



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

**Profesor Reini D. Wirahadikusumah**

**TANTANGAN  
MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR PUBLIK  
YANG BERKELANJUTAN**

16 Maret 2019  
Aula Barat Institut Teknologi Bandung

**Orasi Ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung**  
16 Maret 2019

**Profesor Reini D. Wirahadikusumah**

**TANTANGAN  
MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR PUBLIK  
YANG BERKELANJUTAN**



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: TANTANGAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR PUBLIK  
YANG BERKELANJUTAN  
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,  
tanggal 16 Maret 2019.

**Hak Cipta dilindungi undang-undang.**

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

**UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA**

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis  
Data katalog dalam terbitan

Reini D. Wirahadikusumah  
TANTANGAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR PUBLIK  
YANG BERKELANJUTAN  
Disunting oleh Reini D. Wirahadikusumah

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2019  
vi+50 h., 17,5 x 25 cm  
**ISBN 978-602-6624-26-0**

1. Manajemen dan Rekayasa Konstruksi 1. Reini D. Wirahadikusumah

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, atas berkat dan rahmatNya, saya dapat menyelesaikan dan menyampaikan naskah orasi ilmiah pada kesempatan yang diberikan oleh Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung. Karenanya, saya menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pimpinan dan Anggota FGB ITB.

Perkenankan saya menyampaikan orasi ilmiah yang berjudul “TANTANGAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR PUBLIK YANG BERKELANJUTAN”, yaitu salah satu topik penelitian yang dikembangkan oleh Kelompok Keilmuan Manajemen dan Rekayasa Konstruksi. Kebutuhan pendekatan pengelolaan aset infrastruktur yang lebih berorientasi pada pertimbangan-pertimbangan yang bersifat jangka panjang selayaknya menjadi perhatian kalangan akademisi keteknisipilan di Indonesia.

Semoga tulisan ini bermanfaat dalam membuka wawasan para pembaca mengenai kompleksitas pengelolaan aset infrastruktur. Infrastruktur yang dikelola sebagai suatu aset membutuhkan kerjasama semua pihak, lintas disiplin ilmu dan senantiasa memperhatikan isu ekonomi, sosial dan lingkungan dengan seimbang. Bersama-sama kita berkontribusi pada pembangunan bangsa dan negara.

Bandung, 16 Maret 2019

**Reini D. Wirahadikusumah**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Peran Infrastruktur dalam Pembangunan Nasional .....	1
1.2. Kompleksitas Infrastruktur: Kebijakan, Manajemen, Rekayasa .....	4
1.3. Manajemen Aset Infrastruktur .....	6
2. PERKEMBANGAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR .....	13
3. TANTANGAN INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN .....	18
4. TRIDHARMA KK MRK – Menuju Konstruksi Berkelanjutan .....	22
4.1. KK Manajemen dan Rekayasa Konstruksi .....	22
4.2. Kebutuhan Pengembangan Ilmu Manajemen Infrastruktur ...	26
4.2.1. Bidang Pengajaran .....	27
4.2.2. Bidang Penelitian .....	28
4.2.3. Bidang Pengabdian pada Masyarakat .....	29
5. PENUTUP .....	31
6. PENGHARGAAN DAN TERIMA KASIH .....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	35
CURRICULUM VITAE .....	38

# TANTANGAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR PUBLIK YANG BERKELANJUTAN

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Peran Infrastruktur dalam Pembangunan Nasional

Ketersediaan infrastruktur untuk mendukung aktivitas ekonomi masyarakat adalah hal yang sangat mendasar. Seluruh kegiatan masyarakat membutuhkan fasilitas-fasilitas penyedia air dan energi, komunikasi, pembuangan limbah, dan lain-lain. Apabila fasilitas-fasilitas fisik tersebut tidak tersedia maka tentunya akan menurunkan produktivitas kerja masyarakat dan pada akhirnya mengakibatkan penurunan tingkat perkembangan ekonomi. Pilihan untuk membangun infrastruktur sebagai salah satu prioritas utama adalah keputusan strategis dalam meningkatkan daya saing Indonesia sekaligus untuk mengejar ketertinggalan.

Fasilitas fisik infrastruktur dan layanannya, pada umumnya dikategorikan menjadi delapan jenis seperti diuraikan pada Gambar 1 (Uddin et al., 2013). Akhir-akhir ini, pihak swasta/investor didorong untuk terlibat dalam pembangunan, namun sebagian besar dari berbagai jenis fasilitas fisik infrastruktur tersebut dimiliki, dibangun dan dikelola oleh institusi pemerintah untuk kepentingan publik, yang didefinisikan sebagai infrastruktur publik.



Gambar 1. Jenis Infrastruktur

Meningkatkan kualitas dan kuantitas infrastruktur adalah suatu cara untuk meningkatkan perkembangan ekonomi (*economic growth*), khususnya dalam kondisi keterbatasan seperti di negara-negara berkembang. Namun, tentunya hal ini akan terjadi hanya apabila infrastruktur tersebut dikelola dengan efektif: keputusan investasi yang tepat; perencanaan dan penggunaan yang sesuai; dan pemeliharaan yang memadai. Seringkali kita temui fasilitas infrastruktur yang mangkrak, yang tidak digunakan, yang tidak tepat guna, yang digunakan melebihi kapasitas disain (*overloading*), yang tidak dianggarkan biaya pemeliharannya, serta yang dirusak sendiri oleh masyarakat pengguna. Padahal, apabila dikelola secara lebih komprehensif, dapat tercapai perbaikan kondisi yang mungkin pada awalnya berskala kecil, seperti mengurangi kemacetan atau memperluas penyediaan listrik dan air di suatu wilayah lokal, tetapi pada akhirnya dapat berkontribusi pada pengurangan kemiskinan dan kesenjangan sosial.

Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) adalah

dokumen perencanaan pembangunan nasional untuk periode dua puluh tahun, RPJPN 2005-2025 diatur dalam UU 17/2007 yang pelaksanaannya terbagi dalam tahap-tahap perencanaan pembangunan jangka menengah lima tahunan. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019 merupakan tahap ketiga dari pelaksanaan RPJPN. Penyediaan infrastruktur publik dan pemerataan pembangunan adalah hal-hal yang menjadi *highlight* dari RPJMN 2015-2019 tersebut.

Tabel 1. Pembangunan Infrastruktur Dasar dan Konektivitas RPJMN 2015 – 2019 (Kemen PPN/BAPPENAS, 2017)

Uraian	Satuan	2014	2016	Target
		(Baseline)	Realisasi	2019
1 Kapasitas Pembangkit	GW	50,7	59,6	86,6
2 Rasio Elektrifikasi	%	81,5	91,16	96,6
3 Konsumsi Listrik per Kapita	kWh	843	956	1.200
4 Pengembangan Pelabuhan untuk menunjang tol laut	Pelabuhan	-	24	24
5 Pengembangan Pelabuhan untuk penyeberangan	Unit	210	23 (322)	275
6 Pembangunan (penyelenggaraan) kapal perintis	Unit	50	10 (63)	104 (kumulatif)
7 Kondisi mantap jalan nasional	Persen	94	91	98
8 Panjang jalan nasional	Km	38.570	45.715	45.592
9 Pembangunan jalan baru sejak 2010 (kumulatif)	Km	-	559	2.650 (kumulatif 5 tahun)
10 Pembangunan jalan tol (kumulatif)	Km	807	44 (983)	1.000 (kumulatif 5 tahun) (1.807)
11 Pembangunan jalur KA termasuk Jalur Ganda dan Reaktivasi	Km	5.434	34 (5.647)	3.258 (kumulatif 5 tahun) (8.692)
12 Pengembangan pelabuhan (non komersial)	Unit	278	99 (488)	450
13 Dwelling Time Pelabuhan	Hari	6-7	3,35	3-4
14 Pembangunan bandara baru	Lokasi	-	2 (4)	15
15 On-time Performance penerbangan	Persen	75	82,67	95
16 Pangsa Pasar Angkutan Umum Perkotaan	Persen	23	25	32
17 Kabupaten/Kota yang dijangkau boardband	Persen	82	92	100

Arah kebijakan pembangunan infrastruktur dasar dan konektivitas difokuskan pada tol laut sebagai tulang punggung dengan didukung *short sea shipping/coastal shipping* dan diintegrasikannya pembangunan dan

pengembangan jaringan jalan, kereta api, dermaga sungai dan penyeberangan, bandara, transportasi perkotaan serta infrastruktur *broadband* untuk melancarkan arus informasi dan komunikasi bagi masyarakat. Untuk ketenagalistrikan difokuskan pada peningkatan jangkauan dan kualitas pelayanan (Tabel 1).

Dalam hal pembiayaannya, Pemerintah menyadari bahwa anggaran negara sangat terbatas. Bappenas mengestimasi kebutuhan dana selama lima tahun adalah sekitar Rp 4.700 triliun, yang mana akan ditanggung oleh porsi APBN sepertiga, BUMN dua puluh lima persen, dan sisanya harus didorong kontribusi dari pihak swasta dan KPBU (Kerja Sama Pemerintah dan Badan Usaha) atau yang dikenal dengan PPP. Dengan demikian, dibutuhkan pemahaman mengenai inovasi-inovasi dalam metoda investasi infrastruktur publik.

## 1.2. Kompleksitas Infrastruktur: Kebijakan, Manajemen, Rekayasa

Lingkup penyediaan infrastruktur seperti diuraikan pada Gambar 1 sebagian besar menjadi tanggung jawab Pemerintah, pada Tahapan Pembangunan 2015–2019, prioritasnya adalah penyediaan “Infrastruktur Dasar dan Konektivitas” (Tabel 1). Penyediaan infrastruktur adalah masalah yang sangat kompleks, menjadi urusan para pemimpin negara, suatu urusan kebijakan (*policy*) tingkat tinggi yang bersifat konseptual dan terkadang dirasakan jauh dari kompetensi dan kewenangan para insinyur sipil. Ketika urusan infrastruktur diperbincangkan di publik, isu utama yang dibahas seringkali fokusnya adalah pendanaan, lingkungan, sosial/dukungan publik, bahkan politik; bukan tentang aspek rekayasa

dan teknologinya. Grigg (1999) mengemukakan temuan National Science Foundation bahwa “*infrastructure problems are 95% social, economic, and political, and only 5% technical.*” Hal ini sejalan dengan kenyataan bahwa urusan infrastruktur memang bersifat “sistem” yang harus diselesaikan secara komprehensif.

Untuk dapat mengambil peran dalam pembangunan infrastruktur nasional secara efektif, para insinyur (sipil) harus memiliki keahlian yang beragam serta pengalaman yang luas, termasuk di bidang-bidang non-rekayasa, yang sebenarnya bukan merupakan modal utamanya sesuai latar belakang pendidikan dan pengalaman di sektor konstruksi. Kenyataan bahwa 95% urusan infrastruktur bersifat non-teknis, sedangkan para pelaku di sektor konstruksi dan pembangunan infrastruktur didominasi oleh para insinyur (teknik sipil dan sebagainya), maka peningkatan kualitas dan kuantitas infrastruktur nasional sangat tergantung pada peningkatan keahlian para insinyur dalam menjawab berbagai tantangan yang bersifat sosial, ekonomi, lingkungan, dan politik tersebut (Grigg, 1999). Dukungan masyarakat sekitar/publik, dukungan politik, dukungan dunia perbankan, isu lingkungan, dan integrasi sistem, adalah tugas-tugas yang harus dituntaskan terlebih dahulu, di samping aspek rekayasa dan teknologi yang juga terus berkembang.

## 1.3. Manajemen Aset Infrastruktur

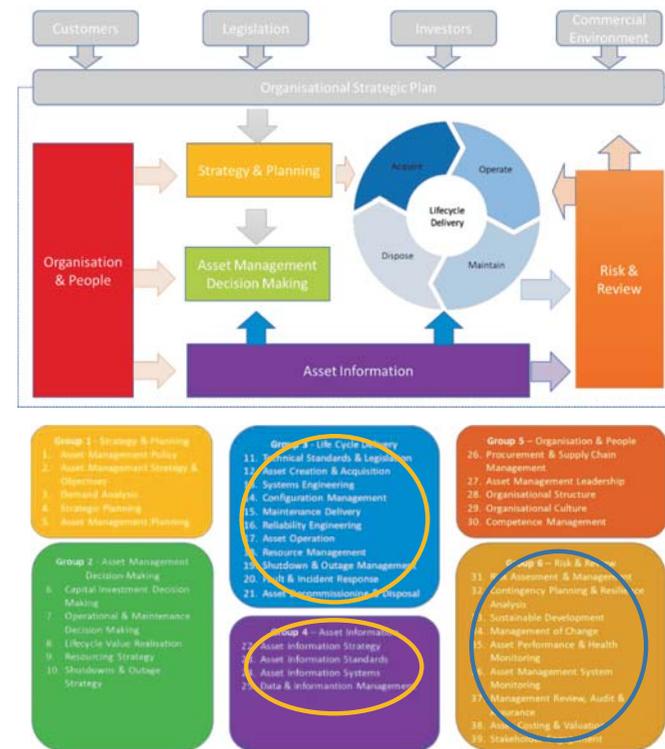
Peran infrastruktur agar masyarakat modern dapat beraktivitas secara efektif telah kita pahami. Infrastruktur, dalam arti aset fisik (seperti jaringan jalan dan jembatan, pelabuhan, bangunan gedung, pembangkit

dan jaringan listrik, pengolahan air baku, jaringan pipa air minum dan air kotor, pengolahan sampah, dsb.) selayaknya dikelola sebagai “aset” yang senantiasa dapat memenuhi kebutuhan layanan masyarakat saat ini dan di masa yang akan datang. Pengelolaan aset (*asset management*) tidak semata-mata berupa aktivitas memelihara kondisinya, namun pengelolaan yang bertujuan untuk mendapatkan “value” yang lebih besar dan mencapai tujuan utama organisasi pemilikinya. Maka pengelolanya (*asset managers*) memiliki peran strategis yaitu bersikap proaktif; mampu memprediksi kebutuhan organisasi dan menyusun rencana jangka menengah/panjang sebagai upaya mencapai tujuan organisasi/institusi.

Pada umumnya, pengambilan keputusan mengenai investasi infrastruktur dan alokasi biaya pemeliharaannya lebih berdasarkan pada kebiasaan atau pengalaman, ketersediaan sumber daya, bahkan aspek politis. Pengambilan keputusan oleh para pengelola fasilitas fisik infrastruktur tidak melalui proses yang analisis dan sistematis. Pengelolaan fasilitas-fasilitas ini seringkali tidak proaktif, namun tindakan dilakukan hanya ketika kondisi sudah menjadi kritis.

Yang dimaksud dengan “Manajemen Aset Infrastruktur” (MAI) adalah adalah suatu disiplin ilmu yang mengedepankan pendekatan yang lebih sistematis pada pengelolaan/manajemen aset-aset infrastruktur. Menurut Too dan Tay (2008), MAI mulai dikenal sejak tahun 1980-an di Inggris dan berkembang secara formal diterapkan oleh pemerintah dan sektor industri di banyak negara maju pada tahun 1990-an, dan kemudian mulai diakui sebagai cabang keilmuan manajemen yang terpisah spesifik untuk pengelolaan aset yang bersifat fisik.

Manajemen Aset Infrastruktur (MAI) yang efektif sangat tergantung pada partisipasi aktif dari berbagai pihak internal dalam suatu organisasi, berikut rantai pasoknya (*supply chains*). MAI semakin dipahami sebagai suatu tanggung jawab bersama, melibatkan pihak-pihak dari berbagai fungsi organisasi (*cross-functional teams*) dan juga melibatkan pihak-pihak dari berbagai tingkatan organisasi yaitu mulai dari tingkat pimpinan sampai dengan para petugas lapangan (IAM, 2015).



Gambar 2. Konsep Model Manajemen Aset (IAM, 2015)

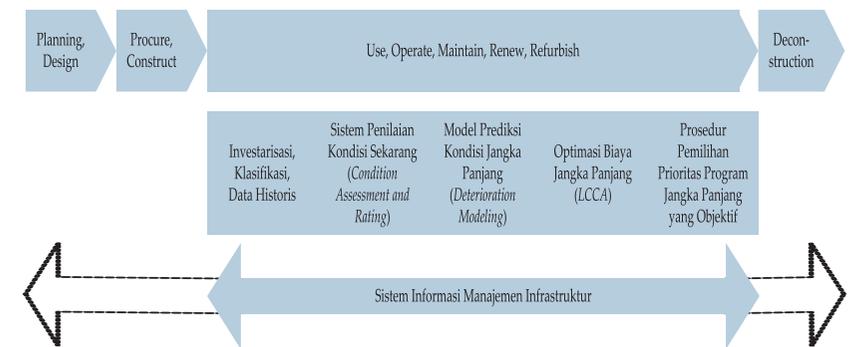
Model MAI seperti dijelaskan pada Gambar 2 mencakup enam kelompok dari total 39 subyek pengelolaan aset. Secara konseptual, model MAI tersebut dapat diterapkan pada segala jenis aset termasuk aset infrastruktur publik. Dalam konteks infrastruktur publik, karena usia layan yang relatif sangat panjang, maka pengelolaan aset ini selayaknya dilakukan dengan pertimbangan-pertimbangan jangka panjang pula, atau dikenal dengan istilah *life-cycle analysis*. Dengan demikian, pengambilan keputusan sejak tahap inisiasi, disain, konstruksi, O&M dan rekonstruksi, haruslah berdasarkan pada pertimbangan biaya total kepemilikan aset selama usia layan, atau disebut dengan *life-cycle cost analysis* (LCCA).

Pertimbangan LCCA menjadi lebih relevan lagi untuk diterapkan di negara berkembang seperti di Indonesia. Dengan segala keterbatasan dalam kapasitas pendanaan, maka para pengelola infrastruktur publik harus lebih cermat dalam mengambil keputusan, yaitu fokus pada proyek-proyek yang diprediksi akan memberi manfaat ekonomi tertinggi namun kebutuhan total biaya selama usia layan yang terendah. Biaya pembangunan biasanya hanya menghitung biaya disain dan biaya konstruksi, tidak menghitung biaya-biaya lain yaitu biaya pemeliharaan, biaya operasional, dan biaya rekonstruksi. Pemilihan pembangunan proyek-proyek infrastruktur sangatlah tidak tepat apabila hanya membandingkan biaya pembangunannya saja.

LCCA adalah proses estimasi yang bersifat prediksi, menggunakan asumsi data proyeksi/kecenderungan berdasarkan data historis. LCCA dapat diestimasi dengan baik apabila didukung oleh ketersediaan data

historis biaya pemeliharaan, data historis biaya operasional, dll. Sedangkan kita pahami bersama bahwa kelemahan dalam pencatatan data historis adalah masalah klasik di Indonesia.

Para pengelola aset infrastruktur publik di Kementerian PUPERA, Perhubungan, ESDM, dll, dinas-dinas di tingkat pusat dan daerah, tentunya telah menjalankan sebagian besar dari fungsi-fungsi pengelolaan. Namun, perlu perkuatan fungsi dalam subyek-subyek pengelolaan berikut: yang membutuhkan pertimbangan jangka panjang; aspek sosial; serta aspek lingkungan. Khususnya antara lain adalah *life-cycle analysis*, sistem informasi, manajemen risiko, isu keberlanjutan/*sustainability*, serta keterlibatan *stakeholders* (Group 3, 4, dan 6).



Gambar 3. Kerangka Manajemen Aset Infrastruktur

Untuk lebih detilnya, manajer aset selayaknya menjalankan fungsi-fungsi pengelolaan selama masa penggunaan, operasional, pemeliharaan, serta renovasi fasilitas infrastruktur seperti diuraikan pada Gambar 3.

Fungsi-fungsi pengelolaan tersebut mencakup lima hal dan dibantu oleh suatu sistem informasi.

- i. Inventarisasi, klasifikasi, data historis. Seluruh jenis aset beserta komponen-komponen utama dari aset yang dimiliki harus tercatat dalam struktur yang logis (pemilihan parameter yang paling relevan). Sistem klasifikasi jenis aset beserta komponennya perlu dikembangkan untuk memudahkan pengelolaan. Kemudian, seluruh data secara historis perlu dikelola: data lokasi, data material, data kondisi, data tindakan pemeliharaan/perbaikan, data biaya, dst.
- ii. Sistem Penilaian Kondisi Sekarang (*Condition Assessment and Rating*). Kondisi seluruh jenis aset beserta komponen-komponen utama dimonitor kondisinya secara berkala. Kurun waktu penilaian kondisi tergantung pada jenis aset dan jenis komponen, dan tentunya kapasitas sumberdaya (personil, peralatan, dana survey). Teknologi survey (*data collection*) tersedia cukup beragam, untuk aplikasi infrastruktur bawah tanah, untuk lokasi yang sulit dijangkau, *non-destructive tests*, *smart sensors*, dst. Selanjutnya, hasil pengambilan data diolah dengan metoda rating/evaluasi yang dapat bersifat manual (*expert subjective judgment*) ataupun dengan bantuan otomasi.
- iii. Model Prediksi Kondisi Jangka Panjang (*Deterioration Modeling*). Kondisi aset dan komponennya pada saat ini (*existing condition*) tidak dapat dijadikan sebagai satu-satunya masukan dalam pengambilan keputusan tindakan selama masa O&M. Namun, perlu juga mempertimbangkan prediksi kondisi di masa yang akan datang, sehingga dikembangkan model-model penurunan kondisi

(*deterioration performance models*).

- iv. Optimasi Biaya Jangka Panjang (LCCA). Para aset manajer akan selalu terkendala masalah klasik keterbatasan dana pemeliharaan. Keputusan mengenai tindakan pemeliharaan atau rehabilitasi (*treatments*) yang paling tepat diambil berdasarkan perhitungan LCCA. Tindakan yang biayanya rendah umumnya tidak akan bertahan lama sehingga sangat mungkin bukan merupakan tindakan yang optimal.
- v. Prosedur Pemilihan Prioritas Program Jangka Panjang yang Objektif. Lingkup aset beserta komponennya seringkali cukup banyak, sedangkan dana pemeliharaan sangat terbatas. Keputusan tindakan pemeliharaan/rehabilitasi yang sudah optimal karena telah dihitung dengan LCCA, tidak dapat dilaksanakan sesuai jadwal optimal. Beberapa ruas jalan atau bagian jembatan yang idealnya dijadwalkan untuk diperbaiki, terpaksa ditunda pelaksanaannya. Prosedur pemilihan prioritas program pemeliharaan harus bersifat obyektif, yaitu berdasarkan optimasi total biaya seluruh jaringan jalan dan jembatan (*network-level optimization*).
- vi. Sistem Informasi Manajemen Infrastruktur (SIMI). Kelima fungsi pengelolaan tersebut hanya dapat dijalankan secara efektif dengan bantuan suatu sistem informasi. Di negara maju, pengelolaan aset infrastruktur perkotaan (jalan, drainase/banjir, saluran air limbah, dst) menerapkan database berbasis data spasial atau *Geographic Information Systems* (GIS). Lebih lanjut, terdapat teknologi yang lebih maju yaitu *BIM for Facility Management*, teknologi ini dapat

dimanfaatkan oleh manajer aset sejak awal tahap perencanaan sampai seluruh tahap usia layan aset infrastruktur.

## 2. PERKEMBANGAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR

Perkembangan ilmu yang mendukung manajemen aset infrastruktur dalam bahasan ini dibagi dalam tiga kelompok yaitu: i) Material atau produk konstruksi, ii) Metoda atau teknologi konstruksi, dan iii) Manajemen. Biaya kepemilikan suatu fasilitas infrastruktur yang terbesar tentunya adalah selama masa operasional dan pemeliharaan, yang puluhan tahun lamanya. Dengan demikian, upaya pengelolaan patut mengoptimasi biaya bukan semata pada tahap konstruksi namun pada tahap penggunaannya.

Dari ketiga kelompok tersebut, yang paling menjadi fokus di Indonesia adalah upaya-upaya menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 yang tentunya juga relevan untuk sektor/industri konstruksi nasional. Tuntutan untuk dapat mengadopsi berbagai kemajuan teknologi digital dalam era industri 4.0 (kecerdasan buatan/*artificial intelligence*, Internet of Things, wearables, robotika, dan 3D printing) tentu sangat dipahami oleh para pelaku di sektor konstruksi/infrastruktur. Kemampuan mengaplikasikannya secara cepat dalam proses bisnis menjadi salah satu daya saing utama di suatu organisasi. Berbagai upaya sedang dilakukan untuk merevitalisasi industri konstruksi, meningkatkan produktifitas tenaga kerja, sehingga dapat meningkatkan daya saing.

### i. *Material konstruksi yang mendukung infrastruktur berkelanjutan*

Inovasi dalam material sangat mendukung konstruksi yang dapat dirancang oleh arsitek dengan lebih efisien, di samping memiliki kekuatan, fleksibilitas, dan durabilitas yang lebih tinggi. Material bangunan yang dapat mengurangi konsumsi energi (juga temperatur yang nyaman) selama masa operasional.

Berbagai inovasi yang mulai diujicobakan di negara-negara maju antara lain: *solar-harvesting roads* (solar panels dipasang/ditanam bersama dengan material di atas badan jalan, sehingga kebutuhan energi untuk operasional/penerangan jalan dipasok secara mandiri); blok bata untuk dinding bangunan yang dapat menurunkan suhu interior ruangan; blok bata yang dapat menyerap polutan udara. Material beton sangat berpotensi untuk dicampur dengan “graphene” yaitu suatu material baru yang lebih kuat daripada baja namun sangat ringan; *self healing concrete* dapat memperbaiki sendiri keretakan pada beton dengan pemanasan atau dengan *bio concrete*. *Hardwood cross-laminated timber* yang dibuat dari beberapa jenis kayu dan bahan sisa lainnya memiliki karakteristik yang kuat dan lebih ramah lingkungan.

Nanoteknologi adalah ilmu yang mempelajari objek dengan ukuran sangat kecil (sepersemiliar meter) dan melakukan rekayasa untuk menghasilkan produk baru dengan sifat khusus yang diinginkan. Aplikasi dalam material konstruksi sangat beragam, memodifikasi struktur mikro/nano pada material baja dan semen/beton sehingga lebih kuat, lebih mudah dibentuk, lebih tahan lama dan lebih tahan karat.

Berbagai inovasi material tersebut belum dimanfaatkan dalam praktek konstruksi di Indonesia. Yang sudah mulai umum, walaupun masih dianggap mahal, adalah material-material konstruksi yang berlabel "green". Pemilihan material bangunan yang tepat yaitu dengan menggunakan *green material* dapat menghasilkan bangunan yang berkualitas sekaligus ramah lingkungan atau green building. Material ramah lingkungan adalah material yang pada saat digunakan dan dibuang, tidak memiliki potensi merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan.

**ii. Metoda/teknologi berbasis IT, nanoteknologi, selama usia layan**

*Project delivery* akan lebih efisien apabila dapat memanfaatkan teknologi IT (*cloud computing, mobile technology, dsb*) yang tersedia dan sudah diterapkan di industri-industri lainnya. Kementerian PUPERA telah menyusun *roadmap* Industri Konstruksi 4.0 yang mencakup adopsi *Building Information Modeling* (BIM), menyusun standar BIM Nasional, standar kurikulum dan kompetensi BIM untuk profesi. BIM adalah seperangkat teknologi, proses, kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara kolaborasi dan terintegrasi dalam sebuah model digital.

BIM mencakup beberapa tingkatan yaitu BIM 3D (3D modeling), BIM 4D (terkolaborasi dengan data scheduling), BIM 5D (terkolaborasi dengan data estimasi atau kuantitas dan harga), BIM 6D (terkolaborasi dengan data building sustainability), dan BIM 7D (terkolaborasi dengan data facility management application).

Untuk memberikan manfaat maksimal penerapan BIM dilakukan seawal mungkin yaitu sejak tahap *pre-design* dan terus berlanjut ke tingkat detailnya menggunakan BIM di tahap-tahap selanjutnya, seperti tahap *schematic design, detail design, construction documentation, serta procurement, dan operation*. Salah satu perusahaan kontraktor yang giat dalam menerapkan BIM adalah PT. Pembangunan Perumahan. Sejak 2015, beberapa proyek pembangunan kantor dan apartemen, pelabuhan jalan tol, dan jembatan, telah menerapkan BIM.

Selama masa operasional, aset infrastruktur harus dijaga fungsinya. Teknologi nano dan IT digunakan untuk meningkatkan kinerja sistem sensor dan akuisisi data sebagai bagian dari *structural health monitoring systems* (SHMS) untuk bangunan bertingkat tinggi, jembatan bentang panjang, terowongan, bendungan dll. SHMS merupakan proses monitoring kondisi dan keamanan dari suatu struktur sehingga dapat diketahui sedini mungkin gejala-gejala abnormal, juga sebagai sumber data untuk menganalisa dalam pengambilan keputusan dalam tindakan preventif atau perawatan pada struktur dalam jangka panjang. SHMS telah digunakan antara lain di Jembatan Suramadu dan Jembatan Merah Putih (Ambon), walaupun masih terdapat banyak kritik terhadap pemanfaatan sistem yang belum optimal.

Secara lebih detil mengenai teknologi-teknologi lainnya, *Emerging Construction Technologies*, dapat dipelajari dari dokumentasi *Fact Sheets* yang disusun oleh tim ECT Purdue University (<https://docs.lib.purdue.edu/ect/>). Berbagai teknologi konstruksi yang dianggap memberikan dampak yang besar bagi peningkatan produktivitas dan

kualitas tersebut mencakup teknologi pekerjaan sipil, mekanikal, IT, elektrik, bangunan/perumahan, sistem keselamatan (*safety*), sistem sensor, dll. Teknologi yang paling relevan untuk kebutuhan di Indonesia adalah konstruksi modular dan teknologi *trenchless* (tanpa menggali).

### *iii. Metoda manajemen infrastruktur*

Manajemen aset yang efektif harus mencakup keputusan yang tepat sejak tahap perencanaan dan perancangan. Keputusan pemilik untuk membangun *green buildings* atau *smart buildings* akan mengoptimasi biaya selama usia layan. Menurut *Green Building Council Indonesia* (GBCI), berbagai inovasi bangunan yang menjadi “*smart*” antara lain adalah building intelligence and automation, smart lighting, electrical apparatus, vertical transportation, air condition and ventilation, access and security, water and fire systems, sustainable building materials, and passive building designs. Lebih lanjut, pada *smart buildings* juga dipasang peralatan yang dapat mendeteksi gejala penurunan kinerja, misalnya sebelum terjadi mati padam, sehingga sistem pemeliharaan bangunan yang proaktif ini dapat menghindarkan pemilik dari biaya-biaya karena kerusakan peralatan yang sangat mahal (laboratorium dsb.) yang berada di dalam bangunan.

Potensi aplikasi BIM untuk *facility management* sangat menjanjikan, teknologinya telah tersedia, namun pemanfaatannya masih memerlukan banyak persiapan di semua pihak pelaku sektor konstruksi. Pemerintah, khususnya Kementerian PUPERA, melalui Direktorat Jenderal Bina Konstruksi sedang melakukan upaya-upaya untuk menyusun standar

kolektif dan kolaborasi industri konstruksi untuk penerapan BIM di sektor konstruksi nasional. Kebutuhan standar kolektif kolaborasi sebagai prasyarat di sektor konstruksi tersebut antara lain adalah standar informasi produksi (Wirahadikusumah, 2007) dan *standard method of measurement* (SMM) (IQSI, 2015).

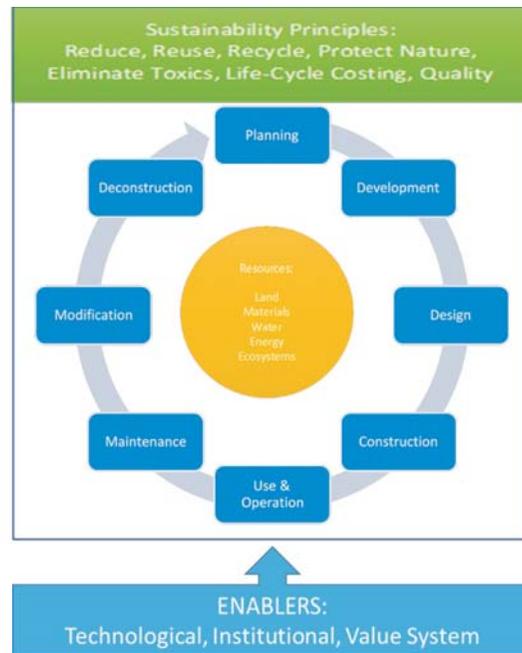
Dalam kerangka MAI, berbagai fungsi/subyek seperti dijelaskan pada Gambar 3, belum sepenuhnya disadari oleh para pihak. Pedoman mengenai LCCA, pedoman manajemen risiko (termasuk kebencanaan), serta juknis untuk *stakeholder management* sudah mulai dikembangkan untuk dapat diterapkan secara lebih luas di masyarakat jasa konstruksi nasional.

### **3. TANTANGAN INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN**

Pembangunan berkelanjutan adalah “*development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” (Brundtland Report, 1987). Untuk mewujudkannya disyaratkan untuk mempertimbangkan tiga aspek secara seimbang yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan. Pembangunan fasilitas fisik infrastruktur adalah salah satu bidang utama yang wajib merespon tantangan ini karena sangat kental dengan isu sosial dan lingkungan, terlebih di negara berkembang seperti di Indonesia.

Dalam konteks pembangunan infrastruktur publik, pengambilan keputusan bukan saja mempertimbangkan berbagai skenario selama usia layannya, namun dituntut pula untuk mempertimbangkan kebutuhan generasi-generasi di masa yang akan datang, sesuai dengan tujuan

pembangunan berkelanjutan. Pemerintah telah mulai menindaklanjutinya dengan berbagai aturan, salah satunya adalah disusunnya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 5 Tahun 2015 tentang Pedoman Umum Implementasi Konstruksi Berkelanjutan pada Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan. Peraturan ini memang berlaku terbatas secara formal untuk kepentingan internal Kementerian PUPERA, namun akan menjadi standar yang diacu oleh sektor konstruksi secara lebih luas.



**Gambar 4.** Penyelenggaraan Infrastruktur yang Menerapkan Prinsip Berkelanjutan (diadaptasi dari CIB & UNEP-IETC, 2002)

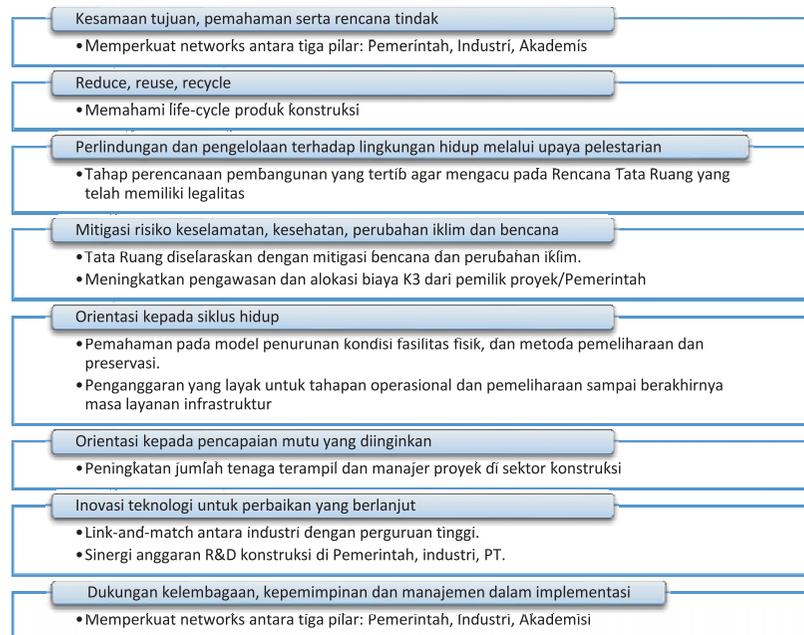
Dalam peraturan tersebut, “infrastruktur berkelanjutan” (*sustainable infrastructure*) didefinisikan sebagai infrastruktur yang diselenggarakan dengan menggunakan pendekatan konstruksi berkelanjutan. Sedangkan “konstruksi berkelanjutan” (*sustainable construction*) adalah sebuah pendekatan dalam melaksanakan rangkaian kegiatan yang diperlukan untuk menciptakan suatu fasilitas fisik yang memenuhi tujuan ekonomi, sosial dan lingkungan pada saat ini dan pada masa yang akan datang, serta memenuhi prinsip berkelanjutan.

Gambar 4 menjelaskan penyelenggaraan infrastruktur yang meliputi seluruh tahapan *life-cycle* yaitu tahapan pemrograman, perencanaan teknis, pengadaan/*procurement*, pelaksanaan konstruksi, pemanfaatan serta pembongkaran. Menerapkan prinsip-prinsip berkelanjutan sangatlah tidak mudah; dibutuhkan kondisi-kondisi prasyarat (*enablers*). Tidak seperti di negara-negara maju, isu *sustainability* ini tidak dapat semata-mata dapat segera diterapkan. Menurut dokumen “Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries,” kondisi-kondisi prasyarat atau *enablers* yang dimaksud mencakup tiga aspek: *technological*, *institutional*, dan *value-system*.

Untuk maju dibutuhkan pengetahuan dan teknologi untuk mengambil keputusan yang tepat. Untuk memiliki pengetahuan dan teknologi, lebih dulu perlu akses terhadap hal tersebut, yang dapat tercipta apabila berbagai institusi terkait (Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, PT, asosiasi profesi, dsb) saling mampu melaksanakan fungsinya. Lebih jauh lagi, hal mendasar lainnya yang menjadi prasyarat adalah sistem nilai dalam masyarakat kita. Perlu ada perubahan paradigma dan

perilaku, menyadarkan kembali kepada nilai-nilai luhur internal bangsa, yang mana institusi pendidikan menjadi sangat berperan.

Di samping itu, terdapat perbedaan konteks penerapan prinsip *sustainability*. Dalam banyak literatur, isu *sustainability* lebih ditekankan pada keseimbangan aspek lingkungan/alam/*environment*, sehingga sering digunakan istilah “*green*”. Namun, di Indonesia, pemenuhan kebutuhan aspek sosial (setelah ekonomi yang lebih utama) masih menjadi fokus yang lebih daripada aspek lingkungan.



**Gambar 5.** Tantangan Penyelenggaraan Infrastruktur dalam Menerapkan Prinsip Keberlanjutan

Dengan mempertimbangkan pemahaman tersebut, maka tantangan utama dalam penyelenggaraan infrastruktur dalam menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan dijelaskan pada Gambar 5. Penggunaan sumberdaya infrastruktur (yaitu lahan, material konstruksi, air, energi, dan ekosistem) dalam setiap tahap (mulai tahap perencanaan sampai dengan tahap dekonstruksi) harus mempertimbangkan prinsip keberlanjutan, yang dimulai dengan kesamaan tujuan, kesamaan pemahaman, dan kesamaan rencana tindak dari semua pihak. Hal ini sangat tergantung pada terciptanya sinergi antara Pemerintah, sektor/pelaku konstruksi, dan akademisi/pakar/PT. Hal lainnya yang sangat dirasakan akhir-akhir ini adalah pentingnya perencanaan tata ruang pembangunan infrastruktur yang diselarasakan dengan mitigasi bencana dan perubahan iklim.

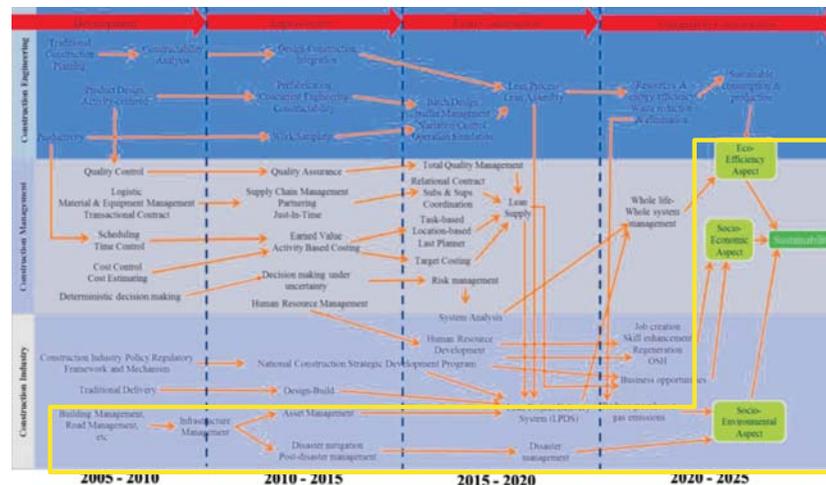
#### 4. TRIDHARMA KK MRK – Menuju Konstruksi Berkelanjutan

##### 4.1. KK Manajemen dan Rekayasa Konstruksi

Kelompok Keahlian Manajemen dan Rekayasa Konstruksi (KK MRK) adalah KK dalam rumpun ilmu teknik sipil yang secara formal mulai dikembangkan di ITB sejak 1980. KK MRK fokus pada pengembangan ilmu yang mencakup tiga topik yaitu: 1. Manajemen Konstruksi, 2. Rekayasa Konstruksi, dan 3. Industri Konstruksi. Pada Gambar 6, Agenda Penelitian pada tiga topik tersebut disinergikan untuk “Menuju Konstruksi Berkelanjutan.” Agenda ini dikembangkan bersama-sama dengan seluruh anggota KK MRK dengan mempertimbangkan kebutuhan nasional, kontribusi pada state-of-the-art, dan kapasitas para

anggota.

KK MRK turut menjawab tantangan pengelolaan aset infrastruktur publik yang berkelanjutan. Isu yang lebih luas atau "Big Picture" seperti yang telah dijelaskan, harus didukung oleh kompetensi pengelolaan pada tahap konstruksi (yaitu "Manajemen Konstruksi"), penguasaan teknologi/rekayasa konstruksinya (yaitu "Rekayasa Konstruksi"), dan pengelolaan fasilitas fisik infrastruktur sebagai aset oleh para *stakeholders* (yaitu salah satu bahasan pada topik "Industri Konstruksi").



Gambar 6. "Menuju Konstruksi Berkelanjutan".

Agenda KK MRK tersebut tidak terlepas dari agenda penelitian di negara lain – *Construction in Developing Countries Research Roadmap* (Ofori 2006, CIB 2015).

i. *Model Manajemen Konstruksi yang Berkelanjutan*. Lingkungan hidup

terus menurun kondisinya, sedangkan isu kemiskinan, keteringgalan, dan kebencanaan menambah permasalahan yang harus diatasi bersama. Perlu mengkaji dan mengambil manfaat *lessons learned* dari berbagai metoda pengelolaan proyek konstruksi yang telah berhasil meningkatkan efektivitas dan efisiensi di negara maju, kemudian diadaptasi secara bijaksana dalam konteks nasional, menuju konstruksi yang berkelanjutan. Kemudian ada mekanisme money secara nasional. Hal lain adalah mengenai studi kelayakan proyek yang perlu disesuaikan dengan pertimbangan isu sosial secara lebih serius (mis. proses pengadaan lahan perlu melibatkan kajian sosial budaya setempat). *Life-cycle cost analysis* membutuhkan pedoman perhitungan yang baku. Pendanaan KPBU serta pengalihan teknologi pasca masa kontrak kepada ASN badan pengelola infrastruktur juga merupakan hal yang penting. Metoda kontrak inovatif (a.l. *performance-based contract*) juga menjadi topik kajian di KK MRK.

ii. *Inovasi dalam Metoda dan Material Konstruksi*. Pemilihan material konstruksi harus menyesuaikan dengan ketersediaan di sumber-sumber lokal, juga inovasi material hasil daur ulang dsb. Metoda konstruksi yang tepat guna, mempertimbangkan kapasitas *supply chains* dari sub-kontraktor kecil dan menengah. Kontraktor besar yang mengadopsi teknologi konstruksi, secara inovatif dapat menggabungkannya dengan teknologi yang dikuasai oleh sub-kontraktor dan pemasok lokal.

iii. *Pengadaan (procurement)*. Sistem pengadaan barang dan jasa

konstruksi perlu dikembangkan dengan mempertimbangkan kebiasaan/tradisi usaha/bisnis lokal. Penelitian mengenai penetapan kriteria pemilihan (di samping harga terendah/*lowest bid*) yang sesuai dengan *values* perlu digali, dengan tidak berbenturan dengan peraturan. KK MRK sedang mengembangkan penelitian bekerjasama dengan Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang Jasa Pemerintah (LKPP) mengenai *sustainable procurement* untuk pekerjaan konstruksi.

- iv. *Pengembangan Industri/Jasa Konstruksi*. KK MRK sejak lama menjadi mitra Kementerian PUPERA dalam menyusun kajian kebijakan dan penelitian untuk mendorong peningkatan kompetensi dan daya saing perusahaan kontraktor dan konsultan. Isu yang strategis agar pasar domestik yang sangat besar mampu dikuasai oleh pengusaha lokal. Kerjasama juga dilakukan dengan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional (LPJKN) yang salah satu tugasnya adalah mendorong R&D konstruksi. Bersama-sama dengan perguruan tinggi teknik lain, menyusun *roadmap* penelitian dengan misi pengembangan sektor konstruksi nasional. Pelibatan perusahaan kontraktor dan konsultan perlu lebih ditingkatkan.
- v. *Pendidikan dan Pelatihan*. Penelitian untuk menyusun strategi nasional, mengidentifikasi prioritas kompetensi, kurikulum, metoda penyampaian, serta kesinambungan berbagai program untuk mendukung SDM konstruksi yang berkualitas. Pendidikan yang melibatkan pelaku konstruksi dalam proses belajar mengajar serta program magang di industri harus dikembangkan secara sistematis.

## 4.2. Kebutuhan Pengembangan Ilmu Manajemen Infrastruktur

Manajemen Infrastruktur (MI) adalah bagian dari keilmuan yang menjadi fokus KK MRK. Pada Gambar 6 tercakup dalam bagian yang diberi tanda kotak kuning. MI mulai dikembangkan secara formal di Departemen Teknik Sipil ITB pada tahun 2002 sebagai bagian dari “Pengutamaan” baru di Program Studi Magister Teknik Sipil, disebut dengan Pengutamaan “Rekayasa dan Manajemen Infrastruktur” atau RMI. Pembentukan RMI dimotori oleh para anggota KK MRK, bersama-sama dengan KK lain yang terkait di FTSL. Pada saat itu, para pendiri terdorong untuk berkontribusi dalam menjawab kebutuhan SDM otonomi daerah dalam mengelola berbagai aset infrastruktur publik di tingkat Pemerintah Daerah.

### 4.2.1. Bidang Pengajaran

Dalam perkembangannya, Pengutamaan RMI di Prodi Magister Teknik Sipil kurang populer diantara para mahasiswa. Hal yang sama juga terjadi di banyak negara, termasuk Amerika Serikat. Para mahasiswa lebih tertarik pada pengutamaan-pengutamaan teknik sipil yang sudah lebih mapan, yang lebih “*technology-oriented*” (Rekayasa Struktur, dll.).

Dalam beberapa diskusi internal dan diskusi bersama *stakeholders*, selalu menghasilkan kesimpulan konfirmasi mengenai pentingnya bidang ilmu ini untuk terus dikembangkan dan merupakan salah satu isu strategis. Dengan demikian, KK MRK sudah memulai proses konsolidasi untuk mengintegrasikan pengelolaan Pengutamaan RMI ke dalam lingkup kegiatan KK MRK. Lingkup bahasan RMI lebih luas meliputi

selama usia layan infrastruktur, sedangkan lingkup bahasan MRK lebih fokus di tahap konstruksi. Hal ini sangat membutuhkan dukungan dari para kolega di banyak KK lain, karena bidang ilmu MI memang bersifat multi-disiplin. Kebutuhan *guest lectures* dari para manajer aset infrastruktur perlu dikelola implementasinya dalam program studi secara efektif.

Isu-isu terkini dalam kontek MI akan diperkenalkan sebagai kuliah topik khusus untuk tingkat pasca sarjana dan juga terbuka untuk mahasiswa tingkat sarjana teknik sipil. Topik-topik khusus yang relevan saat ini adalah yang terkait dengan inovasi material konstruksi, *sustainability*, metoda konstruksi lanjut (*advanced*), dsb.

#### 4.2.2. Bidang Penelitian

Pengembangan keilmuan MI, di samping pada aspek yang lebih “tradisional,” yaitu penelitian terkait optimasi disain dan konstruksi, juga perlu mencakup topik-topik di tahap operasi dan pemeliharaan, sebagai berikut. Tentunya pengembangan ilmu MI membutuhkan kolaborasi lintas disiplin ilmu.

- i. Teknologi untuk *data collection*: basis data kondisi eksisting, metadata standards, peningkatan kualitas data, dst.
- ii. Teknologi untuk *condition assessment*: proses penilaian kondisi untuk bagian struktur yang sulit dijangkau, proses pengambilan keputusan manajemen yang secara langsung berdasarkan pada hasil penilaian kondisi, *image processing*, dst.
- iii. Model penurunan kondisi infrastruktur (*deterioration modeling*):

Penetapan indikator kinerja, pengembangan model-model prediksi yang lebih akurat, model penurunan kondisi akibat berbagai tindakan preventif, dst.

- iv. Material konstruksi: kajian penerapan *green materials*, *nano materials*, dst.
- v. Teknologi pemeliharaan/rehabilitasi: *trenchless technology*, dst.
- vi. *Life-cycle cost analysis* (LCCA): LCCA yang memperhitungkan aspek kerentanan, lingkungan, sosial, dsb; LCCA yang non-deterministik, dst.
- vii. Sistem Informasi Manajemen Infrastruktur: integrasi sistem ke arah Industri 4.0, Building Information Modeling (BIM) khususnya fungsi *Facility Management*. Teknologi “Big Data” antara lain berpotensi untuk digunakan pada tahap perencanaan/disain dalam memahami preferensi dan melihat berbagai pola perilaku pengguna bangunan/infrastruktur, sehingga menghasilkan produk konstruksi yang lebih tepat guna selama usia layannya.
- viii. Kegagalan Bangunan: yang disebabkan oleh aspek teknis (*forensic engineering*) maupun kegagalan fungsi/pemanfaatan bangunan.
- ix. Aspek pendukung: pengadaan berkelanjutan (*sustainable procurement*), inovasi pendanaan pemeliharaan, *stakeholders management*, keamanan (*security*) fasilitas infrastruktur, kajian-kajian yang mempromosikan pentingnya isu manajemen aset infrastruktur.

### 4.2.3. Bidang Pengabdian pada Masyarakat

Sejak tahap inisiasi dan terutama dalam tahap O&M sangat perlu melibatkan masyarakat pengguna. Pemerintah Daerah pun selayaknya mengadopsi prinsip-prinsip pengelolaan aset infrastruktur publik di daerah yang menjadi kewenangannya. Pemerintah Pusat memiliki SDM pengelola aset infrastruktur yang dianggap sudah lebih mampu daripada aparat di daerah, sedangkan lokasi dari aset-aset infrastruktur tersebut tersebar di seluruh pelosok nusantara. Dengan demikian, untuk membangun masyarakat yang tangguh (*sustainable and resilient communities*) maka dibutuhkan pemberdayaan masyarakat di tingkat daerah sampai ke tingkat pedesaan.

Aktivitas pelatihan untuk SDM Pemerintah Daerah mengenai isu MI akan menjadi salah satu fokus KK MRK. Bersama-sama dengan Prodi Teknik Sipil, KK MRK akan terus mendukung kegiatan kemahasiswaan yang berorientasi pada pemberdayaan masyarakat, seperti KKN dan kegiatan HMS seperti Sipil Bangun Desa (SIBADES).

Bidang Keilmuan Teknik Sipil dan khususnya MI sangat erat kaitannya dengan isu kemanusiaan. Saat ini, a.l. di US dan UK mulai berkembang disiplin ilmu yang disebut dengan "*Humanitarian Engineering*". Para insinyur tidak saja aktif membangun infrastruktur untuk mendukung kemajuan ekonomi, namun juga memperhatikan isu-isu kemanusiaan seperti kemiskinan, keterbelakangan/keterasingan, dan kebencanaan. Kontribusi dalam penanganan isu kemanusiaan bersifat lintas disiplin ilmu, lintas sektor, inklusif, dan lintas negara yang tentunya menjadi tantangan besar untuk dapat bekerjasama secara efektif.

## 5. PENUTUP

Para insan ketekniksipilan adalah suatu kelompok profesional yang paling berpengaruh dalam kemajuan infrastruktur nasional. Masa depan infrastruktur bangsa menjadi tanggung jawab kelompok ini, yang dituntut untuk mampu beradaptasi dan mengatasi kompleksitas permasalahannya. Tantangan pengelolaan aset infrastruktur publik harus didekati secara komprehensif. Bersama-sama kita harus mampu memilah-milah permasalahan secara sistematis, tidak saja berkuat pada diskusi dan perdebatan di tingkat politis.

Konsep model Manajemen Aset Infrastruktur (MAI) sangat potensial untuk diterapkan dalam konteks pengelolaan aset infrastruktur publik yang berkelanjutan. Para manajer aset di tingkat Pemerintah Pusat dan Daerah ke depannya akan meningkatkan kompetensi perencanaan infrastruktur berdasarkan tata ruang yang mempertimbangkan kebencanaan dan perubahan iklim; manajemen operasional; manajemen pemeliharaan; kebijakan pendanaan; analisis ekonomi jangka panjang; analisis lingkungan; dan pelibatan masyarakat (*stakeholders management*).

ITB akan mengambil peran *leadership* dalam mendorong kemajuan tersebut. Membangun jejaring kerjasama atau "*networking*" menjadi prasyarat untuk tercapainya semua cita-cita pengembangan keilmuan MI. Kerjasama hanya dapat terjalin secara efektif apabila didasari pada hubungan yang bersifat saling menguntungkan (*mutual*). Kita harus mampu saling mengenali kelebihan dan kekurangan masing-masing, maju bersama, *in harmonia progressio*.

## 6. PENGHARGAAN DAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala karuniaNya. Perkenankan saya menyampaikan kepada yang terhormat Rektor dan Pimpinan ITB, Pimpinan dan Anggota Forum Guru Besar ITB, atas kesempatan yang diberikan untuk menyampaikan orasi ilmiah di hadapan para hadirin sekalian.

Jabatan akademik Guru Besar merupakan mandat penugasan yang diberikan oleh Pemerintah kepada seorang dosen di perguruan tinggi berdasarkan pengakuan kepakaran dan kecendekian dalam suatu disiplin ilmu pengetahuan, teknologi, seni, atau humaniora. Guru Besar mempunyai tanggung jawab yang ditunjukkan dalam kepemimpinan di bidang keilmuannya, serta kemampuannya untuk memupuk dan mengembangkan keunggulan dalam pelaksanaan Tridharma Pendidikan Tinggi. Guru Besar mempunyai tanggung jawab mengembangkan dan menjaga nilai-nilai akademik, dan berkontribusi dalam pengembangan institusi. Selain itu, seorang Guru Besar diharapkan mempunyai kapasitas dan tanggung jawab untuk mengembangkan konsep dan pemikiran tentang keilmuan masa depan, serta berperan dalam pengembangan peradaban dan penyelesaian permasalahan yang dihadapi oleh bangsa Indonesia dan dunia.

Tanggung jawab dan harapan yang tinggi tersebut terkadang tidak terpenuhi. Studi di Inggris pada tahun 2011-2012 mengindikasikan bahwa para profesor seringkali dinilai kurang dapat menjalankan perannya sebagai "*academic leader*" oleh para kolega junior, di samping juga berperilaku yang kurang bijaksana dalam menjalankan tugas-tugas

pembinaan (Evans et al., 2013).

Orasi Ilmiah Guru Besar ini adalah suatu janji untuk senantiasa berupaya sekuat tenaga akan menjalankan tugas, tanggung jawab, kepercayaan, dan amanah yang telah diberikan. Semoga upaya kami mendapat ridho dari Allah SWT yang memberi petunjuk, kemudahan, dan rahmat selama menjalani kehidupan kami.

Penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan yang terus menerus dari semua pihak. Jabatan guru besar tentunya bukan suatu capaian pribadi, namun banyak pihak yang turut andil mendukung. Erza Rismantojo, suami yang saya cintai dan hormati, adalah pendukung utama dan sahabat diskusi. Anak-anak, Lukman dan Satya, adalah penyejuk kami, *my pride and joy*. Kedua orang tua, Soemarni dan Almarhum Sadikin Wirahadikusumah telah mendidik, menanamkan nilai-nilai, dan teladan sebagai bekal kami berempat, Kakang, Keke, Nina, dan Ade. Keluarga besar mertua kami Bapak dan Ibu Rismantojo selalu menjadi bagian dari perjalanan hidup kami.

Jasa para guru sejak pendidikan dasar, pendidikan menengah di SMP/A Tarakanita Jakarta (a.l., Sr. Marietta, Bu Kris, Bu Budi) pendidikan sarjana di Teknik Sipil ITB (a.l., Prof. Bambang Budiono, Prof. Indra Djati Sidi, Prof. Bambang Sugeng, Prof. Widiadnyana Merati, Prof. Amrinsyah Nasution, Prof. Aziz Djajaputra, Prof. Sahari Besari, Alm. Dr. Suhardjito Pradoto, Dr. Purnomo Soekirno) dan pendidikan pasca sarjana di Purdue University USA (khususnya Prof. Dulcy Abraham), akan selalu kami ingat, ilmu yang mereka sampaikan akan kami amalkan.

Sivitas akademika ITB sejak saya mulai bergabung pada tahun 1992,

memberikan atmosfer kerja yang menyenangkan. Terima kasih kepada Pimpinan, para dosen, tendik FTSL, terima kasih kepada sahabat-sahabat kolega anggota dan tendik KK MRK. Terima kasih atas kepercayaan dari Prof. Krishna Pribadi (KK MRK), Prof. Masyhur Irsyam (KK Rekayasa Geoteknik), Prof. Benedictus Kombaitan (SAPPK), Prof. Yusuf Latief (UI), Prof. Tsunemi Watanabe (Kochi Univ. of Technology), dan Prof. Mirosław Skibniewski (University of Maryland), dengan memberikan rekomendasi untuk promosi kami ke tingkat Guru Besar.

Peran para sahabat sangat berarti. Persahabatan yang telah berlangsung sejak remaja sampai usia setengah abad bukanlah pertemanan biasa namun kita adalah keluarga. Terima kasih juga kepada para mahasiswa yang menjadi tempat saya belajar dan berintrospeksi.

Insya Allah, bersama-sama kita diberi kemudahan dan kekuatan untuk mencapai cita-cita pengembangan ilmu Manajemen Infrastruktur dan memberikan kemaslahatan bagi bangsa dan negara.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Mohammad, F., Ahmad, N., and Maisyam, M., 2015. Adopting Standardization in Construction Environment: Standard method of measurement (SMMs), Asian Conference on Environment-Behaviour Studies, Chung-Ang University, Seoul, S. Korea, 25-27 August 2014, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 170, pp. 37-48
- American Society of Civil Engineers (ASCE), 2017. The ASCE Grand Challenge, <https://collaborate.asce.org/ascegrandchallenge/home>

Bilal, M., Oyedele, LO., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, SO., Akinade, OO., Owolabi, HA., Alaka, HA. & Pasha, M., 2016. Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends, *Advanced Engineering Informatics*, 30(3), pp. 500-521.

Burhanuddin, S., 2018. Penyiapan Lulusan Pendidikan Vokasi dan Kejuruan dalam Menyongsong Era Industri Konstruksi 4.0 dan Society 5.0., Presentasi Direktur Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta, Desember 2018.

CIB & UNEP International Environmental Technology Centre, 2002. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A Discussion Document. Chrisna Du Plessis. International Council for Research and Innovation in Building and Construction.

Conseil International du Bâtiment (CIB), 2015. CIB W107 Construction in Developing Countries, Report for Consultation, CIB Report: Publication 413, Editors: Rwelamila, Ogunlana.

Emerging Construction Technologies, Fact Sheets, Purdue University, <https://docs.lib.purdue.edu/ect/>

Evans, L., Homer, M., Rayner, S., 2013. Professors as Academic Leaders: The Perspectives of 'the Led.' *Educational Management Administration & Leadership*, 41(5), pp. 674-689.

Green and Smart Building Indonesia 2018 (GSBI 2018), Konstruksi Indonesia 2018, diselenggarakan oleh Lembaga Pengembangan Jasa

Konstruksi Nasional dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 31 Oktober - 2 November 2018, Kemayoran, Jakarta.

Grigg, Neil S., 1999. Infrastructure: Integrated Issue or Tower of Babel? *Journal of Infrastructure Systems*, 5(4), pp. 115-117.

Grigg, Neil S., 2001. Editorial - Infrastructure Systems: Challenges and Opportunities for Civil Engineers, *ASCE Journal of Infrastructure Systems*, 7(4), pp. 131-135

Ikatan Quantity Surveyor Indonesia (IQSI), 2015. Standar Metode Pengukuran Indonesia, <http://iqsi.org/site2/index.php/publikasi/smpi-standar-metode-pengukuran-indonesia>

Institute of Asset Management (IAM), 2015. Asset Management – an anatomy, [www.theIAM.org](http://www.theIAM.org).

Kelly, G., Serginson, M., Lockley, S., Dawood, N., and Kassem, M., 2013. BIM for Facility Management: A Review and A Case Study Investigating the Value and Challenges, *Proceedings of the 13th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality*, 30-31 October 2013, London, UK.

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS), 2017. Evaluasi Paruh Waktu Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019.

Maaz, Z., Bandi, S., Amirudin, R., 2018. Big Data in the Construction

Industry: Potential Opportunities and Way Forward, *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC*, ISSN: 2146-5193, September 2018 Special Edition, pp.1470-1480.

Nanotechnology in Civil Infrastructure - A Paradigm Shift, 2011. Editors: Gopalakrishnan, Birgisson, Taylor, Attoh-Okine. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-642-16656-3.

Ofori, G., 2006. Revaluing Construction in Developing Countries: A Research Agenda. *Journal of Construction in Developing Countries*, Vol 11(1).

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 5 Tahun 2015 tentang Pedoman Umum Implementasi Konstruksi Berkelanjutan pada Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Permukiman.

Transportation Research Board, 2003. Infrastructure Management Research and Education Workshop. Held on January 11, 2003 in Washington DC. [http://128.173.204.63/IMRE\\_Workshop/IMRE%20Final%20Report.pdf](http://128.173.204.63/IMRE_Workshop/IMRE%20Final%20Report.pdf)

Too, Eric G. and Tay, Linda, 2008. Infrastructure Asset Management (IAM): Evolution and Evaluation. *Proceedings CIB International Conference on Building Education and Research*, pp. 950-958,

Tusk Advisory, 2018. The Impact of Indonesia's Infrastructure Delivery.

Uddin, W., Hudson, R., Haas, R., 2013. *Public Infrastructure Asset Management*, Second Edition, McGraw-Hill Education.

Wirahadikusumah, R., 2007. The Need for Standard Production Information of Indonesian Construction Industry, Proceedings of the First International Conference of European Asian Civil Engineering Forum (EACEF), September 26-27, 2007, Jakarta, Indonesia.

World Commission on Environment and Development, United Nations, 1987. The Brundtland Report - 'Our Common Future.' <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

Zheng, W., Shih, H., Lozano, K., Mo, Y., 2011. Impact of Nanotechnology on Future Civil Engineering Practice and Its Reflection in Current Civil Engineering Education, Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice, 137(3), pp. 162-173.

## CURRICULUM VITAE



Nama : **REINI D. WIRAHADIKUSUMAH**  
Tmpt. & tgl. lhr. : Jakarta, 25 Oktober 1968  
Kelpk Keahlian : Manajemen dan Rekayasa  
Konstruksi  
Alamat Kantor : Gd. CIBE Lt. 6, ITB.  
Nama Suami : Erza Rismantojo  
Nama Anak : 1. Lukman Ramadhan  
2. Rahman Satya

### RIWAYAT PENDIDIKAN

- Ph.D. in Civil Engineering, 1999. Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA. Major Area: Infrastructure Management System
- Master of Science in Civil Engineering, 1996. Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA. Major Area: Construction Engineering and Management, Minor Area: Statistics
- Sarjana Teknik Sipil, 1991. Institut Teknologi Bandung, Indonesia. Pengutamaan: Rekayasa Struktur dan Geoteknik

### RIWAYAT KERJA DI ITB

- Staf Pengajar, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB, 1992-sekarang
- Ketua, Kelompok Keahlian Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, FTSL ITB, 2018-sekarang

- Kepala, Project Implementation Unit, Proyek Pengembangan ITB (III)- JICA, 2016-2018
- Ketua, Program Studi Magister dan Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB, 2010 – 2014
- Kepala, Laboratorium Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, ITB, 2003-2009

#### RIWAYAT KEPANGKATAN

- CPNS, III/a, 01-03-1992
- PNS / Penata Muda, III/a, 01-08-1994
- Penata, III/c, 01-04-2004
- Penata Tk.1, III/d, 01-04-2007
- Pembina, IV/a, 01-04-2009
- Pembina Tingkat I, IV/b, 01-04-2011
- Pembina Utama Muda, IV/c, 01-08-2018

#### RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Asisten Ahli Madya, 01-04-1994
- Lektor Kepala, 01-04-2008
- Profesor/Guru Besar, 1-08-2018

#### KETERLIBATAN DALAM ORGANISASI DI LUAR ITB

- Anggota Komite Litbang Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional (LPJKN), 2018-2020
- Anggota Pembina, Yayasan Taruna Bakti, Bandung, 2016-2021
- Sekretaris Bidang Konstruksi dan Perencanaan, Pengurus Pusat Persatuan Insinyur Indonesia, 2015-2018

- Nara Sumber, Penilaian Kinerja Jalan Tol Konstruksi, Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT), 2018
- Nara Sumber, Peningkatan Efektivitas Dashboard Pengelolaan Portfolio Proyek Jalan Tol, Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT), 2017
- Nara Sumber, Tim Pendamping Panitia Lelang Light Rail Transit (LRT) Bandung, Pemkot Bandung, 2015-2016
- Nara Sumber Bidang Manajemen Konstruksi, Tim Independen Kajian Emergency Dam Way Ela, BWS Propinsi Maluku, Kementerian Pekerjaan Umum, 2014.
- Tenaga Ahli, Pengembangan Renstra Sekretariat Badan Pembinaan Konstruksi, Badan Pembinaan Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum, 2014.
- Tim Penilai, International Federation of Asian and Western Pacific Contractors Association (IFAWPCA) Award, Asosiasi Kontraktor Indonesia (AKI), 2014.
- Nara Sumber, Kontrak Berbasis Kinerja untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan (*Performance-Based Contract for Road Maintenance*) – Pantura Pilot Project, Direktorat Bina Teknik, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum, 2010 – 2014
- Wakil Ketua III, Majelis Pertimbangan, Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional (LPJKN), 2007-2011
- Visiting Professor, Endeavour Executive Award, RMIT University, Australia, 2010
- Assistant, Permanent Delegation Office of the Republic of Indonesia to UNESCO, Paris, 2008-2009
- Nara Sumber pada Berbagai Kajian Kebijakan Sektor Konstruksi Nasional, Ditjen Bina Konstruksi - Kementerian Pekerjaan Umum

dan Perumahan Rakyat, 2005-sekarang: *Kajian Insentif dalam Kontrak Konstruksi, Kajian Sistem Manajemen K3 Konstruksi, Kajian Konstruksi Berkelanjutan, Kajian Standar Estimasi Biaya Konstruksi, Pedoman Penilaian Kondisi Jembatan, Pengembangan SDM Konstruksi Nasional, Pengembangan Standar Biaya K3 Konstruksi, Konstruksi Berkelanjutan, Revisi UUU Jasa Konstruksi, Sertifikasi Keahlian dan Ketrampilan Konstruksi, Penerapan Aturan Kegagalan Bangunan, dll.*

### KEGIATAN PENELITIAN

- Anggota Tim, Enabling Humanitarian Attributes for Nurturing Community-based Engineering (Enhance) Project, Erasmus+ Programme led by The University of Warwick, UK, 2018-2021.
- Peneliti Utama, Biaya Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Berpotensi Bahaya Tinggi, Program Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat, dan Inovasi (P3MI) Kelompok Keahlian ITB, 2018
- Peneliti Utama, Gambaran Dinamika K3 Konstruksi Di Indonesia, Penelitian Komite Litbang Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional, 2018
- Peneliti Utama, Kajian Upaya Penerapan Pengadaan Berkelanjutan (*Sustainable Procurement*) oleh Pihak Pengembang di Sektor Konstruksi Nasional, Program Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat, dan Inovasi (P3MI) Kelompok Keahlian ITB, 2017
- Grantee, Performance-Based Contract for Roads – Learning from Australia, Alumni Grant Scheme, Australia Awards Indonesia,

2015

- Peneliti Utama, Pengembangan Model Evaluasi Berbasis Risiko Dalam Tender Konsesi Infrastruktur Jalan, Hibah Strategis Nasional, Kementerian Pendidikan Nasional, 2012-2013
- Peneliti Utama, Studi Evaluasi Kebijakan dari Perusahaan di Sektor Konstruksi dalam Rangka Mendukung Industri Konstruksi Nasional Menghadapi Pasar Tunggal ASEAN 2015, Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional, 2013
- Ketua Peneliti, Pengukuran Kinerja Badan Usaha Jasa Konstruksi dalam Menerapkan NSPK K3 di Proyek Konstruksi, Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional, 2012
- Ketua Peneliti, Pengembangan Model dan Kelayakan Implementasi Pengelolaan Rantai Pasok Proyek Infrastruktur oleh Pemilik, Hibah Strategis Nasional, Kementerian Pendidikan Nasional, 2009
- Ketua Peneliti, Pengembangan Sistem Pengelolaan Saluran Air Limbah di Perkotaan, Hibah Kompetitif XII, Kementerian Pendidikan Nasional, 2003-2005

### PUBLIKASI

- **Reini D. Wirahadikusumah** and Felix Adhiwira, 2019. The cost of implementing OHSMS regulation on high-rise building projects, MATEC Web of Conferences, 270 (2019), 05007.
- Revana Putri and **Reini D. Wirahadikusumah**, 2019. Readiness of local government in PPP project development - case of LRT Bandung, MATEC Web of Conferences, 270 (2019), 05002.
- **R. Wirahadikusumah**, M Abduh, Y. Messah, M. Aulia, 2018.

Introducing Sustainability Principles into the Procurement of Construction Works - Case of Indonesian Developers, accepted with minor revisions in the International Journal of Construction Management.

- M. Abduh, **R. Wirahadikusumah**, Y. Messah, 2018. Framework Development Methodology for Sustainable Procurement of Construction Works in Indonesia, 4th International Conference on Civil, Offshore & Environmental Engineering (ICCOEE), MATEC Web of Conferences vol. 203-02014, University Teknologi Petronas Kuala Lumpur 14-15 Agustus 2018, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201820302014>.
- Deni Setiawan, **Reini D. Wirahadikusumah**, Krishna S. Pribadi, and Harun Al Rasyid Lubis, 2018. Risk Allocation for Indonesia's Performance Based Contract (PBC) for Road Rehabilitation and Maintenance Project, Proceedings of 42<sup>nd</sup> AUBEA Conference 2018, Curtin University Singapore 26-12 September 2018, ISBN 978-0-9871831-6-3
- **R. Wirahadikusumah**, M. Abduh, Y. Messah, M. Aulia, A. Tai Yang, 2018. Regulatory Framework of Sustainable Procurement for Construction Works – Indonesian Context, Proceedings Association of Schools of Construction of Southern Africa (ASOCSA) 12-4, Durban, South Africa 6-7 Agustus 2018, ISBN 978-0-6399855-0-3. <http://www.asocsa.org/documents/proceedings/2018-ASOCSA-12<sup>th</sup>BE-conference-Durban-RSA.pdf>
- **Reini D. Wirahadikusumah**, Sapitri, Betty Susanti, Biemo W. Soemardi, 2018. Risks in Government's Estimate for Toll Road: Based on Investors' Perspective, International Journal on

Advanced Science, Engineering and Information Technology (IJASEIT) Vol.8 No.2.

- Agung Mulyana dan **Reini Wirahadikusumah**, 2017. Analisis Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca pada Tahap Konstruksi Studi Kasus: Konstruksi Jalan Cisumdawu," Jurnal Teknik Sipil, Vol. 24 Edisi No. 3 Desember 2017, ISSN 0853-2982
- Y. Messah, **R. Wirahadikusumah**, M. Abduh, 2017. Konsep dan Penerapan Pengadaan Berkelanjutan untuk Proyek Konstruksi – Studi Literatur, Prosiding Konferensi Nasional Inovasi Lingkungan Terbangun 2017, FTSP UII Yogyakarta 12 Oktober 2017, ISBN 978-602-98397-8-4.
- Deni Setiawan, **Reini D. Wirahadikusumah**, and Krishna S. Pribadi, 2016. A Comparative Study of Risk Allocation in PBC's Standard Bidding Document of World Bank and Indonesia, Proceedings BICET 2016, Universiti Teknologi Brunei 14-16 November 2016.
- **R. Wirahadikusumah** and M. Indera Perdana, 2016, Contractors' Competitiveness Assessment Model Using Relative Importance Value: Case of Indonesia, Jurnal Teknologi (Science & Engineering), Accepted, May 20, 2016, UTM Press, Universiti Teknologi Malaysia, E-ISSN 2180-3722,
- **Reini Wirahadikusumah**, Betty Susanti, Vaughan Coffrey, and Charles Adighibe, 2015, Performance Based Contracting for Roads - Experiences of Australia and Indonesia, Online Journal Procedia Engineering, pp.2-7, Elsevier, [www.elsevier.com/locate/procedia](http://www.elsevier.com/locate/procedia)
- **R. Wirahadikusumah**, Icha Kristy Marbun, and Dewi Chomistriana, 2015, Cost Components for Effective Safety and

Health Management Program on Construction Projects, Proceedings CIB W099 Belfast 2015, Ulster University 9-11 September 2015, ISBN 978-1909854-01-7. <http://www.cibw099.com/home.html>

- **Reini D. Wirahadikusumah** and Dion Ario, 2015, Readiness Assessment Model for Indonesian Contractors in Implementing Sustainability Principles, International Journal of Construction Management (IJCM), <http://www.tandfonline.com/toc/tjcm20/current.VFrclmflpaR>
- **R. Wirahadikusumah**, B. Susanti, B. Soemardi, and M. Sutrisno, 2014, Drivers for Increased Benefits in PerformanceBased Contracts of Road Projects, Proceedings of Conference for Civil Engineering Research Network 2014 ConCERN/7<sup>th</sup> ACEC, Bandung, Indonesia 4-5 November 2014
- Betty Susanti, **Reini D. Wirahadikusumah**, Biemo W. Susandi, and Mei Sutrisno, 2014, Road User Cost Assessment Approach in Calculation of Life Cycle Cost for Projects Contracted Using Performance Based Contract, Proceedings of Conference for Civil Engineering Research Network 2014 ConCERN/7<sup>th</sup> ACEC, Bandung, Indonesia 4-5 November 2014
- **Reini Wirahadikusumah**, Safitri, Betty Susanti, dan Biemo Soemardi, 2014, Risk Inclusion in the Reserve Price Estimation for Toll Road Concession Award, Journal of Traffic and Logistics Engineering, Vol. 2, No. 1, March 2014, pp. 34-39, Engineering and Technology Publishing (ETP), ISSN: 2301-3680.
- **Reini Wirahadikusumah**, Safitri, Betty Susanti, dan Biemo Soemardi, 2013, Isu Strategis pada Pengadaan Pengusahaan Jalan

Tol dalam Kerjasama Pemerintah dan Swasta, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 20, No. 3, 2013, hal 233-244.

- **Reini Wirahadikusumah**, Betty Susanti, Safitri and Biemo Soemardi, Concession Award for Indonesian Toll Roads A Comparison Analysis, New Developments in Structural Engineering and Construction Vol. II, 2013. Research Publishing, ISBN:978-981-07-5354-2
- **Reini D. Wirahadikusumah** and Dewi Sulistyaningsih, 2013, The Role of Owners in the Supply Chains of Highway Construction Projects: An Overview of Indonesian Cases, Proceedings of IGL21 Volume 1, 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Fortaleza, CE July 31 - August 2013.
- Dion Ario dan **Reini D. Wirahadikusumah**, 2013, Sustainable Construction Readiness Assesment for Contractors, Proceedings of the 6<sup>th</sup> Civil Engineering Conference In The Asian Region and Annual HAKI Conference 2013, Jakarta, Indonesia 20-22 Agustus 2013. ISBN 978-602-8605-08-3.
- **Reini D. Wirahadikusumah** dan Hengki Putra Sahana, 2012, Estimasi Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca pada Pekerjaan Pengaspalan Jalan, Jurnal Teknik Sipil ITB, Vol. 19, April, hal 25-36.
- **Reini Wirahadikusumah** and Krishna Pribadi, 2011, Licensing construction workforce: Indonesia'a effort on improving the quality of national construction industry, Journal of Engineering, Construction and Architectural Management, Emerald, Vol. 18 Iss: 5, pp.431 – 443, U.K.
- **R.D. Wirahadikusumah** and M. Abduh, 2010, Reinforcing the role

of owners in the supply chains of highway construction projects, Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering MICCE 2010, March 9-10, 2010, Makasar.

- M. Husnullah Pangeran and **R. D. Wirahadikusumah**, 2010, Challenges in implementing the public sector comparator for bid evaluation of PPP's infrastructure project investment, Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering MICCE 2010, March 9-10, 2010.
- Pangeran, M,H., Pribadi, K,S., and **Wirahadikusumah, R, D.**, 2010, Kerjasama Pemerintah dan Swasta Dalam Pengelolaan Infrastruktur: Usulan Model Untuk Mengukur Kematangan Manajemen Risiko Para Pihak Yang Terkait, Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil VI, Surabaya, 27 Januari 2010.
- Akhmad Suraji and **Reini D. Wirahadikusumah**, 2009, Safety and quality assurance of construction process, presented at the Indonesia Construction 2009: Toward Construction Quality and Safety for the Finest Built Environment, 3–4 December 2009, JHCC, Jakarta.
- **Reini D. Wirahadikusumah**, 2009, Introducing Sustainability in Construction Engineering and Management (CEM) Education, SIBE-2009: The First International Seminar on Sustainable Infrastructure and Built Environment in Developing Countries, November 2-3, 2009, Bandung, Indonesia.
- **R.D. Wirahadikusumah**, M. Abduh, D.Z. Arifin, 2009, Improving Construction Industry Performance through Value Chain Integration: Case of Indonesia, presented at the AsiaConstruct Conference 2009, CIDB, October 20-21, 2009, Kuala Lumpur,

Malaysia.

- Biemo W. Soemardi and **Reini D. Wirahadikusumah**, 2009, The Indonesian construction law: challenges toward globalization, Proceedings of COBRA 2009: the construction and building research conference of the Royal Institute of Chartered Surveyors, September 10-11, 2009, Cape Town, South Africa.
- **Reini D. Wirahadikusumah** dan Muhamad Abduh (Editor), 2009, Sepuluh Tahun Undang-Undang Jasa Konstruksi: Harapan, Kenyataan, dan Tantangan, Prosiding Lokakarya Nasional Forum Komunitas Aksi untuk Konstruksi Indonesia (KAKI), Departemen Pekerjaan Umum dan KK MRK ITB, 13-14 Agustus 2009, Graha Ciumbuleuit, Bandung.
- **R. D. Wirahadikusumah**, B. W. Soemardi, M. Abduh, Y. Noorlaelasari, 2009, Pengembangan Indikator Kinerja Supply Chain pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung, Jurnal Teknologi, Fakultas Teknologi Universitas Indonesia, Januari 2009.
- J.E. Latuperissa, P.F. Marzuki and **R.D. Wirahadikusumah**, 2008, The Framework of Contingency Cost Determination in the Construction Execution, Eleventh East Asia Pacific Conference on Structural Engineering & Construction (EASEC), November 2008, Taiwan
- **Wirahadikusumah, R.**, 2007, The Need for Standard Production Information of Indonesian construction Industry, EACEF – The 1<sup>st</sup> International Conference of European Asian Civil Engineering Forum, Universitas Pelita Harapan, Indonesia – September 26 – 27.

## PENGHARGAAN

- Satyalancana Karya Satya X Tahun, Pemerintah RI, 2008
- Satyalancana Karya Satya XX Tahun, Pemerintah RI, 2016