

PERANCANGAN *BIG DATA* JALAN DAN JEMBATAN UNTUK Mendukung KONSTRUKSI 4.0

Dimas Sigit Dewandaru

Puslitbang Jalan dan Jembatan
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Jln. A.H. Nasution No. 264, Bandung 40294
dewandaru@pusjatan.pu.go.id

Abstract

The development of Industry 4.0 has now changed the stages of business processes of a job, with each stage of work being made to be faster, simpler, and more efficient. This also applies in the field of construction, which must transform towards digitization and is known as Construction 4.0. The implementation of Construction 4.0 is marked by the development of information and communication technology utilization in order to achieve high efficiency and good quality construction products. For the development of Construction 4.0 can occur maximally, it needs to be supported by 4 functional components of Industry 4.0, namely the internet of things, internet of services, cyber security, and big data. This paper discusses one component of Industry 4.0, namely the design of big data that is appropriate to support Construction 4.0, especially in the field of roads and bridges. The design of big data is very crucial in Construction 4.0, because the large amount of construction data that is stored, processed, and shared requires a high degree of accuracy and security. Therefore the proper big data design must pay attention to 3 factors, namely the size of the data, the speed of transfer, and variation of data. The concept of big data design for road and bridge data reviewed in this study was taken from a case study of the development of the Indonesian Road Data Center Operation conducted by the Institute of Road Engineering and is the result of the adoption of data center technology that has been developed by South Korea.

Keywords: Industry 4.0; Construction 4.0; big data; road and bridge data.

Abstrak

Perkembangan Industri 4.0 saat ini telah mengubah tahapan proses bisnis suatu pekerjaan, dengan setiap tahapan pekerjaan dibuat menjadi semakin cepat, sederhana, dan efisien. Hal tersebut juga berlaku di bidang konstruksi, yang harus melakukan transformasi ke arah digitalisasi dan dikenal dengan nama Konstruksi 4.0. Penerapan Konstruksi 4.0 ditandai dengan perkembangan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi guna mencapai efisiensi yang tinggi dan kualitas produk konstruksi yang baik. Agar perkembangan Konstruksi 4.0 dapat terjadi dengan maksimal, perlu didukung oleh 4 komponen fungsional Industri 4.0, yaitu *internet of things*, *internet of services*, *cyber security*, dan *big data*. Makalah ini membahas salah satu komponen Industri 4.0, yaitu perancangan *big data* yang tepat untuk mendukung Konstruksi 4.0, khususnya di bidang jalan dan jembatan. Perancangan *big data* menjadi sangat krusial dalam Konstruksi 4.0, karena besarnya data konstruksi yang disimpan, diolah, dan dibagikan memerlukan tingkat akurasi dan keamanan yang tinggi. Karena itu, perancangan *big data* yang tepat harus memerhatikan 3 faktor, yaitu besarnya data, kecepatan transfer, dan variasi data. Konsep perancangan *big data* untuk data jalan dan jembatan yang dikaji pada studi ini diambil dari studi kasus pengembangan Indonesian Road Data Center Operation yang dilakukan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan dan merupakan hasil adopsi teknologi *data center* yang telah dikembangkan oleh Korea Selatan.

Kata-kata kunci: Industri 4.0; Konstruksi 4.0; *big data*; data jalan dan jembatan.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri 4.0 saat ini telah mengubah tahapan proses bisnis suatu pekerjaan, dengan setiap tahapan pekerjaan menjadi semakin cepat, sederhana, dan efisien. Hal

tersebut juga berlaku di bidang konstruksi, yang bertransformasi ke arah digitalisasi, yang dikenal dengan nama Konstruksi 4.0. Penerapan Konstruksi 4.0 ditandai dengan perkembangan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi guna mencapai efisiensi yang tinggi dan dengan kualitas produk konstruksi yang baik.

Perkembangan Konstruksi 4.0 perlu didukung oleh 4 komponen fungsional Industri 4.0, yaitu *internet of things*, *internet of services*, *cyber security*, dan *big data*. Perancangan *big data* menjadi sangat krusial dalam Konstruksi 4.0, karena besarnya data konstruksi yang disimpan, diolah, dan dibagikan memerlukan tingkat keakuratan dan keamanan yang tinggi. Selain itu, data jalan dan jembatan memiliki karakteristik khusus. Untuk itu, perancangan *big data* yang tepat harus memerhatikan 3 faktor, yaitu besarnya data, kecepatan transfer, dan variasi data.

Salah satu permasalahan pembangunan infrastruktur jalan saat ini adalah sulitnya mendapatkan data dan informasi terkait, terutama untuk kepentingan mendesak, seperti relokasi, bencana alam, dan peristiwa kegagalan infrastruktur. Ketersediaan data jalan dan jembatan di Indonesia juga masih bersifat parsial, dengan setiap institusi pemilik data jalan (pemerintah pusat, pemerintah daerah, swasta, asosiasi, dan perguruan tinggi) masih melakukan pengelolaan data jalan dan jembatan secara terpisah. Hal ini menyebabkan terjadinya duplikasi data (lihat Tabel 1) dan tidak efisiennya penyajian data yang dilakukan, padahal penyajian data tersebut dapat dilakukan dengan melakukan integrasi data yang telah diolah di masing-masing institusi.

Konsep integrasi data memunculkan permasalahan selanjutnya, yaitu kompleksnya data terkait jalan dan jembatan di Indonesia. Panjang jalan di Indonesia saat ini telah mencapai sekitar 500 ribu km, ditambah dengan panjang jembatan dengan jumlah yang mencapai sekitar 80 ribu jembatan. Fakta tersebut berimplikasi terhadap beragamnya data dan besarnya ukuran *file* yang dikelola. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) hingga saat ini telah mengalokasikan hingga ratusan *terabyte* untuk keperluan penyimpanan data infrastruktur di Indonesia. Dengan kata lain, *big data* tidak hanya dilambangkan dengan volume, yang kaitannya adalah industri, pemerintah, dan akademisi telah lama menghasilkan data yang besar, misalnya data sensus nasional (Vercellis, 2009). Hal tersebut mengindikasikan bahwa data jalan dan jembatan, apabila diintegrasikan, dapat menjadi sebuah *big data* yang memerlukan perlakuan khusus dalam penanganannya.

Kebutuhan data jalan dan jembatan di masa depan akan semakin kompleks. Pengguna data akan semakin bertambah sesuai dengan berkembangnya sistem keterbukaan informasi publik di Indonesia. Pengguna data tidak lagi didominasi oleh pemerintah, swasta, ataupun akademisi, masyarakat luas nantinya diharapkan dapat mengakses data jalan dan jembatan secara mudah.

Indonesian Road Data Center Operation (IRODCO) merupakan sebuah konsep sistem penyimpanan basis data jalan yang terintegrasi dalam sebuah pusat penyimpanan (*data center*) yang dalam prosesnya memerhatikan konsep *big data*. Data dari berbagai institusi terkait bidang jalan dapat disimpan, diolah, dan dikelola untuk dijadikan informasi dengan nilai tambah di dalamnya. Konsep IRODCO ini dibangun dengan menganalisis data yang dimiliki oleh berbagai institusi penyelenggara jalan di Indonesia.

PEMBAHASAN

Data Jalan dan Jembatan

Data jalan dan jembatan saat ini tersebar di berbagai instansi terkait yang memiliki fungsi pengelolaan jalan dan jembatan. Data yang mereka miliki telah dikelola sesuai dengan tugas dan fungsi masing-masing institusi. Namun, yang sering terjadi adalah pengelolaan data tersebut masih bersifat parsial, walaupun pengelolaan data tersebut terjadi dalam satu institusi. Keragaman pengelolaan data biasa terjadi antardivisi organisasi, juga sering terjadi pada organisasi yang memiliki cabang di wilayah yang berbeda. Kondisi infrastruktur teknologi informasi sebagai alat komunikasi data yang berbeda di tiap wilayah dapat mengakibatkan aplikasi yang telah dikembangkan oleh pusat tidak digunakan (Kridalukmana, 2011). Tabel 1 menunjukkan contoh persebaran data jalan yang dimiliki oleh berbagai institusi di Indonesia.

Tabel 1 Sumber Data Jalan dan Jembatan

Institusi	Data
Pusdata (Pusat Pengolah Data) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	<ul style="list-style-type: none">- Jaringan Jalan Tol- Rencana Jaringan Jalan Tol- Jaringan Jalan Nasional- Peta Infrastruktur- Sebaran Alat Berat
Ditjen Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	<ul style="list-style-type: none">- IRI- SDI- LHR- Jaringan Jalan Nasional- Kondisi Jalan Nasional- Kondisi Jembatan Nasional- Proyek Konstruksi Jalan Nasional
Puslitbang Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	<ul style="list-style-type: none">- Deposit Asbuton- SSI- RMI- LHR- Longsoran- Galian Timbunan- Kondisi Jembatan
Kementerian Perhubungan	<ul style="list-style-type: none">- TMC (<i>Video Streaming</i>)- Titik Kecelakaan- Moda Transportasi- Peta Prasarana Transportasi Nasional
Pemerintah Daerah	<ul style="list-style-type: none">- Jalan Daerah- Penerangan Jalan Umum (PJU)
Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia	<ul style="list-style-type: none">- Kecelakaan Lalu Lintas- LHR- TMC (<i>Video Streaming</i>)
BUMN/Swasta	<ul style="list-style-type: none">- Jaringan Jalan Tol- Kecelakaan di Jalan Tol- Gambar Rencana Proyek (<i>As Built Drawing</i>)- Laporan Proyek.

Tabel 1 menunjukkan bahwa data jalan yang tersebar di berbagai institusi rentan terhadap duplikasi data. Hal tersebut disebabkan oleh tugas pokok yang dimiliki masing-masing institusi. Hal lain yang dapat dilihat pada Tabel 1 adalah beragamnya data terkait jalan yang dikelola oleh masing-masing institusi.

Pengelolaan data jalan dan jembatan di Kementerian PUPR telah dimulai pada tahun 1980, dengan dikeluarkannya aplikasi Integrated Road Management System (IRMS), yang di Indonesia berkembang menjadi Indonesian Integrated Road Management System (IIRMS), dengan penambahan kata Indonesian. Pada tahun 1992 dilanjutkan dengan munculnya aplikasi Bridge Manajemen System (BMS). Walaupun peruntukannya untuk bidang manajemen data, namun kehadirannya dapat membantu dalam berbagai pengambilan keputusan strategis, seperti penentuan prioritas penanganan jalan. Seiring berjalannya waktu, sistem informasi dalam bidang penanganan jalan dan jembatan semakin berkembang, tidak hanya di sektor manajemen, namun sudah merambah ke sektor informasi geografis dan aplikasi teknis di lapangan.

Sesuai UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, pengelolaan jalan nasional merupakan wewenang Kementerian PUPR. Luasnya wilayah kerja kementerian memerlukan sebuah sistem informasi manajemen untuk dapat mendukung pengambilan keputusan yang terkait dengan pengelolaan jalan dan jembatan nasional. Berbagai produk sistem informasi jalan, khususnya jalan nasional, telah dimanfaatkan oleh Kementerian PUPR. Beberapa di antaranya adalah IRMS, peta digital infrastruktur jalan nasional, dan Sistem Informasi Potensi Teknologi Jalan.

Hingga saat ini Kementerian PUPR masih memanfaatkan aplikasi IRMS sebagai sistem informasi pengolahan data jalan nasional. IRMS merupakan suatu sistem perangkat lunak pengelolaan data jalan dan jembatan yang digunakan untuk melakukan proses perencanaan program pembangunan dan pemeliharaan jalan dan jembatan nasional. Fungsi lainnya adalah sebagai alat dalam pemantauan kondisi jalan, perbaikan, dan evaluasi, termasuk untuk ruas-ruas jalan yang baru dalam proses pembangunan.

Indonesian Infrastructure Initiative atau IndII (2010) menjelaskan bahwa IRMS terdiri atas beberapa modul, yaitu: (1) Database Jalan; (2) Sistem Entri Data; (3) Modul Sectioning; (4) Analisis Jaringan; (5) Perencanaan Strategis; (6) Pemrograman; (7) Tinjauan Ekonomi; (8) Penganggaran; (9) Informasi Jalan Raya; (10) Analisis Statistik. Selain itu, terdapat beberapa antarmuka fitur dengan perangkat lunak dari pihak ketiga.

Seiring dengan pengembangan IRMS, muncul alternatif perangkat lunak manajemen data jalan, yaitu Highway Development and Management versi 4 (HDM-4), yang menggunakan pendekatan yang sistematis dan digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan investasi jalan di Indonesia (Tranggono, 2013). HDM-4 adalah sebuah perangkat lunak manajemen jalan yang telah dikembangkan oleh Word Bank lebih dari 2 dekade dan telah digunakan di beberapa negara sebagai alat pengelolaan data jalan dan jembatan. Saat ini IRMS dan HDM-4 dapat digunakan secara bersama-sama atau hanya salah satu saja oleh pengelola jalan, baik di tingkat nasional, tingkat provinsi, maupun tingkat kabupaten/kota.

Terkait infrastruktur jembatan, Indonesia telah mengenal sebuah sistem informasi yang telah digunakan dalam pengelolaan jembatan. Aplikasi tersebut adalah BMS, yang dikembangkan dengan fungsi untuk membuat perencanaan, pelaksanaan, dan pemantauan infrastruktur jembatan berdasarkan kebijakan secara menyeluruh. Dengan sistem ini, kondisi

jembatan dapat dimonitor dan ditentukan beberapa tindakan yang diperlukan untuk meyakinkan bahwa jembatan dalam keadaan aman dan baik, dengan dana yang optimum untuk melakukan pekerjaan jembatan (Direktorat Jenderal Bina Marga dan AusAID, 1993).

Big Data Jalan dan Jembatan

Perkembangan teknologi manajemen data selama 50 tahun terakhir, telah melewati proses evolusi, dengan tren saat ini mengarah kepada pemanfaatan teknologi *big data*. Teknologi *big data* adalah kemampuan untuk mengelola jumlah data yang sangat besar dengan tipe data yang berbeda-beda, dengan kecepatan yang tepat, dan dengan menyediakan analisis data secara *real time*. Ada 3 elemen yang berpengaruh dalam teknologi *big data* dan dikenal dengan sebutan 3V (Heripracoyo, 2014), yaitu: (1) *Volume*, seberapa banyak data yang ada; (2) *Velocity*, seberapa cepat data tersebut diproses; dan (3) *Variety*, tipe data yang beragam. Selain 3V tersebut, ada elemen keempat yang tidak kalah penting, yaitu *Veracity*, yang berarti seberapa akurat data dalam memprediksi *business value*. Elemen yang keempat ini merupakan yang terpenting, karena terkait dengan bagaimana suatu instansi atau perusahaan dapat memanfaatkan data yang dimiliki agar dapat mengembangkan bisnis instansi atau perusahaan tersebut.

Data jalan dan jembatan di Indonesia sangatlah besar dan kompleks. Data tersebut tidak hanya dimiliki oleh Kementerian PUPR, tapi dimiliki juga oleh intitusi-institusi lain, seperti Kementerian Perhubungan, Badan Pusat Statistik, Pemerintah Daerah, Badan Usaha Milik Negara (BUMN), dan perusahaan swasta (konsultan dan kontraktor). Tantangannya adalah bagaimana memanfaatkan data yang dimiliki oleh instansi yang berbeda agar dapat dipersatukan dan digunakan untuk mengambil keputusan bagi para eksekutif di instansi tersebut. *Big data* memberikan kesempatan, tetapi untuk memanfaatkannya secara optimal merupakan tantangan yang harus diatasi (Heripracoyo, 2014).

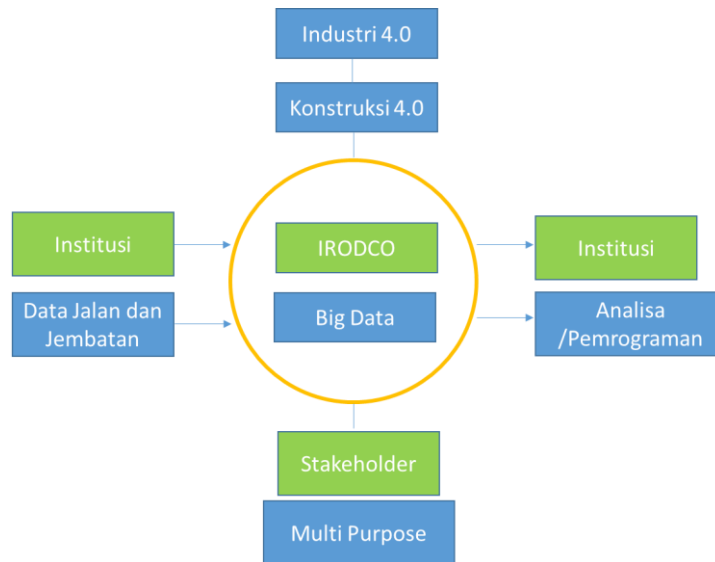
Contohnya adalah saat penyusunan kebijakan oleh pimpinan, seperti penentuan prioritas pembangunan dan pemeliharaan jalan. Dalam proses penyusunan tersebut dibutuhkan beberapa data, seperti data kondisi jalan, data volume lalu lintas, dan data kecelakaan lalu lintas, serta data jalan dan jembatan lintas organisasi, sehingga diperlukan adanya sistem *sharing* data dan *open* data yang memanfaatkan teknologi *big data*.

Konsep Big Data Jalan dan Jembatan dengan Studi Kasus IRODCO

Indonesian Road Data Center Operation (IRODCO) adalah sebuah konsep yang disusun berdasarkan permasalahan sulitnya mencari data jalan. Konsep ini menawarkan integrasi data elektronik bidang jalan yang dimiliki oleh instansi-instansi yang berkaitan. Data tersebut dikumpulkan untuk dikelola dalam sebuah pusat data untuk dikelola dengan konsep *big data*, sehingga pencari data dapat dengan mudah mengakses data tersebut melalui satu pintu (lihat Gambar 1).

IRODCO ini merupakan adaptasi sistem basis data transportasi yang dikembangkan oleh Korea Transport Data Base (KTDB). Pada tahun 2016, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan) bekerjasama dengan Negara Korea melalui institusi

Korea Internasional Cooperation Agency (KOICA) membangun suatu sistem informasi pengelolaan data jalan dan transportasi untuk mengintegrasikan data seluruh institusi pengelola jalan dan transportasi di Indonesia, yaitu Kementerian PUPR, Kemenhub, dan POLRI.



Gambar 1 Konsep *Big Data* Jalan dan Jembatan

Tabel 2 Aspek dalam Konsep IRODCO

No.	Perangkat Keras	Pengembangan Aplikasi	<i>Big Data</i>	Koordinasi
1	<i>Data Center</i>	Basis Data	Pengumpulan Data	Organisasi
2	<i>Server</i>	<i>Website</i>	Pengolahan Data	Peningkatan Kompetensi
3	<i>Storage</i>	Aplikasi Pendukung	Verifikasi Data	
4	Koneksi Internet		Distribusi Data	

Masing-masing institusi berkontribusi dengan berbagi data sesuai dengan tugas pokok dan fungsi setiap institusinya, dengan Kementerian PUPR berbagi data jalan dan jembatan, Kemenhub berbagi data lalu lintas dan angkutan jalan, dan POLRI berbagi data kecelakaan lalu lintas. Sistem IRODCO menjadi *Data Warehouse* beberapa data terkait bidang jalan dan transportasi yang diperoleh dari beberapa institusi pengelola jalan, baik di tingkat pusat maupun daerah, dengan *database* setiap institusi pengelola jalan akan tergabung menjadi satu sumber data yang terintegrasi dan sesuai dengan kebutuhan seluruh pengelola jalan.

Konsep IRODCO menekankan 4 aspek, yaitu perangkat keras, pengembangan aplikasi, manajemen data, dan koordinasi antarinstansi (Dewandaru dan Bachtiar, 2014). Hal yang paling penting dalam aspek perangkat keras adalah ketersediaan *data center*. Organisasi yang akan mengelola data jalan harus sudah memiliki *data center* yang sesuai dengan standar TIA Nomor 942, yang dikeluarkan oleh Badan Standar Amerika. Standar ini digunakan, karena telah menjadi standar acuan internasional, terlebih Indonesia belum

memiliki standar khusus untuk pembangunan *data center*. Hal berikutnya adalah adanya beberapa perangkat penyimpan data (*storage*) dan komputer layanan (*server*) yang digunakan untuk penyimpanan dan pengolahan data jalan. *Server* yang digunakan disesuaikan dengan setiap fungsi data yang akan disimpan. Koneksi internet digunakan sebagai jalur distribusi data, baik dari maupun menuju *data center*.

Pengembangan aplikasi yang dimaksud dalam IRODCO adalah pengembangan perangkat lunak yang akan digunakan dalam seluruh proses kegiatan. Basis data berfungsi sebagai manajemen penyimpanan data di *data center*. Data dari berbagai institusi akan disimpan di dalam basis data sesuai dengan tipe dan peruntukan data. Dalam kasus data yang sangat beragam dan banyak, diperlukan basis data yang terstruktur dan efisien. Hal ini dilakukan agar proses penyimpanan dan pencarian data dapat dilakukan dengan mudah. *Website* diperlukan sebagai media interaksi dan pendistribusian data, dari pemilik data ke pengguna. Aplikasi pendukung digunakan sebagai pendukung pendistribusian hasil pengembangan basis data, misalnya aplikasi *mobile*.

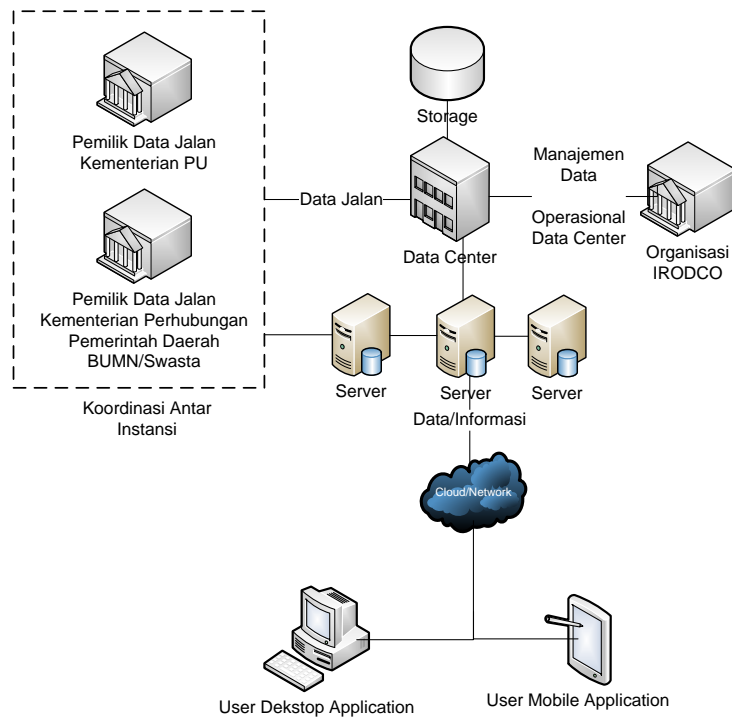
Aspek yang paling vital adalah proses pengelolaan *big data*, karena seluruh kegiatan interaksi data dilakukan dengan melibatkan berbagai komponen. Proses ini dimulai dari pengumpulan data yang dilakukan oleh institusi pemilik data jalan. Pengumpulan data ini dilakukan secara *online* dengan mentransfer data elektronik melalui koneksi internet ke *data center*. Data yang telah tersimpan di *data center* akan diklasifikasikan dengan menyesuaikan basis data yang telah disusun. Pengolahan data dilakukan untuk menghasilkan informasi yang diperlukan oleh pengguna. Informasi dan data yang telah diolah akan diatur dan dikendalikan oleh sistem manajemen data. Akhirnya data dan informasi tersebut akan didistribusikan kepada pengguna yang membutuhkan.

Jumlah institusi yang terlibat dalam integrasi data sangatlah beragam, sehingga dibutuhkan koordinasi yang intensif dan solid. Dalam hal ini, organisasi pengelola data sangat diperlukan. Organisasi ini akan bertanggungjawab terhadap seluruh kegiatan yang terjadi. Organisasi yang dibentuk harus mewakili setiap institusi pemilik data jalan. Saat organisasi telah berjalan efektif, peningkatan kompetensi akan dilakukan sesuai dengan perkembangan data jalan.

Arsitektur *Big Data* di IRODCO

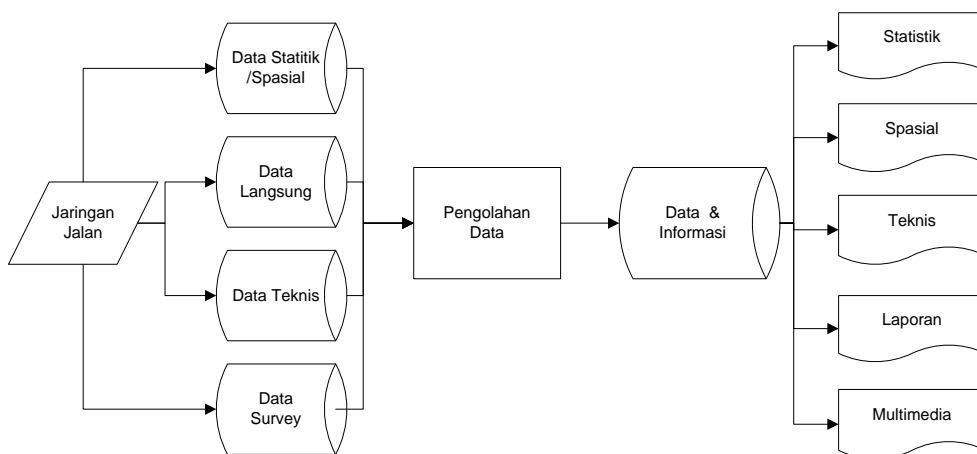
Arsitektur *big data* di IRODCO dapat digambarkan dengan 2 pendekatan, yaitu pendekatan arsitektur operasional sistem dan arsitektur proses data. Kedua arsitektur ini dipergunakan dalam sebuah sistem integrasi data. Arsitektur operasional sistem lebih fokus kepada perancangan sistem secara keseluruhan, yang mencakup proses pengolahan data. Sedangkan arsitektur operasi data menggambarkan proses identifikasi data, mulai dari awal proses hingga hasil akhir data dalam bentuk dokumen *online*.

Arsitektur operasional sistem yang terdapat pada Gambar 2 menunjukkan perpaduan 4 aspek yang dijelaskan dalam konsep IRODCO, yang menghasilkan sebuah operasional sistem IRODCO. Data jalan dikumpulkan dari instansi pemilik data secara *online* dengan memanfaatkan teknologi informasi.



Gambar 2 Arsitektur IRODCO

Data yang telah dikirimkan ke *data center* disimpan dalam *storage* dengan format basis data yang telah ditentukan. Data kemudian diolah oleh beberapa *server* sesuai dengan peruntukannya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sebagai contoh, data spasial yang terkumpul diolah oleh *server* Geographical Information System (GIS). Data dan informasi tersebut akan dikemas dalam berbagai bentuk penyajian sesuai dengan keinginan pengguna data.



Gambar 3 Alur Proses *Big Data* di IRODCO

Data yang telah diolah menjadi data dengan nilai tambah (*value added*) dan informasi ini akan ditransfer ke jaringan internet. Pencari data jalan akan dapat mengakses melalui media *website* maupun *mobile application*.

Arsitektur yang terdapat pada Gambar 2 juga menunjukkan bahwa aspek koordinasi diperlukan di antara pemilik data. Hal yang sama juga berlaku pada organisasi yang terbentuk dengan tugas manajemen data, yang juga bertanggung jawab terhadap seluruh operasional *data center*.

Data merupakan suatu informasi yang penting pada saat pembuat kebijakan akan melakukan perubahan suatu kondisi terkait perencanaan, pengaturan, pembinaan, pengawasan, dan pembangunan. Data yang diperoleh tidak seharusnya menjadi tidak bermanfaat jika dilakukan sebaik-baiknya dengan prosedur yang benar. Sistem IRODCO memberi harapan yang besar kepada seluruh institusi yang terlibat untuk dapat saling berbagi data, sehingga melalui sistem pendataan “satu pintu” akan terbentuk suatu sinergitas agar tercipta suatu kondisi jalan dan transportasi yang lebih baik. Integrasi data ini akan sangat membantu seluruh *stakeholder* yang terlibat dalam melakukan analisis selanjutnya, sehingga proses penentuan kebijakan akan lebih cepat dilakukan.

KESIMPULAN

Perancangan *big data* jalan dan jembatan Indonesia saat ini sangat diperlukan untuk mendukung Konstruksi 4.0. Semakin banyaknya pemanfaatan data jalan dan jembatan secara digital membutuhkan teknologi berbagi (*share*) yang memiliki kemampuan untuk mengelola jumlah data yang sangat besar dengan tipe data yang berbeda-beda, dengan kecepatan yang tepat, dan menyediakan analisis data secara *real time*.

Salah satu contoh konsep perancangan *big data* untuk data jalan dan jembatan adalah IRODCO. Sistem IRODCO ini memiliki konsep pemanfaatan *big data* jalan dan jembatan secara bersama-sama dengan berbagai institusi pengelola data jalan dan jembatan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan (Pusjatan) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dan Korea International Cooperation Agency (KOICA) sebagai pemilik kegiatan Joint Research serta kerjasama antarinstansi yang terlibat dalam penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Dewandaru, D.S. dan Bachtiar, A. 2014. *Konsep IRODCO dalam Pengelolaan Big Data Jalan dan Jembatan Indonesia*. Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

- Direktorat Jenderal Bina Marga dan AusAID. 1993. *Panduan Sistem Informasi Manajemen IBMS*. Jakarta.
- Heripracoyo, S. 2014. *Big Data*. (Online), (<http://sis.binus.ac.id/2014/04/29/big-data/>), diakses 12 September 2014).
- Indonesian Infrastructure Initiative. 2010. *Strategy Review of The Current Indonesia Road Management System*. Jakarta.
- Kridalukmana, R. 2011. *Penanganan Keragaman Pengelolaan Data dan Infrastruktur Teknologi Informasi*. (Online), (<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-rintakrida-29048>), diakses 23 September 2019).
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta.
- Tranggono, M. 2013. *Kajian Penggunaan HDM-4 untuk Sistem Pengelolaan Perkerasan Jalan di Indonesia*. *Jurnal Transportasi*, 13 (2): 135–144.
- Vercellis, C. 2009. *Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making*. Edisi Pertama. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.