Australia: The Energy Consumption and Carbon Footprint of ICT Usage in Australia in 2010*, Australia: Australian Computer Society
- Shammin, M.R. 2012. *The Role of US Households in Global Carbon Emissions, Greenhouse Gases-Emission, Measurement and Management*. Dr Guoxiang Liu (Ed.) InTech. Diunduh dari: <http://www.intechopen.com/books/greenhouse-gases-emission-measurement-andmanagement/the-role-of-us-households-in-global-carbon-emissions>. Akses terakhir: 11 Nopember 2013
- Shui, B., Orr, H., Sanquist, T., Dowlatabadi, H. 2010. Total Energy Use and Related CO2 Emissions of American Household Consumption, 1997-2007. Prosiding *2010 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, Vol 7: Human and Social Dimensions of Energy Use: Trends and Their Implications, hal. 310-321.
- Struthers, T., Lee, P. 2013 *Understanding The Bring-Your-Own-Device Landscape: By Invitation Only*, UK: Deloitte LLP
- Symantec (2013) *Are Your Mobile Policies Keeping Up with Your Mobile Employees? BYOD or Bust*. Hal. 1
- Talaber, R., Brey, T., Lamers, L. (2009). *Using Virtualization To Improve Data Center Efficiency*. USA: Green Grid
- TechTarget. 2013. *Build A Business Case: Embrace Change. Maintain Control. CYOD Lets You Do Both*. USA: Insight Enterprises
- Wang, J., Oppenheimer, M. 2005. *The Latest Myths and Facts on Global Warming*. USA: Environmental Defense
- Wang, J., Chameides, B. 2007. *Are Humans Responsible for Global Warming? A Review Of The Facts*. USA: Environmental Defense
- Watson, R., Boudreau, M. 2011. *Energy Informatics*. Athens, GA, USA: Green ePress
- Webroot. 2012. *Survey: Mobile Threats are Real and Costly*. hal. 2
- Wright, L., Kemp, S., Williams, I. 2011 'Carbon footprinting': Towards A Universally Accepted Definition. *Carbon Management*, Vol. 2, No. 1, hal. 61-72.