

# TANDATANGAN DIGITAL SEBAGAI SOLUSI TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI (TIK) HIJAU: SEBUAH KAJIAN LITERATUR

## DIGITAL SIGNATURE AS GREEN INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) SOLUTION: A REVIEW PAPER

**Firda Zulivia Abraham, Paulus Insap Santosa, dan Wing Wahyu Winarno**

Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No.2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281

E-mail: firda.abraham@mail.ugm.ac.id, insap@ugm.ac.id, wing@mail.ugm.ac.id

Naskah diterima tanggal 14 Oktober 2018, direvisi tanggal 10 Desember 2018, disetujui pada tanggal 22 Desember 2018

---

### **Abstract**

*The presence of Information and Communication Technology (ICT) can be a solution to environment issues, one of the concepts about environment-friendly of ICTs is a Green ICT. Digital Signature in Indonesia regulated in Government Regulation No.82/2012 About System Implementation and Electronic Transaction, that works to authentication tools and verification. By implementing of Green ICT, it's expected that the use of media such as excess paper in office will be minimized. This study looking for Green ICT solution using the Digital Signature. With the existing theory, it is expected that the implementation of Digital Signature can reduce the use of paper in the office and maximize the concept of e-Government. However, implementation of e-Government with the technology increasing the use of paper and the use of digital signature technology with high-tech encryption is felt to burden the organization, it is not same way with objective of e-Government, a budget efficiency. Therefore Digital Signature with PKCS#12 method which are issued officially by the government expected to increase paper reduction. PKCS#12 method in addition to not requiring its own infrastructure, the use of the method also does not require a lot of money to funding the Digital Signature system.*

**Keywords :** *Green ICT, Digital Signature, PKCS#12, e-government*

### **Abstrak**

Kehadiran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menjadi sebuah solusi mengenai isu ramah lingkungan, salah satu konsep tentang TIK yang ramah lingkungan adalah Green Information and Communication Technology (Green ICT). Tanda Tangan Digital di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik, yang berfungsi sebagai alat autentikasi dan verifikasi. Dengan menerapkan Green ICT, diharapkan penggunaan media seperti kertas berlebih di lingkungan perkantoran akan semakin diminimalisir. Penelitian ini ditulis sebagai kajian dari sebuah sistem pendukung Green ICT, yaitu Tanda Tangan Digital (TTD). Dengan teori yang sudah ada diharapkan penerapan TTD dapat mengurangi penggunaan kertas di lingkungan perkantoran atau lebih memaksimalkan konsep e-Government. Penggunaan TTD dengan metode PKCS#12 diharapkan dapat meningkatkan lagi pengurangan kertas, selain tidak memerlukan infrastruktur tersendiri, penggunaan dengan metode tersebut juga tidak membutuhkan biaya yang banyak

**Kata Kunci :** *TIK Hijau, Tanda Tangan Digital, PKCS#12, Pemerintahan-el*

### **PENDAHULUAN**

Dari awal pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) bertujuan untuk menjadikannya sebagai teknologi yang hijau. Akan tetapi dalam perkembangannya TIK semakin memudahkan orang untuk lebih konsumtif dalam penggunaan kertas untuk mencetak tulisan maupun gambar dengan cepat

(Mulder & Peet, 2002). Oleh sebab itu TIK sudah tidak selaras dengan awal tujuan pengembangannya yaitu sebagai teknologi yang menggantikan kertas untuk pelbagai pekerjaan, TIK justru digunakan sebagai media yang mendorong penggunaan kertas berlebih. Oleh karena itu *paperless-office* hanyalah menjadi teori usang yang diusung oleh para pencipta awal teknologi (Plepys, 2002).

Terlebih lagi, dengan komputer personal dan perkembangan gawai yang semakin masif, menjadikan *printer* sebagai kebutuhan yang tidak dapat terpisahkan dan semakin menjadi media personal yang dapat ditemui pada setiap kantor bersama dengan komputer (Cody, 1999).

Dalam sebuah penelitian, rerata pekerja menghabiskan 10.000 lembar kertas untuk fotokopi dan mencetak melalui printer setiap tahunnya. Sebanyak 45% kertas tersebut berakhir di tempat sampah dipenghujung hari kerja dihari yang sama dengan hari mencetak maupun menggandakan sebuah media melalui mesin (Project, 2016). Seiring dengan itu, pertumbuhan bisnis kertas pada setiap tahunnya naik sebanyak 22%, itu berarti kertas yang digunakan unuk kebutuhan saat ini akan naik menjadi dua kali lipat dalm 3,3 tahun kedepan.

Pengurangan kertas sendiri sangat memberikan efek berupa pengurangan gas CO<sub>2</sub>. Seperti yang dilakukan oleh Jepang, yang memprediksi dapat mengurangi hingga 150 juta ton kertas pada 2020 jika nirkertas diterapkan pada seluruh sektor yang lebih luas selain di pemerintahan (Telecommunity, 2011). Jepang sendiri telah menerapkan Inovasi Hijau dengan peraturan di bidang TIK yang tertuang dalam Undang-Undang mereka.

Salah satu penyebab penggunaan kertas berlebih adalah pembubuhan tanda-tangan dan stempel basah pada lembaran kertas untuk autentifikasi, lalu setelah itu dokumen tersebut dipindai dan ditampilkan pada laman web maupun melalui persuratan digital (Santos, 2017). Untuk itu tandatangan digital diperlukan agar dapat mengurangi penggunaan kertas.

Tanda Tangan Digital (Tanda Tangan Elektronik) di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik. Dalam PP tersebut disebutkan bahwa Tanda Tangan Digital berfungsi sebagai alat autentifikasi dan verifikasi atas: (1) identitas penandatangan, dan (2) keutuhan dan

keautentikan informasi elektronik. Selain itu setiap dokumen elektronik yang didistribusikan melalui media elektronik persetujuan yang diakui adalah berupa tanda tangan digital tersebut, bukan tanda tangan basah hasil pindaian dari mesin pemindai.

Menurut UU ITE dokumen elektronik adalah setiap informasi elektronik yang dibuat, diteruskan, dikirimkan, diterima, atau disimpan dalam bentuk analog, digital, elektromagnetik, optikal, atau sejenisnya, yang dapat dilihat, ditampilkan, dan/atau didengar melalui Komputer atau sistem Elektronik, termasuk tetapi tidak terbatas pada tulisan, suara, gambar, peta, rancangan, foto atau sejenisnya, huruf, tanda, angka, Kode Akses, simbol atau perforasi yang memiliki makna atau arti atau dapat dipahami oleh orang yang mampu memahaminya.

Jadi setiap apapun yang yang dibuat, diteruskan, dikirimkan, diterima, atau disimpan dalam bentuk analog, digital, elektromagnetik, optikal, atau sejenisnya, yang termasuk dalam dokumen elektronik harus diautentifikasi menggunakan tanda tangan digital

Penelitian ini adalah sebuah review terhadap beberapa hasil penelitian, yaitu tanda-tangan digital yang perkembangannya sudah semakin sederhana, menjadi sebuah sistem yang dapat mengurangi penggunaan kertas. Penelitian ini mengambil beberapa hasil penelitian antara terhadap tanda-tangan digital yang terbit di beberapa media. Pengumpulan menggunakan Google Scholar sebagai alat pencarian utama, lalu menggunakan UGM Summons Serials Solution dalam mencari naskah yang terbit pada IEEE, Science Direct, Taylor and dan lainnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### TIK Hijau

Dewasa ini banyak ditemukan kegiatan yang mengangkat tentang kepedulian lingkungan, dengan didukung oleh perlabgai bisnis, organisasi serta kelompok lainnya untuk berusaha mengurangi hal-hal yang

membahayakan lingkungan sekitar dan membuat lingkungan mereka kembali menjadi lebih baik (Butler, 2011). Beberapa penelitian mengatakan bahwa penggunaan TIK yang tepat dapat memberikan efek langsung terhadap lingkungan dan keberlangsungannya (Asadi & Dahlan, 2017).

Penggunaan TIK agar menjadikan lingkungan semakin baik dikenal dengan sebutan *Green ICT* (TIK hijau), yaitu konsep TIK yang ramah lingkungan. TIK Hijau secara teori terbagi menjadi dua yaitu TIK yang Hijau (*Green of ICT*) dan Hijau karena TIK (*Green by ICT*). TIK yang Hijau adalah aktifitas dalam dunia TIK yang menggunakan energi dan sumberdaya alam yang ramah lingkungan, seperti penggunaan sumber energi terbarukan untuk menjalankan *server* atau sebagainya. Sedangkan Hijau karena TIK adalah kegiatan yang meningkatkan kelestarian lingkungan dengan memanfaatkan TIK sebagai solusinya. Contohnya adalah mengurangi penggunaan kertas di lingkungan perkantoran.

Dalam TIK Hijau yang menjadi banyak sorotan adalah penggunaan perangkat dan efisiensi penggunaan teknologi yang biasanya merujuk pada penggantian PC dengan perangkat yang lebih hemat energi, menurunkan penggunaan komputer yang tidak penting dan berlebihan, dan menggunakan energi terbarukan untuk pusat data (R T Watson, Boudreau, Chen, & Huber, 2008).

Dalam penerapannya, TIK Hijau memang menemui banyak hambatan, salah satunya adalah dari sektor kebijakan, ketidaktahuan konsep, dan tidak adanya dukungan nyata dari pemerintah (Zhang & Liang, 2012). Untuk dapat menerapkan TIK Hijau, Pemerintah tidak dapat berjalan sendiri, walaupun sudah membuat kebijakan, mengetahui konsep, dan didukung secara penuh. Diperlukan kerja kolektif dan juga pengetahuan melalui pendidikan mulai dari tingkat dasar hingga tingkat tinggi, serta sosialisasi kepada para ahli dalam bidang TIK (J. H. Appelman, Osseyran, & Warnier, 2013).

Selain banyak faktor yang dapat mengsucceskan penerapan TIK Hijau, yaitu dukungan dari manajemen puncak, dukungan pemerintah, dukungan sumber daya, sumber teknologi dan dukungan tata kelola yang benar (Chen & Chang, 2014). Dapat disimpulkan penerapan TIK Hijau itu membutuhkan dukungan dari multisektoral (Ziamba, 2017).

Selain dua konsep diatas, terdapat konsep lainnya yaitu Sistem Informasi Hijau (*Green Information Sistem*) dimana konsep tersebut berfokus pada rancangan dan implementasi SI yang dapat memberikan kontribusi terhadap penghematan pada proses bisnis sebuah organisasi (Richard T Watson, Boudreau, & Chen, 2010). Dimana rancangan dan implementasi SI tersebut memberikan implikasi berupa penghematan energi (Vazquez, Rocha, Dominguez, Morales, & Ahluwalia, 2011)

### **Tanda Tangan Digital**

Konsep tandatangan digital (TTD) sendiri sudah ada sejak dari awal perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Ide awal TTD sendiri dimulai sejak 1976 melalui sebuah tulisan *New Direction In Cryptography*. Dalam artikel tersebut menerangkan bahwa konfidensial sebuah dokumen yang dikirimkan dalam bentuk digital adalah sebuah tantangan.

Pada prinsipnya, TTD adalah sebuah kombinasi uni dari fungsi *hash* dan enkripsi dengan metode asimetris (Schneier, 1995), Untuk dapat menandatangani sebuah dokumen elektronik, dokumen tersebut akan dijadikan sebagai masukan pada fungsi *hash*. Fungsi *hash* adalah sebuah fungsi satu arah dan menghasilkan fungsi unik untuk setiap data yang dimasukkan pada fungsi *hash* tersebut (Menezes, Van Oorschot, & Vanstone, 1996).

Pada prinsipnya TTD adalah kombinasi unik dari sebuah fungsi *hash* dan enkripsi dengan metode asimetrik (Schneier, 1995). Untuk menandatangani sebuah dokumen elektronik, dokumen tersebut akan dijadikan

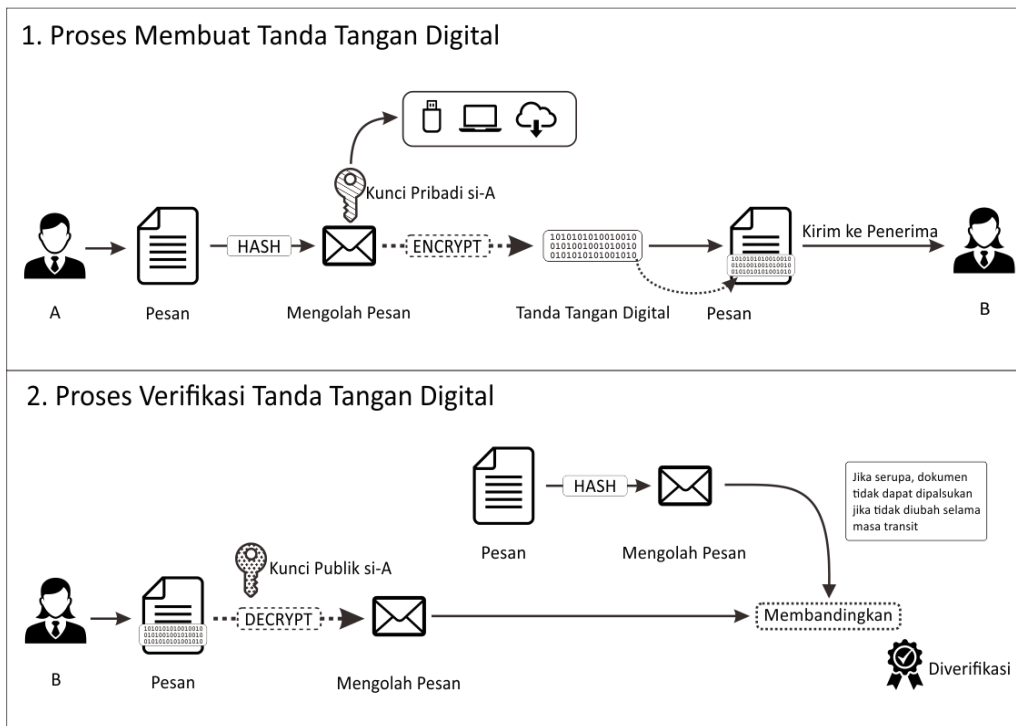
sebuah masukan pada fungsi *hash* yang unik. Fungsi *hash* adalah sebuah fungsi satu arah dan hasilnya adalah nilai unik pada setiap data yang dimasukkan pada fungsi *hash* tersebut (Menezes et al., 1996). Teknik umum yang digunakan untuk membuat TTD adalah dengan fungsi M, ditransformasikan oleh fungsi *hash* (H), menjadi pesan singkat (h). Pesan singkat (h) tersebut lalu di enkripsi (S) dengan Kunci Pribadi (*Private Key* / PK) pengirim pesan (Munir, 2005). Teknik tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$S = E_{SK}(h) \quad (1)$$

Hasil dari enkripsi (S) tersebut yang disebut dengan TTD. Oleh karena itu, setiap

perbedaan pada satu *bin* pada konten dokumen yang dihasilkan memiliki nilai *hash* yang berbeda juga. Untuk proses TTD dapat dilihat pada gambar 1.

Dapat dilihat pada gambar 1, Penerima B, TTD diverifikasi dengan cara dekripsi menggunakan Kunci Publik milik pengirim, lalu menghasilkan pesan singkat (h). Selanjutnya pengirim mengubah pesan (M) menjadi pesan singkat (h') dengan menggunakan fungsi *hash* satu arah yang digunakan oleh pengirim. Setelah dicocokkan  $h'=h$ , maka TTD yang diterima otentik dan berasal dari pengirim yang sama dan benar (Munir, 2005).



Gambar 1. Proses Membuat dan Verifikasi TTD (Sumber: diolah dari Nugraha & Mahardika, 2016)

Dalam perkembangannya, TTD tidak lagi menggunakan infrastruktur untuk memverifikasi TTD. Infrastruktur tambahan hanya akan menambah beban pengeluaran dan perawatan organisasi, alih-alih menghemat pengeluaran, beban yang dialami oleh organisasi dengan membangun infrastruktur TTD lebih besar. Dalam beberapa kasus, sebuah organisasi dapat

menghabiskan hingga \$495 untuk mendapatkan sertifikat keamanan dari penyelenggara keamanan, atau menggunakan cara lain untuk memverifikasi dokumen mereka menggunakan sistem serupa tetapi dengan format yang berbeda (Gutmann, 2002).

Karena selalu membutuhkan sebuah infrastruktur dan metode yang digunakan untuk

menandatangani sebuah dokumen sangat mahal, pada 1996, Microsoft memperkenalkan sebuah metode baru untuk penyimpanan Kunci Pribadi, untuk mengganti format lama dan tentunya lebih aman dibanding format sebelumnya. Format tersebut bernama PFX (*Personal Information Exchange / Pertukaran Informasi Personal*).

Dalam sebuah sistem keamanan digital X.509 merupakan sebuah standar enkapsulasi informasi dan kunci publik pengguna dalam sebuah PKI (*Public Key Infrastructure/ Infrastruktur Kunci Publik*), dan ini digunakan secara luas di berbagai macam sistem digital (Yinghui, 2009). Tetapi dengan metode tersebut tidak ada yang dapat menjamin bagaimana melindungi kunci pribadi pengguna tersebut jika pengguna memperoleh sertifikat digital yang berisi informasi kunci pribadi pengguna.

Oleh sebab itu, Microsoft mengadopsi PKCS#12 : *Personal Information Exchange Syntax Standard* yang disediakan oleh RSA, sebuah perusahaan keamanan, sebagai spesifik sertifikat informasi yang lengkap dari pengguna untuk menerapkan sertifikat keamanan yang dapat di ekspor. Dengan teknologi PKCS#12, semua informasi dapat diuraikan melalui pengiriman sintaks, informasi yang tersimpan dalam metode PKCS#12 adalah identitas pribadi, termasuk kunci pribadi, sertifikat, rahasia lainnya dan ekstensi-ekstensi lainnya yang berhubungan dengan pengguna (Moriarty, Nystrom, Parkinson, Rusch, & Scott, 2014).

Berbeda dengan model TTD yang menggunakan infastruktur sendiri, model TTD dengan PKCS # 12 hanya seperti menempelkan sebuah tanda air pada dokumen. Sertifikat PKCS # 12 berbentuk file dan dapat disimpan pada semua media penyimpanan termasuk pada penyimpanan awan. Oleh karena itu sistem PKCS # 12 sangat fleksibel untuk digunakan.

Keamanan dan fleksibilitas pada sistem dari file PKCS # 12 tergantung dari kata sandi pengguna, dan kata sandi ini sangat sulit dicuri

menggunakan semua metode pencurian, pembaruan dari kata sandi juga dapat meningkatkan keamanan. Selain file PKCS # 12 juga dapat disalin sehingga menghindari dari pencurian atau kerusakan file (Li & Zhang, 2013).

Seperti yang diungkapkan diatas, TTD dengan system PKCS # 12 dengan menempelkan file sertifikat, dan menempelkan segel pada dokumen yang akan di tandatangani. Segel pada dokumen tersebut, menurut hukum UU ITE, setara dengan tandatangan dan stempel basah tradisional. Selain itu keunggulan TTD adalah susah untuk dipalsukan seperti tandatangan tulisan tangan. TTD juga memberikan jaminan nir-sangkal, yang artinya seseorang tidak bisa menyangkal bahwa dia tidak menandatangani sebuah dokumen atau file digital, sementara kata sandi tetap dirahasiakan dan sudah dimasukan di perangkat pengolah dokumen mereka. Beberapa skema baru nir-sangkal pada TTD adalah menawarkan cak tanda waktu, sehingga jikapun kunci keamanan terbuka, TTD tetap valid, dan berlaku hukum yang resmi di Indonesia (Wright, 2017).

PKCS # 12 yang menempel pada dokumen memiliki struktur standar seperti pada Gambar 2. Struktur tersebut berisi informasi yang menjelaskan penanda-tangan, dan lainnya.

<b>NAMA PENANDA TANGAN</b>	Digitally Signed by (Nama Penanda Tangan)
	Distinguished Name (Nama Penanda Tangan)
	(Organisasi)
	(Organisasi - Unit)
	(Email)
	Tujuan Penanda Tangan
	(Lokasi Negara - ISO Code 2 Huruf)
	Date : yyyy.mm.dd jj:mm:dd (Zona GMT)

**Gambar 2. Struktur PKCS # 12**

Berdasarkan gambar 2, struktur dari tampilan PKCS # 12 berbeda dengan tandatangan tradisional dimana terdiri dari

baris dan kolom dimana berisi setiap informasi tentang penandatanganan. Setiap aplikasi pemroses dokumen memiliki caranya sendiri dalam menampilkan TTD, misal, pada Adobe penandatanganan dapat mengatur informasi seperti tidak menampilkan tanggal, alasan, atau memasukan logo atau sejenisnya. Tetapi dengan pengaturan tersebut tidak mengurangi kekuatan hukum dari dokumen tersebut.

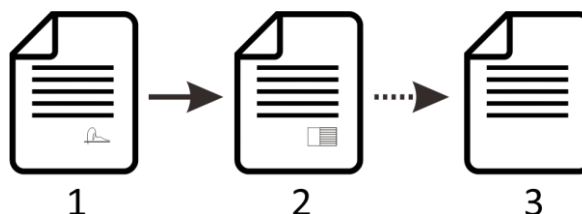
Pada gambar 3, terdapat perbedaan, dimana, secara umum, TTD yang dibuat dengan Adobe hanya memberikan nama penandatangan, tetapi jika ingin membuat dengan tampilan lain dapat juga menggunakan TTD basah yang dipindai, lalu dimasukan dengan TTD pada aplikasi Adobe.



Gambar 3. TTD yang dibuat dengan Adobe

Pada gambar 3 juga terlihat TTD yang resmi belaku di Indonesia dikeluarkan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo), terlihat Organisasi Unit yang mengeluarkan sertifikat adalah RA (*Registration Authority*) Direktorat Keamanan Informasi.

Yang menjadikan TTD berbeda dengan tandatangan tradisional adalah jika terjadi perubahan pada dokumen, apapun itu baik tulisan (walaupun hanya 1 karakter), ataupun metadata. TTD digital tidak lagi valid dan TTD yang tertera pada dokumen akan terhapus dengan sendirinya.



Gambar 4. Transformasi Tandatangan

### Hukum Tanda Tangan Digital

Jarak waktu antara pengembangan TTD dengan hukum yang melindunginya sangat jauh. Hukum yang mengatur tentang TTD pertama kali adalah *The Utah Digital Signature Act*, yang diundangkan pada tahun 1995. Kehadiran Undang-undang tersebut memang masih prematur dan banyak menilai banyak kekurangannya, banyak isinya yang masih samar, membingungkan, dan dianggap sama sekali tidak cukup untuk menangani banyak masalah hukum dan berbagai kebijakan baru di dunia maya (Richards, 1998).

Negara tetangga kita, Malaysia, termasuk salah satu negara awal yang memberikan perlindungan hukum bagi pengguna TTD. Pada tahun 1997 Malaysia mengeluarkan Undang-Undang yang mengatur TTD. Tidak seperti *The Utah Digital Signature Act*, *Malaysia Digital Signature Act* berlaku lebih luas, penerapan TTD digital juga diatur tidak terbagai untuk beberapa kasus dan transaksi elektronik saja, tetapi untuk keseluruhan kegiatan pertukaran dokumen digital di Malaysia (Saripan & Hamin, 2011).

Bagaimana dengan Indonesia? Di Indonesia sendiri, kegiatan perkantoran tanpa kertas untuk perkantoran pemerintah sudah diatur dalam Cetak Biru (*Blueprint*) Sistem Aplikasi e-Government Bagi Lembaga Pemerintah Daerah yang dikeluarkan oleh Departemen Komunikasi dan Informatika (sebelum nomenklturnya berubah menjadi Kementerian). Dalam Cetak biru tersebut, segala aplikasi yang berhubungan dengan pemerintahan diharapkan mengalami perubahan yang diakibatkan karena transformasi sistem kerja dari manual ke elektronik (Departemen Komunikasi dan Informatika, 2004).

Cetak biru tersebut dikeluarkan sebagai tindak lanjut Instruksi Presiden No.3 Tahun 2003 Tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan e-Government. Dalam Inpres tersebut menekankan bahwa pemanfaatan teknologi komunikasi dan informasi dalam proses pemerintahan akan meningkatkan efisiensi, efektifitas, transparansi dan akuntabilitas penyelenggaraan pemerintah. Selain itu, pemerintah juga harus segera melaksanakan proses transformasi menuju e-Government. Itu berarti sejak tahun 2003 pemerintahan di Indonesia harus bertransformasi ke pemerintahan elektronik yang selalu berhadapan langsung dengan masyarakat (Government to Citizen / G2C), bisnis (Government to Business/ G2B), dan dengan sesama pemerintah (Government to Government/ G2G) melalui dunia maya.

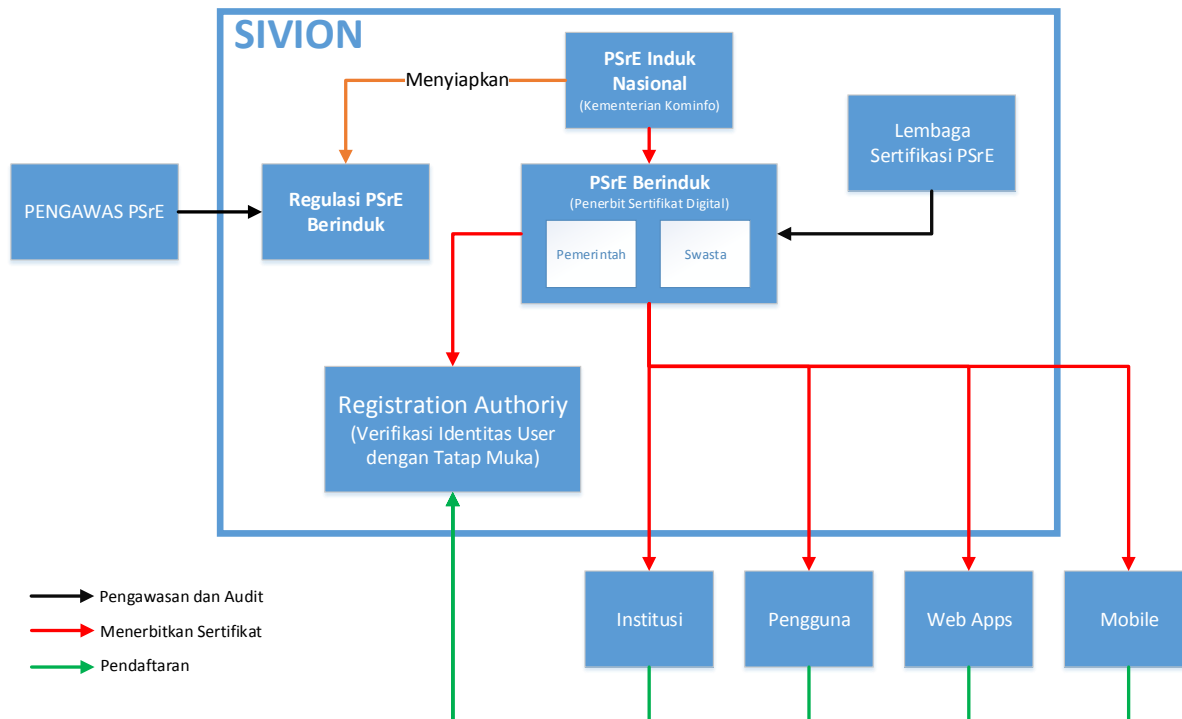
Tandatangan digital sendiri di Indonesia mulai diatur dalam Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2012, Tentang Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik, dan berlaku bagi seluruh penyelenggara sistem elektronik. Yang dimaksud dengan penyelenggara adalah setiap orang, penyelenggara negara, badan usaha, dan masyarakat yang menyediakan, mengelola, dan/atau mengoperasikan sistem elektronik secara sendiri-sendiri maupun bersama-sama kepada Pengguna Sistem Elektronik untuk keperluan dirinya dan/atau keperluan pihak lain (*Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik*, 2012). Dalam Peraturan Pemerintah tersebut setiap layanan publik wajib menggunakan sertifikat elektronik. Peraturan Pemerintah tersebut diperkuat oleh UU ITE yang juga melindungi tentang tandatangan digital.

Pada tahun 2016, Kementerian Kominfo melalui Ditjen Aplikasi Informasi telah meluncurkan program Sistem Verifikasi Online (Sivion) yang menyediakan sertifikat digital kepada pemohon yang menjadi validasi untuk menggunakan TTD dalam melakukan transaksi pada sistem penyelenggara secara elektronik.

Sivion menyediakan sertifikat digital bagi individu, organisasi, dan server milik masyarakat dan milik pemerintah. Validasi sertifikat digital tersebut akan langsung dilakukan pada masing-masing Penyelenggara Sertifikat Elektronik (PSrE) Berinduk penerbit sertifikat (*Root Certification Authority/Root CA*). Selain itu, Kominfo menyiapkan Root CA Nasional dengan melegalisasi CA Pemerintah dan CA Swasta, dan juga memberikan edukasi bagi masyarakat karena ada penambahan bisnis proses pada transaksi daring (Aptika, 2016a).

Penyelenggara Sertifikasi Elektronik (PSrE) Induk bertindak sebagai *trust anchor* penerbitan identitas online atau sertifikati digital atau tandatangan digital adalah Kementerian Komunikasi dan Informatika. Kemudian PSrE Induk (Kominfo) menjamin Identitas PSrE Berinduk dengan menerbitkan sertifikat digital bagi PSrE Berinduk yang memenuhi persyaratan teknis. Kemudian PSrE Berinduk menjadi identitas masyarakat dan pemerintah dengan menerbitkan Sertifikat digital bagi mereka. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.

Dari proses tersebut terlihat, pemerintah mendukung untuk meningkatkan layanan berbasis elektronik untuk semua pihak, baik pihak swasta maupun pihak pemerintah sendiri, baik individu maupun kelompok. Kominfo selaku Root CA dapat memberikan kewenangan kepada Certification Authority sebagai penjamin identitas masyarakat. CA dapat berupa instansi pemerintah maupun swasta. Dengan banyaknya pihak yang dapat mengeluarkan sertifikat digital diharapkan masyarakat banyak menggunakan tandatangan digital tersebut untuk mengurangi penggunaan kertas. Terlebih membubuhkan/menempelkan tandatangan manual ke dokumen digital, karena dengan menggunakan tandatangan digital mendapat jaminan kerahasiaan, menjaga isi pesan dari siapapun yang tidak berhak membacanya (Aptika, 2016b).



Gambar 5. Proses Sistem Verifikasi Identitas Online Nasional (Sumber: Dirjen Aptika)

Selama ini masyarakat memandang Tandatangan Digital hanyalah dokumen tradisional yang dipindai lalu, tandatangan basah ditempel pada dokumen. Dengan kecanggihan teknologi, banyak masyarakat meragukan dokumen semacam ini. Tetapi dengan sertifikat digital, dokumen yang ada dapat dibuktikan siapa pemilik dari sebuah dokumen tersebut, apabila dokumen tersebut diubah data dalam dokumen akan memunculkan pesan bahwa data tersebut tidak benar. Dalam sertifikat tersebut memuat identitas dan tandatangan secara elektronik, singkatnya sertifikat tersebut adalah file tandatangan digital seseorang.

### Kesuksesan Green ICT dengan support TTD di berbagai negara

#### Estonia

Populasi Estonia dalam beberapa dekade terakhir mengalami pertumbuhan penduduk yang sangat massif, lebih dari 600% pertumbuhan penduduk di negara Baltik kecil tersebut. Dari 1.3 juta juga menjadi 10 juta jiwa dalam satu dekade. Bukan karena para imigran yang membanjiri negara kecil tersebut.

Tetapi Estonia menjadi negara pertama yang membuka batas negara digital mereka dengan *e-residents*, dimana seseorang dapat menjadi warga negara Estonia secara digital. *E-Residents* yang terdaftar di Estonia mendapatkan kartu identitas digital mereka dan tentunya mendapatkan tanda tangan digital mereka. Dengan Identitas Digital dan Tandatangan Digital, pada *e-Residents* tersebut dapat mengakses seluruh layanan elektronik serta basisdata yang diberikan oleh Pemerintah Estonia dan tentunya dapat mendaftarkan perusahaannya di Estonia, melakukan investasi disana dan menjangkau pasar Uni Eropa (Anthes, 2015).

Perjalanan Estonia membuka gerbang batas digital mereka sudah mulai dilakukan sejak tahun 2000, dimana saat pemerintah memperkenalkan filling pajak elektronik. Lalu Pemerintah Estonia memperkenalkan Kartu Identitas Elektronik bersama dengan Tanda Tangan Digitalnya, dan setiap warga negara yang minimal berusia 15 tahun akan mendapatkan keduanya. Kartu Identitas Elektronik dan Tandatangan Digital itu menjadi kunci untuk mengakses segala layanan dan informasi yang disediakan oleh pemerintah



dan juga swasta seperti layanan kesehatan, perbankan, pendidikan, serta segala bentuk hukum. Sejak tahun 2002, Pemerintah Estonia dan berbagai industri berangsur saling berjejaring dan terhubung dengan *backbone* data nasional yang disebut dengan X-Road (Anthes, 2015).

Selain itu, TTD di Estonia digunakan secara luas dan sangat dipercaya oleh masyarakatnya seperti tanda tangan tradisional di atas kertas. Penggunaan TTD dapat menghemat 2% dari PDB atau sama dengan \$500 juta (setara Rp.7,6 Triliun) pertahunnya dari pembelian kertas. TTD yang didapatkan dapat digunakan disegala macam layanan dan dimanapun dan memiliki kekuatan hukum yang sama dengan tanda tangan tulisan tangan. Dengan penggunaan TTD tidak seorang pun di Estonia yang memikirkan penggunaan kertas lagi. Dengan hanya lima hingga 6 kali klik data yang dibutuhkan sudah tersedia, dan tidak dibutuhkan tambahan apapun, hanya dengan TTD semua dapat terpenuhi (Anthes, 2015).

### **Korea Selatan**

Pada tahun 1999 Korea selatan sudah mengesahkan Undang-Undang Tandatangan Digital. Undang-Undang menyebutkan pemerintah secara resmi mengeluarkan Sertifikat Kunci Publik untuk digunakan untuk menandatangani transaksi daring serta meningkatkan keamanan jika bertransaksi pada *e-Commerce* (Choi & Hoffman, 2017).

Sertifikat TTD yang dikeluarkan oleh Korea Selatan hingga akhir 2013 mencapai 30 juta sertifikat, dan pengguna ponsel pintar yang terdaftar mencapai 39.04 pengguna, dan populasi yang aktif secara ekonomi hanya 25,87 juta orang. Ini berarti hampir seluruh orang yang aktif secara ekonomi di Korea Selatan telah menggunakan TTD dan hampir seluruh gawai ponsel pintar telah tersertifikasi serta memiliki TTD (Chai, Min, & Lee, 2015)

Selain itu, dengan penggunaan TTD, Korea Selatan mengeluarkan kebijakan tentang perdagangan tanpa kertas. *Korea International Trade Association* (KITA) berkomitmen untuk

berdirinya *Paperless Trading System* dan melakukan Promosi Pemanfaatan Informasi dan Komunikasi Jaringan dan Perlindungan Informasi untuk validitas dokumen elektronik dan tanda tangan digital serta pengoperasian sistem *Paperless Trading* (Ha, 2010)

Selain itu dengan penggunaan TTD serta strategi dengan menggunakan kerangka kerja yang tepat, Korea Selatan selalun masuk kedalam Negara yang memiliki EDGI EGDI (e-Government Developing Index) tertinggi didunia mulai tahun 2012 hingga 2014 dan masih masuk 3 besar.

### **Portugal**

Penggunaan TTD juga sangat memudahkan dalam proses birokrasi, salah satunya birokrasi pada dunia pendidikan. Dalam birokrasi pendidikan tinggi penggunaan dokumen kertas sangat besar, dari besarnya penggunaan kertas tersebut yang paling banyak digunakan adalah untuk menandatangani pelbagai dokumen. Mulai dari dokumen kemahasiswaan hingga dokumen untuk keperluan staf perguruan tinggi, mulai dari pembelian barang, hingga segala yang berhubungan dengan masalah internal semua butuh tandatangan tradisional.

Penggunaan TTD di University of Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), sangat memberikan hasil signifikan terhadap kecepatan birokrasi dan penghematan kertas. Dari 200 dokumen yang biasa diselesaikan dalam waktu 15 hari atau lebih, dengan TTD hanya diselesaikan tidak lebih dari 3 hari. Dengan menggunakan TTD dapat menghemat waktu juga dan lebih dapat berfokus pada kegiatan lainnya daripada kegiatan yang hanya menandatangani sebuah dokumen. (Pereira, Barbosa, Martins, & Borges, 2018)

Selain UTAD, salah satu rumah sakit di Portugal juga mendapatkan benefit dari pengurangan kertas. Salah satu Rumah Sakit mencoba untuk mengurangi biaya pengeluaran. Dengan menggunakan sistem yang mendukung *paperless*, pelayanan rumah sakit tersebut meningkat menjadi 200.000 pasien dari

125.000 pasien pertahun sebelum implementasi dokumen tanpa kertas, dan implementasi itu dengan tanpa biaya tambahan apapun. Selain itu pengurangan pada staff juga terjadi, staf yang sebelumnya berjumlah 25 orang untuk bekerja di Layanan Perekaman medis, setelah menggunakan sistem Paperless menjadi hanya 15 pegawai, dan sisanya ditempatkan di divisi lain yang membutuhkan, dengan mengurangi staff, rumah sakit melakukan penghematan sebesar 210.000 Euro. Dan dari sisi finansial, rumah sakit tersebut bisa mendapatkan keuntungan sebesar 3,8 juta Euro (Caldeira, Serrano, Quaresma, Pedron, & Romão, 2012).

### **Hambatan Penerapan TTD Di Indonesia**

Walaupun dari sisi infrastruktur TTD ini sudah tersedia cukup baik di Indonesia, bahkan Peraturan Pemerintah dan UU sudah melindungi, namun ada beberapa aspek legal yang belum tersedia antara lain: Sistem Legal Digital dan Identitas Digital Pengguna. Kedua hukum yang melindungi TTD tersebut sangat vital untuk mendukung penerapan TTD yang lebih luas.

Identitas Digital bukan hanya sekedar memiliki KTP-el, Identitas Digital adalah sebuah identitas yang resmi yang berlaku dan sangat berguna bagi individu, pemerintah, dan sektors swasta. Contohnya saja, dalam hukum jual beli, atau kontak, atau sewa yang mengharuskan agar pihak-pihak yang berkepentingan harus bertemu bertatap muka secara fisik. Dengan adalah Identitas Digital, para pihak tersebut tidak harus bertemu secara tatap muka secara langsung, dan hanya melalui pertemuan secara digital, misal melalui video call atau melalui instansi atau cabang terdekat yang terakreditasi secara sah.

Dengan memiliki Identitas Digital, akan semakin banyak pekerjaan yang tidak harus diselesaikan dengan tatap muka, misal meminta tanda-tangan. Hanya dengan mengirimkan form melalui email resmi yang terdapaftar pada pemerintah, dan membubuhkan tandatangan pada dokumen digital, dokumen tersebut memiliki hukum

yang kuat juga. Dengan adanya Identitas Digital sektor swasta dan pemerintah akan secara masif memindahkan pelayanan mereka dalam bentuk digital.

Selain itu Sistem Legal digital juga sangat diperlukan mengingat sistem legal digital selaras dengan UU ITE bahwa dokumen elektronik merupakan alat bukti hukum yang sah. Tetapi tidak hanya UU ITE, dibutuhkan hukum yang mengatur lebih mengenai sistem legal digital karena terdapat UU yang menghalangi salah satunya adalah UU Jabatan Notaris/UU JN-P yang membatasi penggunaan Sistem Legal Digital karena mewajibkan tatap muka langsung jika dikatakan ‘menghadap’ kepada notaris. Dengan UUJN/UUJN-P tersebut, media digital tidak diberi ruang untuk semakin mewujudkan kemudahan dan ketentuan, terlebih bagi notaris (Adjie, 2017).

Oleh sebab itu dibutuhkan reformasi hukum agar segala transaksi elektronik di Indonesia dapat berubah dan semakin mengurangi penggunaan kertas. Tidak hanya untuk pemerintah, tetapi untuk segala pihak yang semakin masif penggunaan media digital untuk bertransaksi

Selain itu hambatan tanda tangan digital juga pernah dikemukakan sebelumnya, yaitu: 1). Keraguan dari para pejabat untuk menerapkan penerapan tanda tangan elektronik; 2). Polapikir yang sulit bagi penerapan tanda tangan digital; dan 3) Perlu penyesuaian budaya (Nugraha & Mahardika, 2016). Dari penelitian tersebut solusi yang disimpulkan bahwa para pimpinan puncak masih banyak meragukan penggunaan TTD. Selain itu dikemukakan bahwa OAuth yang digunakan adalah aplikasi pihak ketiga, padahal Indonesia melalui Kementerian Kominfo telah mengeluarkan sertifikasi untuk tanda tangan digital.

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Dari literatur yang sudah dikemukakan menunjukkan bahwa penggunaan TTD terbukti

dapat mengurangi penggunaan kertas dimana dengan mengurangi kertas dan beralih ke dokumen elektronik sepenuhnya akan mewujudkan Green ICT, terutama di lingkungan pemerintah.

Dengan Tanda Tangan Digital Akan mewujudkan kembali semangat awal pengembangan TIK, yaitu menjadikan teknologi yang ramah lingkungan.

TTD di Indonesia juga sebaiknya memiliki peraturan sendiri dan memiliki peraturan yang mendukungnya yaitu Sistem Legal Digital dan Identitas Digital. Identitas Digital di Indonesia mungkin sudah diwakili oleh e-KTP, tetapi penggunaan e-KTP masih belum masif, dan harus didukung dengan kebijakan yang ada. Selain itu, dengan adanya peraturan yang kuat, akan sedikit memaksa para pengguna sistem elektronik untuk menggunakan TTD secara luas.

### **Saran**

Penggunaan TIK diharapkan menjadi salah satu enabler dalam mewujudkan kantor yang ramah lingkungan, tetapi pada kenyataannya, terjadi produktifitas yang berkebalikan, penggunaan kertas semakin tinggi. Oleh karena itu salah satu cara mewujudkan e-government dapat menggunakan tanda-tangan digital (TTD) untuk mengurangi penggunaan kertas, selain itu, dapat menggunakan metode baru berupa menempelkan file sertifikat PKCS#12 dimana tidak memerlukan infrastruktur yang mahal serta menambah beban organisasi untuk mewujudkan TIK yang ramah lingkungan serta mengurangi penggunaan kertas.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih kepada Ibu Fitria Yuningsih, pengelola Sivion, Kementerian Komunikasi dan Informatika, Bapak Andika Hasditama, pengelola CA dari BSSN, dan seluruh pihak yang telah banyak membantu penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Adjie, H. (2017). Konsep Notaris Mayantara Menghadapi Tantangan Persaingan Global. *Jurnal Hukum Respublica*, 16(2), 201–218.
- Anthes, G. (2015). Estonia: a model for e-government. *Communications of the ACM*, 58(6), 18–20.
- Appelman, J. H., Osseyran, A., & Warnier, M. (2013). *Green ICT & Energy: From smart to wise strategies*. CRC Press.
- Aptika. (2016a). SiVION - Solusi Identitas Digital Terpercaya. Retrieved August 15, 2018, from <https://aptika.kominfo.go.id/index.php/artikel/134-sivion-solusi-identitas-digital-terpercaya>
- Aptika, D. J. (2016b). Sivion - Solusi Identitas Digital Terpercaya. Retrieved July 12, 2018, from <https://aptika.kominfo.go.id/index.php/artikel/134-sivion-solusi-identitas-digital-terpercaya>
- Asadi, S., & Dahlan, H. M. (2017). Organizational research in the field of green IT: A systematic literature review from 2007 to 2016. *Telematics and Informatics*.
- Butler, T. (2011). Compliance with institutional imperatives on environmental sustainability: Building theory on the role of Green IS. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(1), 6–26.
- Caldeira, M., Serrano, A., Quaresma, R., Pedron, C., & Romão, M. (2012). Information and communication technology adoption for business benefits: A case analysis of an integrated paperless system. *International Journal of Information Management*, 32(2), 196–202.
- Chai, S.-W., Min, K.-S., & Lee, J.-H. (2015). A study of issues about Accredited Certification methods in Korea. *International Journal of Security and Its Applications*, 9(3), 77–84.
- Chen, H.-G., & Chang, J. (2014). Exploring affecting factors on green IT adoption. In *International Conference on Knowledge Management in Organizations* (pp. 205–218). Springer.
- Choi, I., & Hoffman, M. C. (2017). Exporting South Korea's e-Government Experience.

- Public Administration Review*, 77(5), 794–796.
- Cody, H. M. (1999). Where Are Printing And Writing Papers Going In An Internet World? *Pulp & Paper*, 73(11), 49–54.
- Departemen Komunikasi dan Informatika. (2004). *Cetak Biru (BluePrint) Sistem Aplikasi e-Government Bagi Lembaga Pemerintah Daerah*. Jakarta: Departemen Komunikasi dan Informatika.
- Gutmann, P. (2002). Lessons Learned in Implementing and Deploying Crypto Software. In *Proceedings of the 11th USENIX Security Symposium*. California: USENIX Association.
- Ha, J. (2010). *Toward A Single Windows Trading Environment: Case of Korea's National Paperless Trade Platform - uTradeHub*. Retrieved from [https://www.uncitral.org/pdf/english/colloquia/EC/SHIM\\_Sang\\_Bee\\_brief3Korean\\_case.pdf](https://www.uncitral.org/pdf/english/colloquia/EC/SHIM_Sang_Bee_brief3Korean_case.pdf)
- Li, Z.-C., & Zhang, C. (2013). Digital Rights Management System Based on PKCS# 12. In *Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2013 Ninth International Conference on* (pp. 634–637). IEEE.
- Menezes, A. J., Van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A. (1996). *Handbook of applied cryptography*. CRC press.
- Moriarty, K., Nystrom, M., Parkinson, S., Rusch, A., & Scott, M. (2014). *PKCS# 12: Personal Information Exchange Syntax v1. 1*.
- Mulder, K. F., & Peet, D.-J. (2002). Higher-order Sustainability Impacts of Information and Communication Technologies. In J. Appelman, A. Osseyran, & M. Warnier (Eds.), *Green ICT & Energy: From Smart to Wise Strategies* (Vol. 5, pp. 43–52). CRC Press.
- Munir, R. (2005). Penggunaan Tanda-Tangan Digital untuk Menjaga Integritas Berkas Perangkat Lunak. In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.
- Nugraha, A., & Mahardika, A. (2016). Penerapan Tanda Tangan Elektronik Pada Sistem Elektronik Pemerintah Guna Mendukung e-Government. *Sesindo 2016, 2016*.
- Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik (2012). Indonesia.
- Pereira, C., Barbosa, L., Martins, J., & Borges, J. (2018). Digital Signature Solution for Document Management Systems-The University of Trás-os-Montes and Alto Douro. In *World Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 16–25). Springer.
- Plepeys, A. (2002). The grey side of ICT. *Environmental Impact Assessment Review*, 22(5), 509–523.
- Project, T. P. (2016). Facts About Paper: The Impact of Consumption. Retrieved September 9, 2017, from <http://www.thepaperlessproject.com/facts-about-paper-the-impact-of-consumption/>
- Richards, R. J. (1998). The Utah digital signature act as model legislation: A critical analysis. *J. Marshall J. Computer & Info. L.*, 17, 873.
- Rivest, R. L., Shamir, A., & Adleman, L. (1978). A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems. *Communications of the ACM*, 21(2), 120–126.
- Santos, B. (2017). E-Government, e-Governance and Urban Planning: Towards a Complete Digital Planning Process. In *International Conference on Electronic Government and the Information Systems Perspective* (pp. 32–45). Springer.
- Saripan, H., & Hamin, Z. (2011). The application of the digital signature law in securing internet banking: Some preliminary evidence from Malaysia. *Procedia Computer Science*, 3, 248–253.
- Schneier, B. (1995). *Applied Cryptography (2Nd Ed.): Protocols, Algorithms, and Source Code in C*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Telecommunity, A.-P. (2011). APT report on introduction to green ICT activities.
- Vazquez, R., Rocha, E., Dominguez, S., Morales, D., & Ahluwalia, P. (2011). Green is and Green IT: Organizational Awareness, Readiness and Competitiveness. In *AMCIS*.

- Watson, R. T., Boudreau, M.-C., & Chen, A. J. (2010). Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *MIS Quarterly*, 23–38.
- Watson, R. T., Boudreau, M. C., Chen, A., & Huber, M. H. (2008). Green IS: Building sustainable business practices in information systems. Global Text project, Athens, GA.
- Wright, E. (2017). Mapping and Recreating Digital Signature Algorithms Using MATLAB. *ANALYSIS OF APPLIED MATHEMATICS*, 102.
- Yinghui, P. (2009). The application of PKCS# 12 digital certificate in user identity authentication system. In *2009 WRI World Congress on Software Engineering* (Vol. 4, pp. 351–355). IEEE.
- Zhang, J., & Liang, X. (2012). Promoting green ICT in China: A framework based on innovation system approaches. *Telecommunications Policy*, 36(10), 997–1013.
- Ziemba, E. (2017). The Contribution of ICT Adoption to the Sustainable Information Society. *Journal of Computer Information Systems*, 1–11.

