

**EVALUASI PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI PERTANAHAN DI
KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/BADAN PERTANAHAN NASIONAL**
***EVALUATION OF LAND INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT IN THE
MINISTRY OF AGRARIAN AFFAIRS AND SPATIAL PLANNING/ NATIONAL LAND
AGENCY***

Fahmi Charish Mustofa

Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional Yogyakarta

Jl. Tata Bumi No. 5 Sleman Yogyakarta

Koresponden e-mail: fahmicmdw@stpn.ac.id

Abstract: *The development of information and communication technology creates opportunities to provide a more reliable and efficient Land Information System (SIP). Users of land data and information demand the provision of good land information services. The Ministry of Agrarian Affairs and Spatial Planning/National Land Agency (Kementerian ATR/BPN) as a government agency providing land information services has tried to accommodate these demands. Since several decades ago the development of SIP has been carried out. There is a lack number of research paper documented the development of SIP within Kementerian ART/BPN, so the aim of this paper is to documenting the development. The critical analysis approach used is based on the Information System Structure Theory, System Development Life Cycle (SDLC) and Geographic Information System Enterprise Technology (GIS), which are used as an evaluation approach to SIP development in Kementerian ATR/BPN. The results of this study provide portraits of SIP from various perspectives and underline some of the opportunities and challenges of developing SIP in the future.*

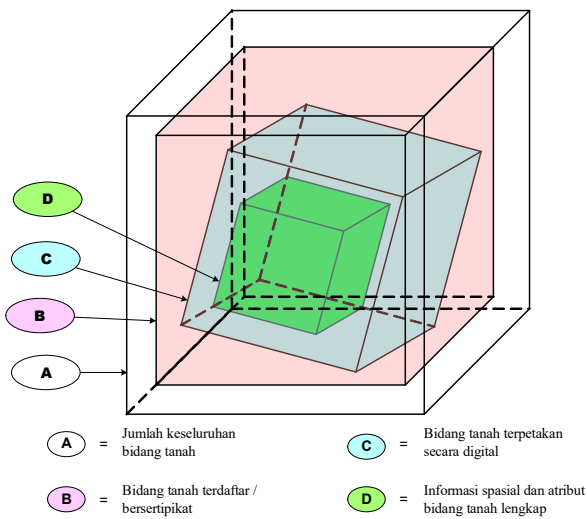
Keywords: Land Information System, Information System Structure, System Development Life Cycle, Enterprise GIS

Intisari: Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi membuka peluang untuk menyediakan Sistem Informasi Pertanahan (SIP) yang lebih handal dan efisien. Pengguna data dan informasi pertanahan menuntut penyediaan layanan informasi pertanahan yang baik. Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (Kementerian ATR/BPN) sebagai lembaga pemerintah penyedia layanan informasi pertanahan telah berusaha mengakomodasi tuntutan tersebut. Sejak beberapa dekade silam pengembangan SIP telah dilaksanakan. Tidak banyak dokumentasi berupa paper ilmiah yang merekam pengembangan SIP di lingkungan Kementerian ART/BPN. Paper ini disusun dengan tujuan mendokumentasikan perjalanan pengembangan tersebut disertai ulasan kritis berdasar teori-teori pengembangan sistem. Pendekatan analisis kritis yang digunakan bersifat deskriptif kualitatif berdasar Teori Struktur Sistem Informasi, *System Development Life Cycle* (SDLC) dan Teknologi *Enterprise* Sistem Informasi Geografis (SIG), yang digunakan sebagai pendekatan evaluasi pengembangan SIP di Kementerian ATR/BPN. Hasil penelitian ini menjelaskan SIP dari berbagai perspektif dan menggarisbawahi beberapa peluang dan tantangan pengembangan SIP di masa yang akan datang.

Kata kunci: Sistem Informasi Pertanahan, Struktur Sistem Informasi, *System Development Life Cycle*, Enterprise SIG

A. Pendahuluan

Bidang tanah yang terdaftar di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional sampai dengan tahun 2013, bidang tanah yang terdaftar di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (Kementerian ATR/BPN), terdapat sekitar 44,5 juta bidang tanah (Kementerian ATR/BPN, 2015a) dari sekitar 126-130 juta bidang tanah di wilayah Indonesia (Kompas.com 2016; Sindonews.com 2017). Secara kualitas, berdasar data yang tersedia di *website* Kementerian ATR/BPN tahun 2014, menggambarkan kondisi data pertanahan yang kurang optimal. Gambar 1 menjelaskan bentuk hubungan berikut: tanah yang ada > tanah terdaftar > tanah terdaftar terpetakan secara digital > tanah terdaftar lengkap dan terhubung antar data spasial dan data atributnya.



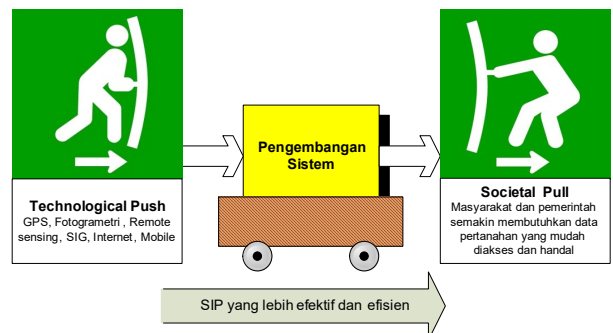
Gambar 1. Infografis kondisi data pertanahan (diolah dari Kementerian ATR/BPN 2015)

Tujuh tahun kemudian, tahun 2020, jumlah bidang tanah terdaftar telah meningkat secara signifikan, bertambah sejumlah lebih dari 22 juta bidang tanah, sehingga total menjadi lebih dari 67 juta bidang tanah (Kementerian ATR/BPN, 2020). Masih terdapat sekitar 59-63 juta bidang tanah belum terdaftar. Peningkatan jumlah bidang tanah terdaftar tak lepas dari program Presiden Republik Indonesia melalui Kementerian ATR/BPN yang mencanangkan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Target yang ditetapkan adalah bidang tanah seluruh Indonesia terdaftar lengkap pada tahun 2025 (Sindonews.com 2017).

Tidak dapat dipungkiri peran Sistem Informasi (SI) yang dikembangkan di lingkungan Kementerian ATR/BPN berperan dalam mempermudah dan mempercepat pemetaan dan pendaftaran bidang tanah di seluruh wilayah Indonesia. Hal ini sejalan dengan fungsi atau tujuan SI dalam organisasi, yakni: mendukung pengambilan keputusan, pengawasan, dan membantu analisis permasalahan, menggambarkan sesuatu yg rumit sehingga mudah dipahami, dan menciptakan produk baru (Laudon dan Laudon 2007).

Pengembangan SI dalam lingkup bidang pertanahan, lebih dikenal sebagai Sistem Informasi Pertanahan (SIP), di Kementerian ATR/BPN telah melalui berbagai tahapan. Perkembangannya dinamis mengikuti apa yang disebut oleh De-Zeeuw dan Salzmann (2011) sebagai gaya tarik sosial dan gaya dorong teknologi, yang diadaptasi oleh Mustofa (2019) dalam sebuah infografis (Gambar 2). Faktor-faktor utama pendukung pengembangan sistem informasi adalah adanya kebutuhan pengguna di satu sisi, dan ketersediaan sumberdaya pendukung di sisi lain.

Di sisi lain, tersedianya data spasial dan data atribut yang baik, sebagai hasil dari proyek-proyek sistematis maupun pelayanan rutin, membantu dalam proses pengambilan kebijakan yang rasional dalam pembangunan Indonesia. Kebutuhan data dan atau informasi awal dalam pengambilan keputusan seringkali melibatkan sejumlah besar data dan atau informasi, sementara aktivitas pengambilan keputusan berlangsung berulang-ulang. Perlu suatu sistem informasi untuk mengelolanya agar pengelolaan dan pemanfaatannya lebih efektif dan efisien, di titik ini pembangunan SIP menjadi suatu kebutuhan mendesak.



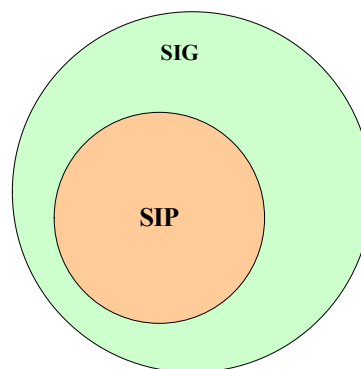
Gambar 2. Gaya tarik sosial dan gaya dorong teknologi. (Sumber: Mustofa 2019)

Kementerian ATR/BPN menjawab tantangan ini dengan membangun aplikasi layanan pertanahan sebagai bagian dari pembangunan SIP. Evolusi pembangunan SIP dimulai dari *Land Office Computerization* (LOC), *Standing Alone System* (SAS) dan Komputerisasi Kegiatan Pertanahan (KKP) merupakan rekam jejak yang sangat baik untuk dicatat dalam sebuah dokumentasi. Paper ini merekam kilasan sejarah aplikasi layanan pertanahan dari waktu ke waktu disertai analisis kritis dari perspektif Teori Struktur Sistem Informasi, *System Development Life Cycle* (SDLC) dan Teknologi *Enterprise Sistem Informasi Geografis* (SIG).

B. Sistem Informasi Pertanahan (SIP)

Berbicara mengenai SIP, tidak dapat dilepaskan dari pembahasan mengenai SIG. Terkait terminologi, SIP adalah bagian dari SIG yang fokus pada data terkait dengan pertanahan yang mencakup perekaman aspek temporal, aspek legal riwayat penguasaan dan pemilikan tanah (Heo 2001), atau dalam definisi lain, SIP digunakan terkait pendaftaran tanah dan pemetaan penggunaan tanah (Ioannidis dkk. 2015). Pendapat tersebut sejalan dengan penjelasan ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) yang menyebutkan bahwa SIP merupakan bagian SIG yang khusus berkenaan dengan pemetaan kadasteral dan penggunaan tanah (ESRI 2017). Ilustrasi bentuk hubungan tersebut dapat dijelaskan dalam Gambar 3.

Sistem Informasi Pertanahan merupakan perangkat untuk pengambilan keputusan baik di bidang legal, administrasi dan ekonomi, maupun sebagai alat bantu untuk kegiatan perencanaan dan pembangunan (Dale dan McLaughlin 1988; Ali dan Shakir 2012). Elemen-elemen penting SIP, antara lain: basisdata, data spasial berbasis bidang tanah yang bergeoreferensi, prosedur dan metode pengumpulan, pembaruan, pemrosesan dan distribusi data kepada pengguna menggunakan cara yang efisien (Dale dan McLaughlin 1988).



Gambar 3. Ilustrasi hubungan antara SIP dengan SIG (diolah dari: ESRI 2017; Mustofa, Aditya dan Sutanta 2018)

B.1 Struktur Sistem Informasi (SI)

Sistem Informasi (SI) menurut O'Brien dan Marakas (2011) adalah "kombinasi yang terorganisir atas sumber daya manusia, perangkat keras, perangkat lunak, jaringan komunikasi, sumber data, kebijakan dan prosedur yang berurusan dengan proses penyimpanan, pengambilan/pemanfaatan, perubahan dan penyajian informasi dalam suatu organisasi". Peran SI dalam suatu organisasi tidak bisa terlepas dari fungsi dan tujuannya. Menurut (Laudon dan Laudon 2007) fungsi dan tujuan SI adalah: (a) mendukung pengambilan keputusan; (b) mendukung pengawasan; (c) membantu analisis permasalahan; dan (d) membantu menggambarkan sesuatu yang rumit sehingga mudah dipahami dan membantu menciptakan produk baru. Peran SI berbeda-beda dalam suatu organisasi (Askenäs dan Westelius 2003; O'Brien dan Marakas 2011). Level manajer utama memiliki karakter tugas-tugas yang bersifat strategik dan perencanaan. Level manajer menengah memiliki karakter tugas-tugas yang bersifat penerjemahan kebijakan utama dalam pengambilan keputusan operasional. Level operator memiliki karakter tugas-tugas yang bersifat operasional rutin sehari-hari.

Struktur SI terdiri dari: perangkat keras, perangkat lunak, sumberdaya manusia, prosedur dan data. Pelaksanaan aktivitas/kegiatan dalam SI: (1) Input: kegiatan perekaman atau pengumpulan data mentah; (2), Pemrosesan: mengubah data mentah menjadi bentuk yang memiliki arti; dan (3) Output: penyediaan informasi hasil proses

untuk kepentingan pengguna (Laudon dan Laudon 2007). Sementara itu, Rainer dan Cegielski (2012) mendefinisikan SI dengan dua parameter, yakni struktur dan fungsi. Secara struktur SI terdiri atas komponen-komponen: *hardware*, *software*, *liveware* (*user*, *developer*, *operator*), prosedur dan data. Ditinjau dari parameter fungsi, SI berfungsi untuk mendukung kegiatan manajerial (pengambilan keputusan).

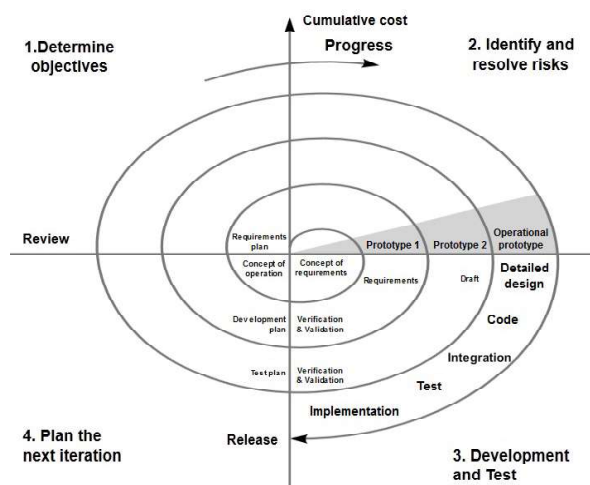
Istilah SI merujuk kepada interaksi antara orang, proses algoritmik, data, dan teknologi. Teknologi dalam pengertian tidak hanya merujuk pada penggunaan organisasi teknologi informasi dan komunikasi (TIK), namun juga merujuk pada cara di mana orang berinteraksi dengan teknologi ini dalam mendukung proses bisnis. Lebih jauh, dalam pengembangan SI perlu diperhatikan 4 (empat) isu utama: (1) *Time to market*, yang pertama memasarkan produk/inovasi umumnya memimpin pasar; (2) *Productivity* (produktivitas); (3) *Reliability* (kehandalan); dan (4) *Maintainability* (kemudahan perawatan) (Yourdon 2006).

B.2 System Development Life Cycle (SDLC)

Teori pengembangan SDLC menyediakan proses yang terstruktur dan terstandar terhadap setiap tahap dari usaha pengembangan sistem. Tahap-tahap pengembangan sistem informasi: (1) Analisis kelayakan, perencanaan sistem dan konsep pengembangan; (2) Pendefinisian akuisisi dan kebutuhan; (3) Desain sistem; (4) Pengembangan; (5) Integrasi dan tes sistem; (6) Penerapan awal dan penerimaan; (7) Penerapan final dan produksi; dan (8) Pengistirahatan sistem (USA National Archives 2020).

Dalam tinjauan SDLC klasik (*waterfall*), setiap aplikasi layanan pertanahan dianggap berdiri sendiri. Aplikasi layanan pertanahan ditinjau dari perspektif SDLC *waterfall* terdapat 3 tahap besar SDLC, yakni: konsepsi proyek, desain-pengembangan-ujicoba dan implementasi. Konsepsi proyek pada umumnya memuat kebutuhan organisasi. Untuk memenuhi kebutuhan organisasi perlu didefinisikan tujuan organisasi yang menjadi dasar perumusan kebutuhan sistem. Selanjutnya SDLC memainkan perannya dalam meng-

hasilkan produk, informasi dan atau layanan (U.S. House of Representatives 1999).



Gambar 4. SDLC spiral (sumber: Boehm, 2000)

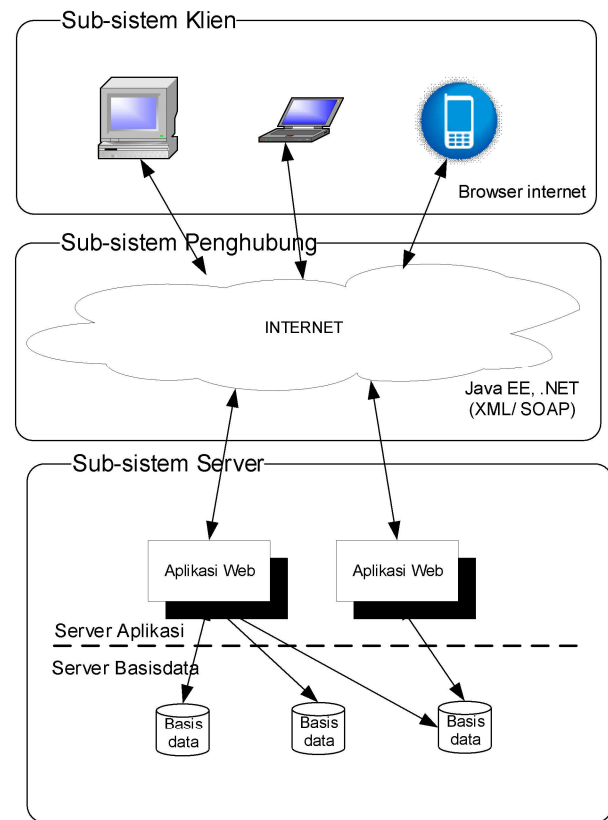
Pendekatan SDLC *waterfall* dianggap kurang fleksibel menghadapi perubahan-perubahan kebutuhan organisasi. Perlu pendekatan pengembangan sistem yang mampu mengakomodasi perubahan-perubahan. Pendekatan pengembangan sistem model spiral mampu memberikan ruang akomodasi untuk kemungkinan perubahan yang akan terjadi (Gambar 4).

B.3 Enterprise SIG

Arsitektur *enterprise* digunakan dalam pengembangan SIG dewasa ini dengan tujuan memberikan pengembangan SIG sesuai karakter *enterprise*. Karakteristik teknologi *enterprise* antara lain: (1) kuncinya adalah pencapaian tujuan; (2) skalabilitas, ekstensibilitas, reliabilitas dan keamanan; (3) terbuka, interoperabel dan berbasis standar; (4) bisa secara efektif diintegrasikan dalam perusahaan; (5) kompleksitas dalam implementasi sehingga membutuhkan perencanaan dan dukungan yang baik; dan (6) memberikan kembalian investasi secara cepat (Busser dan Wrazien 2008). Arsitektur *enterprise* disediakan dalam *service-service*. Definisi *service* adalah: (a) bentuk logik dari aktivitas bisnis berulang yang menghasilkan keluaran yang spesifik; (b) bisa terdiri dari kumpulan *service* lain; dan (c) merupakan kotak hitam bagi pengguna terhadap layanan itu sendiri (The-Open-Group 2013).

Menurut Busser dan Wrazien (2008) yang dimaksud dengan istilah *enterprise* adalah gabungan dari pengampu kepentingan dan alur kerja terkait yang mendukung misi sebuah organisasi atau komunitas. Sebuah *enterprise* terdiri atas sumberdaya manusia, proses dan sistem yang terlibat dalam suatu organisasi yang memungkinkan tersedianya pertukaran informasi yang tepat. Karakteristik teknologi *enterprise* antara lain: (1) kunci pencapaian tujuan; (2) skalabilitas, ekstensibilitas, reliabilitas dan keamanan; (3) terbuka, interoperabel dan berbasis standar; (4) bisa secara efektif diintegrasikan dalam perusahaan; (5) kompleksitas dalam implementasi sehingga membutuhkan perencanaan dan dukungan yang baik; dan (6) memberikan kembalikan investasi secara cepat. Dukungan SIG bisa berupa, antara lain: (1) integrasi data dan aplikasi terdistribusi; (2) menjalin hubungan inter dan antar komunitas serta memungkinkan kolaborasi; (3) mendukung operasi *real-time*; (4) makin memberdayakan spesialis dan menjangkau generalis; dan (5) memberikan kemampuan menyelesaikan misi lebih tepat. Sementara itu, standar infrastruktur teknologi informasi dari *Enterprise SIG*: (1) *Web clients*: aplikasi *web browser*, *smart clients*; (2) *Other clients*: *desktop*, *mobile*, *browser*; (3) *Server Aplikasi*: berperforma tinggi, terintegrasi, diatur berdasar kebutuhan; dan (4) *Server Basisdata*: tabel generik, *multi-user*.

Arsitektur *enterprise* digunakan dalam pengembangan SIG dewasa ini dengan tujuan memberikan pengembangan SIG sesuai karakter *enterprise*. Karakteristik teknologi *enterprise* antara lain: (1) kuncinya adalah pencapaian tujuan; (2) skalabilitas, ekstensibilitas, reliabilitas dan keamanan; (3) terbuka, interoperabel dan berbasis standar; (4) bisa secara efektif diintegrasikan dalam perusahaan; (5) kompleksitas dalam implementasi sehingga membutuhkan perencanaan dan dukungan yang baik; serta (6) memberikan kembalikan investasi secara cepat (Busser dan Wrazien 2008).



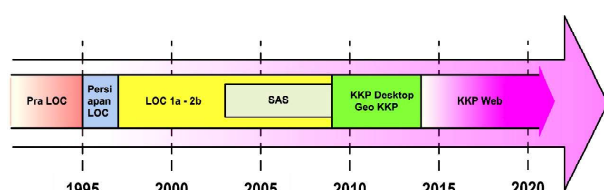
Gambar 5. Skema arsitektur *Enterprise SIG* (adaptasi dari: Busser dan Wrazien 2008)

Arsitektur *enterprise* disediakan dalam *service-service*. Definisi *service* adalah: (a) bentuk logis dari aktivitas bisnis yang berulang sehingga menghasilkan keluaran yang spesifik; (b) bisa terdiri atas kumpulan *service* lain; dan (c) merupakan kotak hitam bagi pengguna terhadap layanan itu sendiri (The-Open-Group 2013). Aplikasi KKP disediakan dalam bentuk *service-service* pada *server* aplikasi sebagaimana Gambar 5 yang menjelaskan bahwa Aplikasi KKP saat ini sudah sesuai dengan *layer-layer* dalam skema arsitektur *enterprise*.

C. Tinjauan ringkas Pengembangan Aplikasi Layanan Pertanahan sebagai implementasi Sistem Informasi Pertanahan

Pengembangan SIP di Kementerian ATR/BPN ditandai dengan penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam proyek komputerisasi sistem layanan pertanahan pada tahun 1997 (Kementerian ATR/BPN 2015a). Implementasi

dilakukan secara bertahap, diawali 12 Kantor Pertanahan (Kantor Pertanahan) pada tahun 1997, hingga kwartal akhir tahun 2014 telah diimplementasikan di 396 dari seluruh 451 Kantor Pertanahan di Indonesia (Kementerian ATR/BPN 2015b). Perbaikan sistem terus menerus dilakukan sebagai respon adanya dinamika internal dan eksternal (Gambar 6).



Gambar 6. Linimasa sejarah pengembangan Sistem Informasi Pertanahan di lingkungan Kementerian ATR/BPN. (Sumber: Adaptasi dari Mustofa dkk. 2018)

Saat ini, aplikasi layanan pertanahan telah dibangun dengan pemrograman berbasis *web*. Program-program komputerisasi yang diterapkan di Kementerian ATR/BPN secara kronologis dapat ditulis sebagai berikut: LOC, SAS, KKP-Desktop, Geo-KKP dan KKP-Web (Gambar 6). Perubahan program atau nama program mengindikasikan perubahan-perubahan terhadap sistem yang diterapkan. Perubahan sistem dapat berupa perubahan alir pelayanan dalam aplikasi, perubahan platform aplikasi maupun perubahan perangkat lunak pendukung.

C.1 Land Office Computerization (LOC)

Komputerisasi layanan pertanahan dimulai tahun 1997 dengan implementasi LOC atau komputerisasi kantor pertanahan (Badan Pertanahan Nasional/BPN 2005). LOC dikembangkan oleh BPN bersama dengan CIMSA. LOC menyerap dana sejumlah 700 milyar rupiah yang terdiri atas tiga fase: Fase 1, Fase 2A dan Fase 2B (CIMSA Ig AIE 2015). Masing-masing fase ditandai dengan kelompok kantor yang mulai mengimplementasikan LOC dan perbaikan-perbaikan perangkat lunak LOC. LOC dibangun dengan bantuan perangkat lunak pengelola basis data spasial *Smallworld* yang merupakan aplikasi spasial buatan *General Electric*. *Smallworld* memiliki karakteristik yang mampu mengelola basis data

spasial, berorientasi objek, dapat terintegrasi dengan aplikasi lain yang memerlukan data spasial serta berteknologi Java dengan memanfaatkan *DBMS Oracle Spasial* (General Electric 2014). Pada akhir masa kontrak CIMSA di tahun 2009, LOC telah diimplementasikan pada 325 kantor yang tersebar di seluruh Republik Indonesia yang terdiri dari tiga tingkatan, yaitu: Kantor Pusat, 27 Kantor Wilayah Provinsi dan 297 Kantor Pertanahan Kabupaten/Kota (CIMSA 2015).

Mengakomodir kondisi beberapa Kantor Pertanahan dengan sumber daya yang tidak memadai, maka dibangun aplikasi sebagai bentuk sederhana dari LOC. Aplikasi tersebut adalah aplikasi SAS (*Standing Alone System*). Aplikasi SAS bisa dijalankan dengan satu komputer berperan sebagai *server* dan beberapa komputer lainnya berperan sebagai *client*. Instalasi jaringan tidak terlalu rumit bahkan bisa berjalan dengan baik dengan model hubungan *peer to peer* atau jaringan lokal sederhana dengan bantuan *switch hub* yang murah. SAS dinilai tepat dan efisien untuk Kantor Pertanahan dengan dukungan sumber daya yang terbatas. Salah satu keuntungan menggunakan aplikasi SAS, yakni dimungkinkan membangun aplikasi berbasis *web* yang dapat meningkatkan pelayanannya. Namun karena jaringan lokal sehingga tidak cukup cepat dalam mengakomodasi sinkronisasi dengan pusat data di BPN Pusat.

C.2 Komputerisasi Kegiatan Pertanahan (KKP)

Setelah masa kontrak dengan CIMSA berakhir pada tahun 2009, dimulai perombakan atas sistem, aplikasi dan basis data. Perombakan ditandai dengan diadopsinya *Land Administration Domain Model* (LADM, ISO-19152) sebagai struktur inti basis data, penggunaan arsitektur aplikasi *N-Tier*, antarmuka pengguna berbasis *web*, basis data terpusat di Kantor Pusat Kementerian ATR/BPN-RI, perawatan dan pemeliharaan aplikasi dilakukan secara mandiri serta satu basis data digunakan untuk data tekstual dan spasial (Kementerian ATR/BPN 2015a). Proses pengembangan KKP dilalui dalam etape implementasi awal (KKP-Desktop), penambahan fitur geo-referensi (Geo-KKP)

dan terakhir aplikasi berbasis *web*/KKP-*Web*.

KKP-Desktop merupakan bentuk implementasi awal KKP yang dimulai dengan aplikasi layanan pertanahan yang dibangun menggunakan pemrograman berbasis desktop, sehingga dikenal sebagai KKP-Desktop. Komunikasi antara Kantor Pertanahan dan Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) BPN melalui sambungan internet antara *server* Kantor Pertanahan dan *server* Pusdatin BPN. Komunikasi data antara *server* Kantor Pertanahan dengan PC *workstation* diselenggarakan melalui jaringan LAN Kantor Pertanahan. Proses sinkronisasi data Pusdatin dengan Kantor Pertanahan dilakukan secara periodik. Skenario sinkronisasi periodik sangat sesuai dengan kondisi jaringan internet yang beragam di berbagai Kantor Pertanahan. Pemrograman menggunakan *server* lokal memungkinkan berbagai inovasi pemanfaatan basis data pertanahan berkembang di level Kantor Pertanahan. Semisal perancangan aplikasi berbasis *web services* untuk kemudahan pelaksanaan tugas Pejabat Pembuat Akta Tanah (Mustofa 2008) dan pembuatan peta *online* berbasis partisipasi masyarakat (Malasari 2010).

Perawatan server Kantor Pertanahan yang tersebar di berbagai Kabupaten/Kota memerlukan sumber daya yang besar. Menimbang kendala ini, Pusdatin BPN mulai memikirkan kemungkinan migrasi ke aplikasi berbasis *web* (Badan Pertanahan Nasional/BPN 2011a). Sebelum bermigrasi ke aplikasi berbasis *web*, dibangun Geo-KKP yang merupakan program lanjutan dari KKP-Desktop. Implementasi Geo-KKP bertujuan menyediakan informasi spasial bersama dengan informasi yuridis atau tekstual dalam suatu referensi sistem koordinat (Badan Pertanahan Nasional/BPN 2011c). Tahap ini arsitektur sistem tidak mengalami banyak perubahan.

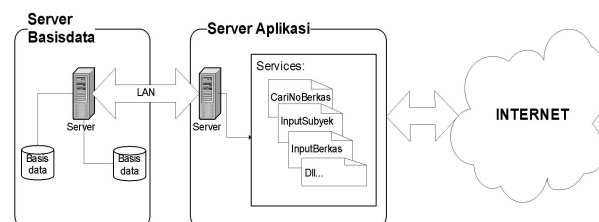
Aplikasi Geo-KKP memicu digitalisasi seluruh peta bidang tanah yang ada di setiap kantah. Sebagai alat kontrol kualitas maka ditentukan kualifikasi data pertanahan yang menurut Pusdatin BPN dapat dikategorikan dalam enam kelas kualitas. Enam tingkat kualitas tersebut (Tabel 1) dibedakan berdasar ketersediaan data mengenai bidang tanah, baik terkait data spasial maupun

data tekstual/atribut (Badan Pertanahan Nasional/BPN 2011b). Tiga kelas teratas KW₁, KW₂ dan KW₃ (saat ini disebut sebagai data K₁, K₂ dan K₃) diklasifikasikan sebagai data pertanahan yang baik. Data kelas KW₄, KW₅ dan KW₆ (saat ini digabung dan disebut sebagai data K₄) dianggap masih belum layak dijadikan data pertanahan yang baik dan oleh karenanya perlu mendapat perhatian untuk perbaikan (Juknis Dirjen IK Nomor 01/JUKNIS-300/I, 2018, hal. 7 dan Lampiran 4b).

Tabel 1. Kelas Kualitas Data Pertanahan

KW	Bidang Tanah	Data Spasial	Data Tekstual	Buku Tanah
1	Ada	Ada	Ada	Ada
2	Ada	Tidak ada	Ada	Ada
3	Ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada
4	Tidak ada	Ada	Ada	Ada
5	Tidak ada	Tidak ada	Ada	Ada
6	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada

(Adaptasi dari: Satriya, Sudarsono and Sasmito 2014)



Gambar 7. Skema aplikasi KKP-Web.

(Adaptasi dari: Badan Pertanahan Nasional, 2011a)

KKP-Web dibangun sebagai jawaban mengatasi kelemahan aplikasi KKP-Desktop. Skema aplikasi disajikan dalam Gambar 7. Aplikasi berbasis *web* yang dibangun memudahkan administrator KKP-Web dalam pemeliharaan dan perawatan aplikasi (Badan Pertanahan Nasional/BPN 2011a). Hal ini dimungkinkan karena aplikasi berbasis *web* menggunakan satu pusat server yang mengelola input-processing dan output aplikasi layanan pertanahan di seluruh Kantor Pertanahan di lingkungan BPN. Sesuai dengan prinsip pengembangan aplikasi/sistem informasi yang berkesinambungan, SDLC, pembangunan aplikasi semestinya menyesuaikan dengan sistem yang sudah berjalan (U.S. House of Representatives 1999).

D. Evaluasi Pengembangan SIP dari Perspektif Struktur Sistem Informasi

Struktur SI sebagaimana telah disinggung dalam uraian terdahulu, terdiri dari: perangkat keras, perangkat lunak, sumberdaya manusia, prosedur dan data. Dinamika struktur SI dalam pengembangan SIP di BPN dijelaskan dalam Tabel 2. Item Perangkat Keras (baris 1), terjadi loncatan yang cukup revolusioner, di mana pada 3 periode awal menerapkan paradigma jaringan semi-terpusat yang kemudian bermigrasi ke paradigma terpusat murni. Kemudian pada item Perangkat Lunak (baris 2), migrasi terlihat dalam penggunaan aplikasi pengolah data spasial (*Smallworld* ke *AutoCAD Map*), dan aplikasi pengelola basisdata (*Smallworld* ke *Oracle*). Item SDM dan Prosedur (baris 3 dan 4), tidak terlalu nampak perubahannya. Awalnya dilaksanakan oleh BPN dan Cimsa, kemudian sejak 2010 dilaksanakan oleh BPN saja. Landasan hukum di bagian prosedur hanya menambahkan peraturan baru internal BPN, yakni Peraturan Kepala Badan Pertanahan Nasional nomor 1 tahun 2010. Namun meski tidak terlihat signifikan penambahan landasan hukumnya, penambahan ini mempengaruhi konsepsi proyek (kebutuhan organisasi) yang perlu diakomodasi dalam pengembangan sistem berikutnya. Pertimbangan perlu dilakukan dengan cermat untuk menentukan apakah perlu dirombak total atau cukup diperbaiki sebagian.

Tabel 2. Pengembangan SIP di BPN ditinjau dari Struktur SI

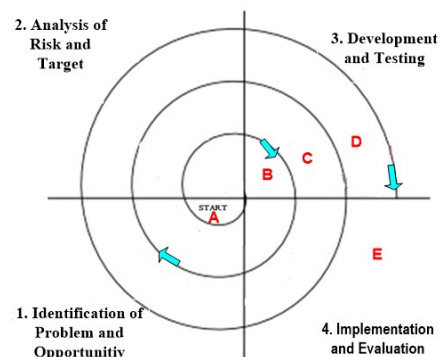
Struktur SI	LOC I & II	SAS	KKP-Desktop	Geo-KKP	KKP-web
Perangkat keras	Server pusat, server kantor, PC workstation			Server pusat, server kantor, PC workstation laptop, mobile	
Perangkat lunak	Desktop programming, Smallworld		Desktop programming, AutoCAD, Oracle		Web programming, AutoCAD, Oracle
SDM	BPN & CIMSA			BPN	
Prosedur	PP 24/1997, PMNA 3/1997, Kep.KBPN 5/2005, Perkabn 6/2008		PP 24/1997, PMNA 3/1997, Perkabn 1/2010		
Data	Data spasial dan atribut dikelola terpisah		Data spasial dan atribut mulai dikelola bersama	Data spasial dikelola dalam satu peta dasar digital	Data spasial bergeoreferensi dan data atribut yang ada bisa dimanfaatkan melalui teknologi <i>web services</i>

(Sumber: Sintesis berbagai sumber)

Patut diperhatikan adalah perubahan pengelolaan basis data pada item Data (baris 4), terdapat 4 tonggak perubahan. Pada awal pengembangan (LOC Phase I dan II, dan SAS) menerapkan pengelolaan data spasial dan data atribut yang terpisah. Selanjutnya sejak pengembangan KKP-Desktop mulai terintegrasi data spasial dan data atribut, yang kemudian pada masa pengembangan Geo-KKP, pengelolaan data spasial makin disempurnakan dengan fitur georeferensi. Lini-masa terbaru, pengelolaan data dilakukan secara terpusat dengan manipulasi dan pemanfaatannya menggunakan *web services*.

E. Evaluasi pengembangan SIP dari Perspektif SDLC

Layanan aplikasi pertanahan yang diterapkan di Kementerian ATR/BPN dapat dianggap sebagai penanda jalan (*milestone*) dalam pengembangan SIP. Aplikasi LOC menjadi awal, sementara itu, aplikasi KKP-Web merupakan format terbaru dari pengembangan SIP di Kementerian ATR/BPN. Dalam perspektif SDLC spiral, aplikasi layanan pertanahan dipandang sebagai satu sistem dengan versi yang berubah dari waktu ke waktu. Perspektif spiral memberikan gambaran yang lebih realistis dalam memandang pengembangan tersebut (Gambar 8). LOC, SAS dan KKP dipandang sebagai metamorfosis sistem menuju kematangannya. Konsepsi proyek dan penetapan tujuan organisasi mengawali proses pengembangan sistem (kuadran 1). Penetapan tujuan dirumuskan dari peraturan perundangan yang mengatur layanan pertanahan di lingkungan Kementerian ATR/BPN.



LEGENDA: A. Project Research and Conception, B. LOC & SAS, C. KKP Desktop & Geo, D. KKP Web, E. Next development

Gambar 8. Pengembangan SIP di lingkungan Kementerian ATR/BPN dalam model SDLC spiral

Kuadran 2 memuat aplikasi layanan pertanahan, yang dipandang sebagai prototipe, dari waktu ke waktu. Tahapan pengembangan aplikasi memasuki kuadran 3 untuk menyempurnakan desain sistem dan pengkodean program aplikasi, integrasi keseluruhan sub-sistem yang ada, uji-coba dan penerapan di kantor pertanahan. Kuadran 4 aplikasi memasuki masa pensiun. Dinamika gaya tarik sosial dan gaya dorong teknologi menghendaki evaluasi performa sistem. Hasil evaluasi menjadi bahan untuk persiapan perencanaan tahap berikutnya.

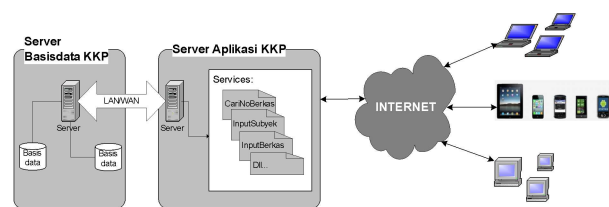
F. Evaluasi Pengembangan SIP dari Perspektif Enterprise SIG

Karakteristik Teknologi Enterprise sebagian besar diakomodasi dalam aplikasi KKP. Dalam hal pencapaian tujuan aplikasi KKP mendukung terlaksananya tugas pokok dan fungsi BPN menyediakan layanan di bidang pertanahan (Badan Pertanahan Nasional/BPN 2005). Dalam hal skalabilitas dikembangkan untuk dapat diimplementasikan di seluruh kantor pertanahan di Indonesia. Dalam hal ekstensibilitas layanan (*service*) yang disediakan bisa ditambah sesuai kebutuhan. Dalam hal reliabilitas sub-sistem penghubung (jaringan internet), banyak faktor eksternal yang mempengaruhi dimana pengelolannya di luar kendali Kementerian ATR/BPN. Dalam hal keamanan aplikasi dibangun dengan metode pemisahan layer data dan layer aplikasi sehingga menjamin basisdata tidak terganggu (Badan Pertanahan Nasional (BPN) 2011c).

Aspek keterbukaan, interoperabel dan standarisasi aplikasi KKP dikembangkan dengan teknologi web-services yang memiliki karakter unggul dalam interoperabilitas, standar internasional (Badan Pertanahan Nasional BPN 2011c). Secara efektif diintegrasikan dalam penyediaan *service-service* yang menyesuaikan kebutuhan (Pusat Data dan Informasi Kementerian ATR/BPN 2017).

Elemen sistem yang terlibat dalam operasional aplikasi terdiri dari tiga sub-sistem: (a) Sub-sistem pusat; (b) Sub-sistem klien; dan (c) Sub-sistem penghubung. Skema alur antar sub sistem ini ditampilkan pada Gambar 9. Sub-sistem server

(pusat) terdiri atas server basis data sebagai tempat penyimpanan data dan *server* aplikasi yang berlaku sebagai aplikasi penghubung (*middleware*) antara sub-sistem pusat dengan sub-sistem klien. *Server* basis data dikelola oleh perangkat lunak DBMS *Oracle* versi 11g. *Server* aplikasi berbasis *web* dikelola dengan menggunakan teknologi *web-service* yang memiliki keunggulan dalam hal interoperabilitasnya. Pengembangan layanan data dan informasi BPN via internet di masa depan banyak terletak dalam inovasi pengelolaan dan penyediaan *service-service* di lapisan *server* aplikasi ini.



Gambar 9. Skema alur komunikasi antar sub-sistem. (Sumber: Mustofa dkk. 2018)

Sub-sistem klien merupakan ujung tombak layanan dimana terjadi aktivitas pemasukan, representasi dan pengeluaran data. Interaksi komputer klien dengan server pusat dibantu oleh perangkat lunak *browser* Internet (*Mozilla Firefox*, *Internet Explorer*, dan lain sebagainya). Sub-sistem penghubung adalah media transportasi data yang memungkinkan komunikasi antar dua sub-sistem. Sub-sistem penghubung berupa jaringan kabel komunikasi yang disediakan oleh pihak ketiga (Telkom, BizNet, atau yang lainnya).

Berdasar uraian tersebut dapat dirangkum kelebihan dan kekurangan aplikasi KKP berikut ini. Kelebihan Aplikasi KKP adalah: (1) Implementasi lebih mudah karena pengguna hanya cukup memasang penjelajah internet di komputer dan sudah bisa menjalankan aplikasi KKP; (2) Kontrol dan *error-handling* lebih mudah; (3) SOP dijalankan dengan konsisten. Kekurangan Aplikasi KKP adalah: (1) Implementasi awal (sisi *server*) sangat mahal; (2) Kelancaran operasional layanan di kantor pertanahan sangat tergantung pada baik tidaknya jaringan internet; (3) Kustomisasi aplikasi tidak dimungkinkan dalam kasus-kasus di

wilayah yang memiliki karakteristik unik sehingga ketiadaan fitur kustomisasi ini cukup menyulitkan; (4) Sangat tergantung pada ketersediaan listrik; dan (5) Pengguna seringkali teledor menjaga *passwordnya*, apakah itu tidak mengganti *password default* atau tidak mengikuti prosedur *logout* yang benar, sehingga dapat menempatkan aplikasi dan basis data dalam bahaya penyusup.

Aplikasi KKP meski menyimpan potensi yang luar biasa untuk masa depan layanan pertanahan dan pengelolaan basis data pertanahan, terdapat hambatan dan tantangan dalam implementasinya di tiap kantor pertanahan. Hambatan bisa disebutkan antara lain: (1) kehandalan/reliabilitas sistem yang tergantung pada baik tidaknya kualitas jaringan internet; (2) ketidakstabilan pasokan listrik pada beberapa kantor pertanahan di daerah terpencil. Tantangan bisa disebutkan antara lain: (1) perubahan paradigma pengguna dari pola pikir aplikasi berbasis desktop menjadi aplikasi berbasis *web* sangat menentukan keberlangsungan aplikasi, hal ini terutama dalam hal reduksi terhadap kemungkinan penyusup sistem; (2) perlu adanya antisipasi risiko bencana terhadap basis data yang dapat diatasi dengan membangun basis data cadangan di lokasi yang berbeda. Aplikasi KKP disediakan dalam bentuk *service-service* sebagaimana dijelaskan dalam bagian terdahulu. Gambar di atas menjelaskan bahwa Aplikasi KKP saat ini sudah sesuai dengan layer-layer dalam skema arsitektur enterprise. Berikut disajikan kesesuaian Aplikasi KKP dengan karakteristik Teknologi *Enterprise SIG* (Tabel 3).

Aplikasi KKP memiliki sebagian besar karakteristik teknologi enterprise. Ketidaksesuaian terdapat dalam hal reliabilitas (nomor 2) dan kembalian investasi (nomor 6). Reliabilitas lebih disebabkan sistem aplikasi KKP sangat tergantung pada baik tidaknya kualitas jaringan internet sebagai sub-sistem penghubung. Proyeksi kembalian investasi juga masih cukup sulit ditentukan mengingat data pertanahan yang terkumpul saat ini belum mencapai 100%.

Elemen sistem yang terlibat dalam operasional aplikasi terdiri dari 3 sub-sistem: (a) Sub-sistem pusat; (b) Sub-sistem klien; dan (c) Sub-sistem

penghubung (Gambar 10). Sub-sistem pusat terdiri dari server basisdata sebagai tempat penyimpanan data dan server aplikasi yang berlaku sebagai aplikasi penghubung (*middleware*) antara sub-sistem pusat dengan sub-sistem klien.

Tabel 3. Aplikasi KKP dan Teknologi *Enterprise SIG*

No	Karakteristik Teknologi <i>Enterprise</i>	Kesesuaian Aplikasi KKP
1.	Pencapaian tujuan	Mendukung terlaksananya tugas pokok dan fungsi BPN menyediakan layanan di bidang pertanahan.
2.	Skalabilitas, ekstensibilitas, reliabilitas dan keamanan	Skalabilitas: dikembangkan untuk dapat diimplementasikan di seluruh kantor pertanahan di Indonesia. Ekstensibilitas: layanan yang disediakan bisa ditambah sesuai kebutuhan. Reliabilitas: masih menjadi kendala karena tergantung sub-sistem penghubung (jaringan internet) Keamanan: dibangun dengan metode pemisahan layer data dan layer aplikasi sehingga menjamin basisdata tidak terganggu.
3.	Terbuka, interoperabel dan berbasis standar	Dikembangkan dengan teknologi <i>web-services</i> yang memiliki karakter unggul dalam interoperabilitas, standar internasional.
4.	Dapat secara efektif diintegrasikan dalam perusahaan	Dikembangkan dengan penyediaan layanan-layanan yang menyesuaikan kebutuhan kantor.
5.	Kompleksitas dalam implementasi sehingga membutuhkan perencanaan dan dukungan yang baik	Implementasi awal sangat mahal (LOC saja menghabiskan dana 700 milyar rupiah) dan perlu pendampingan konsultan profesional.
6.	Memberikan kembalian investasi secara cepat	Dengan ketersediaan data belum 100% maka kembalian investasi sulit untuk ditentukan.

(Sintesis berbagai sumber)

Server basis data dikelola oleh perangkat lunak DBMS (*database management system*) Oracle versi 11g. Server aplikasi dikelola berbasis web dengan menggunakan teknologi *web-service* yang memiliki keunggulan dalam hal interoperabilitasnya. Pengembangan layanan data dan informasi BPN melalui sambungan internet di masa depan banyak terletak pada inovasi pengelolaan dan penyediaan *service-service* di lapisan server aplikasi ini.

G. Tantangan di masa yang akan datang

Tahap pengumpulan data pertanahan, yang sampai saat ini masih terus berlanjut, berhadapan dengan tahap pemanfaatan (*data mining*) seolah saling berkejaran. Hal ini mendapat perhatian Presiden Jokowi yang mengaitkannya dengan era Revolusi Industri 4.0. Salah satu strategi yang perlu mendapat perhatian adalah mempersiapkan

sumberdaya manusia agar siap mengoptimalkan peluang dengan kecepatan yang sangat tinggi, *artificial intelligence, big data, advance robotic* (Kompas.com 2019). Sejalan dengan itu, Presiden Jokowi mencanangkan Peta Jalan Industri 4.0 yang diharapkan bisa memandu dalam mencapai tujuan secara terukur, jelas dan terintegrasi (Kantor Staf Presiden 2019).

Tren pengguna internet semakin berkembang sebagaimana disebutkan dalam Indeks Tetra Pak 2018, diperkirakan tumbuh mencapai 119 juta di tahun 2020 (Tetra Pak 2018), terutama di masa-masa pandemik Covid-19 yang memaksa masyarakat untuk berkegiatan di rumah. Berdasarkan riset tersebut, sebanyak 1,2% konsumen di Jakarta telah berbelanja pangan secara online pada tahun 2016 dan angka ini diharapkan untuk terus tumbuh hingga 5,4% pada tahun 2030. Sementara itu kegiatan belanja di pasar tradisional mungkin akan menurun pada tahun 2030 menjadi 46,6% dari sebelumnya di angka 56,3% pada tahun 2016 (Suarakarya.co.id 2018). Selain itu, fenomena *Internet of Things* (IoT) dan prinsip *one-stop shop* (Samborsky and Popiv 2015) memaksa semua lini, baik pemerintah maupun swasta, mesti bersiap dengan inovasi-inovasi berbasis internet. Sudah umum diketahui bahwa filosofi dunia digital yakni *create once, use many*, menawarkan efisiensi yang menjanjikan. Sekaligus mendasari paradigma satu data satu peta (*one map policy*) (UU Nomor 4 2011; Perpres Nomor 9 2016).

Beberapa aplikasi yang memanfaatkan teknologi *Web Services* dikembangkan oleh Kementerian ATR/BPN antara lain: JDIH¹, Peta Online², Gistaru³, Siwastek⁴, LP2B⁵, Sentuh Tanahku⁶, Survey Tanahku⁷, Absensi dan Sistem Informasi

Kepegawaian⁸ serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi-aplikasi tersebut umumnya didesain berbasis web. Sayangnya aplikasi-aplikasi tersebut seakan masih terpisah-pisah. Untuk memperoleh informasi dan layanan yang diinginkan pengguna mesti meloncat-loncat dari aplikasi satu ke aplikasi yang lain.

H. Kesimpulan

Evolusi aplikasi layanan pertanahan, dari LOC hingga KKP-Web, memberikan gambaran pengembangan SIP di Kementerian ATR/BPN dari waktu ke waktu. Gaya tarik kebutuhan organisasi dan masyarakat (sosial-ekonomi-kultural) dan gaya dorong teknologi memicu metamorfosis yang dinamis. Dinamika tersebut telah terdokumentasi dalam uraian di atas.

Tahapan implementasi awal yang menguras sumberdaya telah dilalui, Aplikasi KKP-Web sebagai bentuk terkini pengembangan SIP di lingkungan Kementerian ATR/BPN terdapat beberapa potensi kendala. Faktor kelalaian manusia, bencana alam, ketersediaan jaringan listrik dan internet, perlu mendapat perhatian.

Kondisi sebagaimana disebut dalam Bab F, mendorong perlunya dibangun sebuah aplikasi satu pintu. *Tagline* "informasi pertanahan tersedia dalam satu genggam" perlu dipahami dan dimaklumi bersama sebagai suatu keniscayaan. Bersamaan dengan itu otorisasi penyediaan *Web Services* sebagai bagian tak terpisahkan dari SIG Enterprise, perlu dipersiapkan dengan cermat, baik dari aspek teknologi-informasi maupun dari aspek hukum.

Daftar Pustaka

- Ali, Z and Shakir, M 2012, 'Implementing GIS-Based cadastral and land information system in Pakistan', *Journal of Settlements and Spatial Planning*, 3 (1), pp. 43-49, <http://jssp.reviste.ubbcluj.ro>.
- Askenäs, L and Westelius, A 2003, 'Five roles of an information system: A social constructionist approach to analysing the use of erp systems,

¹ <https://jdih.atrbpn.go.id/>

² <https://www.atrbpn.go.id/Peta-Bidang-Tanah>

³ <http://gistaru.atrbpn.go.id/rtronline/>

⁴ <https://pengendalian.atrbpn.go.id/siwastek>

⁵ <https://lppbv2.atrbpn.go.id/lppb/>

⁶ <https://www.atrbpn.go.id/Layanan-Publik/APLIKASI-SENTUH-TANAHKU>

⁷ <https://www.atrbpn.go.id/Berita/Siaran-Pers/aplikasi-survey-tanahku-inovasi-percepatan-pendaftaran-tanah-dalam-satu-genggam-100306>

⁸ <https://simpeg.atrbpn.go.id/app/index.php>

- informing science', *Informing Science: The International Journal of an Emerging Trans-discipline*, 6, pp. 209–220.
- Badan Pertanahan Nasional 2005, Land Office Computerization (LOC),” *workshop LOC di Jakarta*.
- Badan Pertanahan Nasional 2011a, Grand design TIK BPN-RI, *Workshop KKP di Kanwil BPN Provinsi D.I. Yogyakarta tanggal 5 Desember 2011*.
- Badan Pertanahan Nasional 2011b, Pembangunan basis data pertanahan yang terintegrasi untuk mendukung sistem informasi dan manajemen pertanahan nasional.
- Badan Pertanahan Nasional 2011c, Pembangunan GeoKKP, *Workshop KKP di Kanwil BPN Provinsi D.I. Yogyakarta tanggal 5 Desember 2011*.
- Bodnar, G and Hopwood, W 1998, *Accounting information system*, Prentice Hall Business Publishing.
- Boehm, B 2000, *Spiral development: experience, principles, and refinements*, Edited by W. J. Hansen. CMU/SEI-2000-SR-008. Pittsburgh, Pennsylvania, US: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- Busser, D and Wrazien, D 2008, Enterprise GIS: Principles, architectures, and strategies, *ESRI Technical Workshops*.
- CIMSA Ig AIE 2015, *Komputerisasi Badan Pertanahan Nasional (LOC) - Indonesia*, <http://www.cimsaig.com>, diakses: 12 Mei 2015.
- Costley, P 2019, What is industry 4.0 and its impacts on education, London, UK: MentalUp Ltd, <https://www.mentalup.co/blog/industry-4-and-its-impact-on-education>.
- Dale, P and McLaughlin, JD 1988, *Land information management: an introduction with special reference to cadastral problems in third world countries*, Oxford, England: Clarendon Press.
- De-Zeeuw, K and Salzman, M 2011, Cadastral innovation driven by society: evolution or revolution?, in *FIG Working Week 2011: Bridging the Gap between Cultures*. Marrakech, Morocco.
- ESRI 2017, *Land information system*, <https://support.esri.com/en/other-resources/gis-dictionary/term/land-information-system> (diakses: 12 December 2017).
- General Electric 2014, *Smallworld Core*. http://www.gedigitalenergy.com/Geospatial/catalog/smallworld_core.htm (diakses: February 28, 2015).
- Heo, J 2001, *Development and Implementation of A Spatio-Temporal Data Model for Parcel-Based Land Information Systems*, *Dissertation*. University of Wisconsin-Madison. doi: 10.16953/deusbed.74839.
- Ioannidis, C. et al. 2015, '5D Multi-Purpose Land Information System', *Eurographics Workshop on Urban Data Modelling and Visualisation*. doi: 10.2312/udmv.20151344.
- Kantor Staf Presiden 2019, *Presiden Jokowi bahas implementasi Peta Jalan Industri 4.0.*, <http://ksp.go.id/presiden-jokowi-bahas-implementasi-peta-jalan-industri-4-0/index.html> (diakses: 20 April 2020).
- Kementerian ATR/BPN 2015a, *Komputerisasi Layanan Pertanahan*, <http://www.bpn.go.id/Publikasi/Inovasi/Komputerisasi-Layanan-Pertanahan> (diakses: 1 Februari 2015).
- Kementerian ATR/BPN 2015b, *Layanan Online Kantor Pertanahan (LOKET) dan Pelayanan Mandiri Akta Pertanahan (PERMATA)*, [www.bpn.go.id](http://www.bpn.go.id/Berita/Siaran-Pers/layanan-online-kantor-pertanahan-loket-dan-pelayanan-mandiri-akta-tanah-permata-diresmikan-4786). <http://www.bpn.go.id/Berita/Siaran-Pers/layanan-online-kantor-pertanahan-loket-dan-pelayanan-mandiri-akta-tanah-permata-diresmikan-4786> (diakses: 10 Maret 2015).
- Kementerian ATR/BPN 2020, *Data Pertanahan*. <https://www.atrbpn.go.id/Publikasi/STATISTIK/Sertipikat-Hak-Atas-Tanah> (diakses: 1 Mei 2020).
- Kompas.com 2016, Catat, baru 45 juta bidang tanah di Indonesia yang telah bersertifikat, *Surat Kabar Online: kompas.com, jurnalis: Arimbi Ramadhiani*, <http://properti.kompas.com/read/2016/10/09/160000321/catat.baru.45.juta> (diakses: 7 Desember 2017).
- Kompas.com 2019, *Hadapi Revolusi Industri 4.0*,

- Jokowi Tekankan Pembangunan SDM, *Surat Kabar Online: kompas.com*, jurnalis: Dylan P Rachman. <https://nasional.kompas.com/read/2019/02/17/21020351/hadapi-revolusi-industri-4-0-jokowi-tekankan-pembangunan-sdm> (diakses: 30 April 2020).
- Laudon, KC and Laudon, JP 2007, *Management Information Systems*. 10th ed. Pearson Education, Inc.
- Malasari, O 2010, *Perancangan dan penerapan teknik pemetaan partisipatif data fisik dan data yuridis pada peta online BPN*, Tesis S-2, Magister Teknik Geomatika, Universitas Gadjah Mada.
- Marr, B 2018, What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation For Anyone, *Forbes*. Forbes Media LLC. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#2ecb14a99788%0A>
- Moneter.id 2018, Strategi Energi 4.0 Hadapi Tantangan Industri 4.0, *Surat Kabar Online: moneter.id*, jurnalis: Eko Setiadi. <https://moneter.id/57444/strategi-energi-4-0-hadapi-tantangan-industri-4-0>.
- Mustofa, FC 2008, *Perancangan Aplikasi Layanan Informasi Pertanahan untuk PPAT Berbasis Web Services*, Tesis Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- 2019, *Sistem Informasi Pertanahan Partisipatif untuk Pemetaan Bidang Tanah*, Disertasi, Program Doktor Pascasarjana Teknik Geomatika Dept. Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada.
- Mustofa, FC, Aditya, T & Sutanta, H 2018, 'Sistem Informasi Pertanahan partisipatif untuk pemetaan bidang tanah: tinjauan pustaka komprehensif', *Majalah Ilmiah Globe*, 20(1), pp. 1-12. doi: [dx.doi.org/10.24895](https://doi.org/10.24895).
- O'Brien, JA and Marakas, GM 2011, *Management Information Systems*. 10th ed. New York, USA: McGraw-Hill Irwin.
- Pusat Data dan Informasi Kementerian ATR/BPN 2017, *Panduan Aplikasi KKP Prosedur Layanan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap*, Versi 2. Jakarta: Pusdatin Pertanahan, Tata Ruang dan LP2B, Kementerian ATR/BPN.
- Rainer, RK & Cegielski, CG 2012, *Introduction to Information Systems: Enabling and Transforming Business*. 4th ed. Wiley Global Education.
- Samborsky, A & Popiv, I 2015, Developing a concept of integrated information system for real property registration and cadastre for Uzbekistan', *International Journal of Geoinformatics*, 11(4), pp. 9-13.
- Satriya, PG, Sudarsono, B, Sasmito, B 2014, 'Kajian Efektivitas pemanfaatan sistem GeoKKP untuk penerbitan sertipikat di Kantor Pertanahan Kabupaten Kendal Provinsi Jawa Tengah', *Jurnal Geodesi Undip*, 3(2), pp. 54-66.
- Sindonews.com 2017, 126 Juta bidang tanah di indonesia masih belum bersertifikat, *Surat Kabar Online: sindonews.com*, jurnalis: Hasan Kurniawan, <https://nasional.sindonews.com/read/1241739/15/126-juta-bidang-tanah>.
- Suarakarya.co.id 2018, *Tetra Pak Index 2018 Paparkan Tren Belanja di Indonesia*, *Surat Kabar Online: suarakarya.co.id*, <https://suarakarya.co.id/tetra-pak-index-2018-paparkan-tren-belanja-di-indonesia/5560/> (Diakses: April 30, 2020).
- Tetra Pak 2018, *The Tetra Pak Index 2018: Online Grocery*, Pully, Swiss: Tetra Pak International.
- The-Open-Group 2013, Service Oriented Architecture: What Is SOA?, *The Open Group*, p. 2013. Tersedia di: <http://www.opengroup.org/soa/source-book/soa/soa.htm> (Diakses: February 26, 2015).
- Toppur, B 2019, *Supply Chain Management 4.0 and the Statue of Unity*, Bangalore, Tamil Nadu, India: Rajalakhsmi School of Bussiness. <https://www.rsb.edu.in/blog/supply-chain-management-industry-4-0/>.
- U.S. House of Representatives 1999, *Systems Development Life-Cycle Policy*, Ters <http://www.house.gov/content/cao/procurement/ref-docs/SDLCPOL.pdf> (Diakses: 3 Maret 2015).

- USA National Archives 2020, System Development Life Cycle Checklists, USA: The U.S. National Archives and Records Administration. <https://www.archives.gov/files/sdlc-checklist.pdf>.
- Yourdon, E 2006, *Just Enough Structured Analysis*, Rev. 05140, www.yourdon.com.
- Peraturan Perundang-undangan
- Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 tentang Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta pada tingkat ketelitian Peta skala 1:50.000.
- Juknis Dirjen IK Nomor 01/JUKNIS-300/I 2018, Petunjuk Teknis Dirjen Infrastruktur Keagrariksaan Kementerian ATR/BPN tentang Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah Sistematis Lengkap.

