

**INOVASI, INTEGRASI, DAN KONVERGENSI
TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
(TIK) DALAM PEMBANGUNAN KOTA
CERDAS (*SMART CITY*) DI INDONESIA**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada**

**Diucapkan di Depan Rapat Terbuka
Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada
pada Tanggal 23 November 2023
di Yogyakarta**

**Oleh:
Prof. Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D.**

Bismillahi rahmaanir rahiim.

*Yang terhormat,
Ketua, Sekretaris, dan Anggota Majelis Wali Amanat
Universitas Gadjah Mada;
Ketua, Sekretaris, dan Anggota Dewan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada;
Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik
Universitas Gadjah Mada;
Rektor dan Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada;
Para Guru Besar Universitas Gadjah Mada;
Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas
Gadjah Mada;
Ketua dan Sekretaris dan Anggota Senat Fakultas
Teknik Universitas Gadjah Mada;
Rekan-rekan Dosen dan seluruh Sivitas Akademika
Universitas Gadjah Mada yang hadir pada kesempatan
ini;
Tamu Undangan, Mahasiswa, Alumni, Sanak Keluarga,
serta Hadirin sekalian yang saya hormati.*

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakaatuh.

Selamat pagi, salam sejahtera untuk kita semua.

Segala puji syukur bagi Allah SWT, Tuhan yang Mahakuasa, atas rahmat dan ijinNya sehingga kita dapat hadir di Balai Senat Universitas Gadjah Mada. Semoga limpahan rahmat tercurahkan kepada Rasul yang kita cintai, Muhammad Salallahu ‘alaihi wassalam beserta seluruh keluarga, sahabat, dan

pengikutnya.

Saya menghaturkan terima kasih dan selamat datang kepada para hadirin sekalian yang telah meluangkan waktu untuk mendengarkan pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar dalam bidang Teknologi Informasi pada Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Pada hari ini, Kamis 23 November 2023, saya akan menyampaikan pidato berjudul:

Inovasi, Integrasi, dan Konvergensi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam Pembangunan Kota Cerdas (*Smart City*) di Indonesia

Judul pidato ini dilatarbelakangi oleh pengalaman dalam melakukan penelitian, kajian, serta pengamatan tentang pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam dunia pemerintahan sejak tahun 2007, khususnya dalam lingkup pembangunan kota cerdas (*smart city*). Dari interaksi akademik dan lapangan dalam periode waktu yang cukup panjang tersebut, saya menemukan masih adanya kelemahan-kelemahan yang menyebabkan tidak optimalnya upaya dalam mewujudkan kabupaten-kabupaten dan kota-kota cerdas di Indonesia. Dalam pidato ini saya akan menyampaikan sebuah pendekatan pembangunan kota cerdas yang berbasis pada konsep inovasi, integrasi, dan konvergensi, tiga konsep yang memiliki keterkaitan erat dengan TIK. Pendekatan berbasis inovasi, integrasi, dan konvergensi ini diharapkan dapat memperkaya pemahaman tentang pembangunan kota

cerdas di Indonesia.

Hadirin yang saya hormati,

Kota cerdas

Selama beberapa dekade terakhir, teknologi informasi dan komunikasi telah merasuki berbagai aspek kehidupan manusia dengan tingkat penetrasi yang luar biasa. Kemampuan TIK dalam mengotomasi, menghubungkan, dan mengintegrasikan berbagai proses dan sumber daya telah membawa kemajuan besar dalam berbagai bidang, termasuk mengubah kota-kota menjadi tempat yang lebih baik, nyaman, dan memudahkan bagi para warganya. Kota atau daerah dengan karakteristik seperti ini sering disebut dengan **kota cerdas** (*smart city*).

Para peneliti memberikan beberapa definisi yang berbeda tentang kota cerdas [1]–[4], namun semuanya menyebutkan beberapa konsep inti. Yang pertama adalah orientasi pada manusia, dalam hal ini adalah warga kota. Kota cerdas bertujuan menyediakan lingkungan dan layanan yang dapat meningkatkan kualitas kehidupan warganya. Kedua, kota cerdas juga menyiratkan peningkatan kualitas kotanya sendiri, yang dispesifikasikan dalam wujud kondisi-kondisi yang lebih baik dalam berbagai sektor penyelenggaraan kota (transportasi, kesehatan, lingkungan, dan sebagainya). Konsep penting berikutnya adalah peningkatan-peningkatan yang dialami sebuah kota muncul karena penerapan “kecerdasan”, yang pada

umumnya didukung oleh penerapan teknologi, khususnya teknologi informasi dan komunikasi (TIK).

Meskipun kota cerdas sering dikaitkan dengan TIK, namun kota cerdas tidak hanya sebatas penggunaan TIK saja. Karena fokusnya adalah pada kepentingan warga yang bersifat multidimensional, maka kota cerdas pun memiliki beberapa dimensi yang mendefinisikan fokus pembangunan yang dijalankan. Pembagian dimensi kota cerdas yang sering digunakan adalah yang dikembangkan Giffinger dkk dan diadopsi di negara-negara Eropa [5]. Menurut Giffinger dkk, ada 6 dimensi yang mengurus aspek-aspek tata kelola (*governance*), ekonomi (*economy*), manusia (*people*), kehidupan (*living*), mobilitas (*mobility*), dan lingkungan (*environment*). Dalam konteks dimensi ini, TIK tidak muncul sebagai aspek yang berdiri sendiri, namun lebih diposisikan sebagai pendorong (*driver*) bagi berbagai upaya peningkatan dalam bidang-bidang tersebut [6].

Beberapa kota telah melakukan transformasinya menuju kota cerdas. Di Eropa, Barcelona adalah salah satu pelopor kota cerdas. Kota cerdas Barcelona dikembangkan untuk menghubungkan masyarakat, informasi, dan elemen-elemen kota lainnya melalui teknologi untuk menciptakan lingkungan kota yang berlanjut (*sustainable*), hijau, dan kompetitif, dengan inovasi sebagai pendorong utamanya [7], [8]. Di Asia, salah satu kota yang juga berkembang menjadi kota cerdas adalah Singapore, dengan *taglinenya* “Smart Nation Singapore” [9]. Inisiatif kota Singapore ini

difokuskan pada aspek-aspek penyelenggaraan pemerintahan, ekonomi, dan kemasyarakatan, dengan fokus pada pemanfaatan teknologi dalam bidang-bidang kesehatan, transportasi, kehidupan perkotaan, layanan publik, dan bisnis [10]. Di Indonesia, Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta juga telah membentuk Jakarta Smart City, sebuah unit kelembagaan badan layanan umum daerah (BLUD) yang khusus dibentuk untuk menjalankan program-program transformasi Jakarta menuju kota cerdas. Kota cerdas Jakarta dibangun atas dasar 4 prinsip utama: *mobile first*, *data driven*, *digital Xperience*, dan *smart collaboration* [11].

Sedikit catatan perlu diberikan untuk pengertian istilah “kota cerdas”. Frasa “kota cerdas” muncul secara formal di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 59 Tahun 2022 tentang Perkotaan [12]. Dalam Peraturan Pemerintah tersebut, “kota cerdas” disebut sebagai sebuah pendekatan dalam penyediaan layanan perkotaan. Kota cerdas bukanlah sebuah obyek fisik berupa area tertentu, sehingga dalam konteks implementasinya di Indonesia, kota cerdas dapat diterapkan pada area-area administratif yang berbeda. Sebuah kota yang dipimpin oleh walikota dapat menjadi kota cerdas, demikian pula sebuah kabupaten, bahkan provinsi seperti Daerah Khusus Ibukota Jakarta dapat pula menggunakan terminologi tersebut.

Hadirin yang saya hormati,

Pembangunan kota cerdas di Indonesia

Arah pembangunan yang berkecerdasan sudah dimulai sejak diterbitkannya Instruksi Presiden nomor 3 tahun 2003 tentang kebijakan dan strategi nasional pengembangan *e-government*. Inpres ini mengamanatkan pemerintah untuk menerapkan sistem dan proses kerja yang lebih lentur untuk memfasilitasi berbagai bentuk interaksi yang kompleks dengan lembaga-lembaga negara lain, masyarakat, dunia usaha, dan masyarakat internasional, guna mewujudkan kualitas layanan publik yang lebih baik [13]. Ketika penyelenggaraan pemerintahan yang didukung oleh TIK semakin dirasakan penting, Pemerintah kemudian menerbitkan peraturan-peraturan berikutnya untuk membangun tata kelola penyelenggaraan pemerintahan berbasis TIK yang lebih baik. Konsep *e-government* dielaborasi dan distrukturisasi secara lebih komprehensif melalui Peraturan Presiden nomor 95 tahun 2018 tentang sistem pemerintahan berbasis elektronik [14] dan Peraturan Presiden nomor 132 tahun 2022 tentang arsitektur sistem pemerintahan berbasis elektronis nasional [15]. Terkait dengan pengelolaan data yang lebih aman, transparan, dan berdaya guna, telah diterbitkan pula Peraturan Presiden nomor 39 tahun 2019 tentang Satu Data Indonesia [16].

Pada tataran implementasi, Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia meluncurkan Gerakan Menuju 100 Smart City pada tahun 2017 dan masih berlangsung sampai sekarang. Inisiatif ini diwujudkan dalam bentuk pendampingan bagi kabupaten/kota di Indonesia dalam menyusun rencana induk (*master plan*) pengembangan kota

cerdas. Tujuan gerakan ini adalah untuk membantu daerah dalam mengakselerasi pembangunannya dengan menggunakan pendekatan-pendekatan kota cerdas (*smart city*) [17]. Dimulai dengan 25 kabupaten/kota pada tahun 2017, sampai dengan tahun 2022 telah ada 191 kabupaten/kota di Indonesia yang berhasil menyusun rencana induk kota cerdasnya.

Untuk memantau perkembangan kematangan pembangunan kota cerdas, Indonesia menggunakan standar SNI ISO 37122:2019 yang diadopsi dari standar internasional ISO 37122:2019 [18]. Standar ini berisi indikator-indikator yang dapat digunakan untuk mengevaluasi layanan-layanan perkotaan dan tingkat kualitas kehidupan yang ditawarkannya. Gerakan Menuju 100 Smart City juga menggunakan SNI ISO 37122:2019 sebagai acuan dalam menentukan indikator-indikator pembangunan kota cerdas, namun sampai saat ini belum diterapkan secara ketat.

Inisiatif untuk mencerdaskan kota sebenarnya sudah dimulai sebelum Gerakan Menuju 100 Smart City dicanangkan. Jakarta adalah salah satu daerah yang sudah menjalankan solusi-solusi cerdas sejak tahun 2014 dalam semua dimensi kota cerdas [19]. Sejak tahun 2020, strategi transformasi menuju kota cerdas di Jakarta dijalankan dengan pendekatan kelembagaan untuk memfasilitasi inovasi dan kolaborasi. Ini ditandai dengan penetapan Jakarta Smart City sebagai unit pelaksana teknis di bawah Dinas Komunikasi, Informatika, dan Statistik yang menerapkan pola pengelolaan badan layanan umum

daerah (BLUD) [20]. Dengan bentuk kelembagaan BLUD, Jakarta Smart City memiliki keluwesan yang lebih tinggi dalam mengelola sumber-sumber daya penting, terutama sumber daya manusia, yang memerlukan pola-pola yang khusus yang tidak mudah diakomodasi oleh bentuk kelembagaan satuan kerja (satker).

Kota besar lain yang juga dianggap berhasil menerapkan prinsip-prinsip kota cerdas adalah Surabaya. Ada tiga strategi yang ditempuh kota Surabaya dalam membangun kota cerdas [21]. Pertama, Pemerintah Kota Surabaya melakukan transformasi birokrasi yang menekankan pentingnya komunikasi dan kesiapan sumber daya untuk implementasi berbagai kebijakan pemerintah. Kedua, Pemerintah Kota Surabaya mengintegrasikan berbagai proses birokrasi yang didukung oleh sistem-sistem berbasis TIK. Strategi ketiga adalah menerapkan kepemimpinan yang kuat dalam menjalankan transformasi menuju kota yang cerdas.

Pada kategori kota atau daerah yang lebih kecil, pendekatan yang ditempuh berbeda. Pada umumnya kota atau kabupaten ini merumuskan strateginya berdasarkan kekhasan kondisi mereka masing-masing. Kabupaten Banyuwangi menggunakan pendekatan pembangunan kota cerdas yang berawal dari desa. Konsep “kampung cerdas” (*smart kampung*) menekankan pada layanan-layanan bagi masyarakat desa untuk meningkatkan kualitas hidup mereka [22]. Di sisi lain, Kota Batu mengandalkan sektor pertanian

(agro) sebagai kekhasan dalam pengembangan kota cerdasnya [23].

Pada akhirnya Gerakan Menuju 100 Smart City yang dicanangkan Kementerian Komunikasi dan Informatika telah memicu kabupaten/kota yang disentuhnya untuk memulai proses transformasi mewujudkan ciri-ciri kota cerdas di daerahnya masing-masing. Proses-proses transformasi ini bersifat khas dan unik, dan diharapkan kelak akan melahirkan kota-kota cerdas yang khas pula.

Hadirin yang saya hormati,

Tantangan yang dihadapi

Kota adalah sebuah daerah hunian bagi masyarakat yang tinggal, bekerja, dan menjalankan berbagai kegiatannya. Dalam menjalankan peran urban ini, tiap kota selalu berkeinginan untuk menyediakan lingkungan yang terbaik bagi warganya. Tantangan besar yang dihadapi adalah bagaimana menyelesaikan masalah-masalah yang berkaitan dengan kualitas hidup warga, seperti polusi udara, kemacetan lalu-lintas, kriminalitas, dan krisis energi, serta layanan-layanan publik yang memudahkan [24]. Beberapa kota di Indonesia menghadapi masalah yang skala dan dampaknya besar, seperti Jakarta dan kota-kota besar lain yang terancam oleh banjir yang berulang [25], Yogyakarta dengan masalah sampahnya [26], atau Bogor dengan kemacetan lalu-lintasnya [27], namun fakta bahwa semua daerah menghadapi permasalahan-

permasalahan yang berpotensi menurunkan kualitas hidup masyarakat dapat dilihat dengan mudah.

Dalam upaya untuk menyelesaikan berbagai permasalahannya dan seiring dengan semangat Gerakan Menuju 100 Smart City, kabupaten dan kota mencoba untuk menyusun solusi-solusi cerdas dan mengintegrasikannya ke dalam program-program pembangunan mereka. Sayangnya banyak kabupaten dan kota yang kemudian menghadapi fakta bahwa hal ini tidak mudah dilakukan. Kesulitan untuk mewujudkan kota cerdas muncul karena pada hakekatnya membangun kota cerdas adalah menjalankan perubahan-perubahan besar dalam skala besar dan cakupan yang luas pula. Kota cerdas dapat dipandang sebagai sebuah sistem besar dengan sistem-sistem lain sebagai komponennya (*system of systems*). Tiap kota cerdas menghadapi tantangan-tantangan yang terkait dengan relasi sistemik: skala dan kompleksitas yang menyertainya, keterlibatan banyak pemangku kepentingan, dan heterogenitas serta interoperabilitas [28].

Seperti dinyatakan oleh Rana, dkk, persoalan-persoalan dalam mewujudkan kota cerdas mencakup aspek-aspek yang cukup luas seperti tata kelola (*governance*), ekonomi, sosial kemasyarakatan, lingkungan, dan hukum/etika [29]. Meskipun demikian, persoalan besar yang paling mudah terlihat adalah ketersediaan, akses, dan kualitas infrastruktur TIK [30]. Di banyak kabupaten/kota di Indonesia, infrastruktur TIK dipandang sebagai kendala utama

dalam implementasi kota cerdas. Ketika infrastruktur TIK tidak dapat menjangkau seluruh masyarakat, maka penyampaian layanan-layanan publikpun menjadi terhambat. Kondisi geografis dan keterbatasan anggaran pemerintah daerah sering menjadi penyebab lambatnya pembangunan sarana komunikasi dan konektivitas informasi.

Dalam implementasi berbagai perubahan yang menyangkut teknologi, termasuk pembangunan kota cerdas, faktor manusia memegang peran penting. Penelitian-penelitian tentang kota cerdas di luar negeri menemukan bahwa relasi antara manusia dengan teknologi sangat menentukan keberhasilan implementasi kota cerdas [4], [31], [32]. Kondisi yang sama juga terjadi di Indonesia. Pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa dalam persepsi, penerimaan, ketrampilan dalam menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), dan internalisasi budaya teknologi ke dalam perilaku sehari-hari menjadi faktor utama penunjang kesuksesan transformasi kabupaten dan kota menuju kota cerdas.

Faktor manusia yang juga dominan adalah kepemimpinan dari pimpinan daerah. Kunci keberhasilan pembangunan kota cerdas adalah kekuatan bupati atau walikota dalam memilih dan menjalankan strategi transformasi, seperti ditunjukkan oleh Kabupaten Banyuwangi dengan rekrutmen sumber daya manusia berkompentensi tinggi [33] dan Kota Bandung dengan inovasi-inovasi kebijakannya [34]. Sayangnya sedikitnya contoh keberhasilan ini juga

sekaligus menunjukkan masih banyak daerah yang mengalami problem dengan kapabilitas pimpinan daerah dalam menjalankan pembangunan kota cerdas di daerahnya. Hal ini diindikasikan dengan kurang terdukungnya pembangunan elemen-elemen kunci kota cerdas seperti kelembagaan dan regulasi, infrastruktur (fisik, digital, dan sosial), pemanfaatan potensi teknologi, dan kesiapan sumber daya manusia.

Pada arah yang berbeda, implementasi kota cerdas juga terkendala oleh karakteristik perencanaan pembangunan daerah. Dalam sistem birokrasi Pemerintah Republik Indonesia, tata cara penyusunan perencanaan pembangunan daerah diatur secara formal melalui Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 86 Tahun 2017 [35]. Pada aras yang lebih rinci, penyusunan rencana kerja perangkat daerah (RKPD) juga diatur melalui peraturan-peraturan Menteri Dalam Negeri yang diterbitkan tiap tahun. Pendekatan yang digunakan dalam peraturan-peraturan tersebut adalah membagi urusan, tugas, dan kewenangan secara ketat kepada tiap perangkat daerah. Dampak dari pendekatan struktural yang kuat ini adalah terbentuknya “dinding-dinding struktural” yang memisahkan antara perangkat daerah satu dengan yang lainnya. Di sisi lain, secara alamiah kota cerdas memiliki karakteristik silang-sektor (*cross-sectoral*) karena isu-isu yang ditangani tidak bisa diselesaikan melalui satu perspektif pembangunan saja. Ketika pembangunan kota cerdas memerlukan koordinasi dan kolaborasi antar perangkat daerah, hal ini menjadi tidak mudah dilakukan.

Hadirin yang saya hormati,

Membangun daerah secara lebih progresif

Bagaimana mengatasi kendala-kendala dan mengakselerasi pembangunan kota cerdas di Indonesia? Meskipun Gerakan Menuju 100 Smart City sudah dijalankan sejak tahun 2017 dan sampai hari ini sudah lebih dari 200 kabupaten/kota ikut serta, namun secara makro perkembangannya terlihat lambat bila dibandingkan dengan kemunculan isu-isu baru yang perlu direspon dan juga perkembangan teknologi serta dampak yang ditimbulkannya. Evaluasi yang dilakukan Kementerian Komunikasi dan Informatika menunjukkan fenomena yang sama, bahkan beberapa daerah cenderung melambat kemajuannya [36].

Untuk mempercepat terwujudnya kota-kota cerdas di Indonesia, diperlukan pendekatan yang lebih progresif. Untuk bisa menghasilkan akselerasi, pendekatan ini perlu memanfaatkan potensi teknologi, khususnya TIK, dalam berbagai program pembangunan daerah. Pemanfaatan potensi TIK ini tidak hanya berhenti pada TIK sebagai produk teknologi saja, misalnya dalam bentuk perangkat keras, perangkat lunak, atau data, namun semangat, paradigma, dan mekanisme kerja yang secara intrinsik melekat pada TIK juga perlu diadopsi.

Teknologi Informasi dan Komunikasi

Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) adalah sekumpulan alat dan sumber daya teknologi yang digunakan untuk membuat, menyimpan, mengirimkan, berbagi, atau bertukar informasi [37]. Hal menarik tentang TIK yang ingin saya angkat dalam pidato ini adalah perkembangannya yang didasarkan pada prinsip-prinsip rekayasa yang kokoh, dan dampak yang ditimbulkannya yang kadang tidak terbayangkan sebelumnya.

Salah satu faktor penting yang menyebabkan TIK berkembang dengan amat pesat adalah skalabilitasnya. Skalabilitas adalah kemampuan untuk ditambah dan/atau diperluas bebannya tanpa harus mengeluarkan biaya yang signifikan. Skalabilitas tinggi muncul karena penggunaan prinsip-prinsip rekayasa yang mendasar dan diterapkan secara konsisten. Dalam bidang pemrograman komputer dikenal konsep modularitas yang berakar dari prinsip penguraian (dekomposisi) permasalahan (*problem decomposition*) [38], [39]. Jaringan Internet yang berskala global hanya bisa diwujudkan ketika kompleksitas berbagai persoalan arsitektural dapat ditangani dengan baik. Isu ini didekati dengan konsep pemisahan urusan (*separation of concerns*) yang kemudian diwujudkan dalam bentuk lapisan-lapisan jaringan komputer yang dibakukan [40]. Contoh lainnya, arsitektur sistem berbasis web adalah contoh entitas yang berskalabilitas tinggi karena protokol HTTP yang digunakan untuk membangun web adalah protokol yang sederhana [41]. Dekomposisi problem, pemisahan urusan, dan kesederhanaan adalah prinsip-prinsip universal yang

sering digunakan dalam menyelesaikan berbagai persoalan kerekayasaan.

Dewasa ini, TIK tumbuh dan berkembang dalam kecepatan yang luar biasa. Dalam buku berjudul “The World is Flat”, Thomas Friedman menjelaskan tentang 10 peristiwa besar atau penting (disebut Friedman sebagai “*flatteners*”) yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan besar yang terjadi selama ini [42]. Dari 10 *flatteners* yang disebutkan Friedman, setidaknya kemunculan web, tren *uploading*, *workflow* berskala besar/global, *informing*, dan *accelerator* sangat terkait dengan TIK. Di sisi lain, teknologi pembelajaran mesin (*machine learning*) telah mampu membuat komputer mampu membangkitkan informasi dengan lingkup, kedalaman, akurasi, dan presisi yang tidak terbayangkan sebelumnya [43], [44]. Perkembangan TIK telah membawa dampak yang luar biasa bagi manusia dan berbagai aktivitasnya, dan pada titik-titik tertentu, mengharuskan manusia untuk merenungkan secara lebih serius tentang arah pengembangan TIK [45].

Hadirin yang saya hormati,

Bagian selanjutnya dari pidato ini akan mengulas tiga pilar pokok strategi pembangunan kota cerdas yang diturunkan dari TIK dan dampak-dampak kekinian yang dibuatnya.

Inovasi

Pilar pokok pertama adalah **inovasi**. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring, inovasi adalah penemuan baru yang berbeda dari yang sudah ada atau yang sudah dikenal sebelumnya, dapat berupa gagasan, metode, atau alat. Dalam konteks kota cerdas, inovasi disebutkan secara eksplisit dalam Peraturan Pemerintah Nomor 59 Tahun 2022 sebagai salah satu metode dalam penyelenggaraan layanan perkotaan [12]. Ini menjadi landasan formal untuk mendorong munculnya gagasan, metode, atau alat baru dalam berbagai sektor pembangunan daerah. Meskipun demikian, kekuatan inovasi sebagai pilar pembangunan kota cerdas sebenarnya terletak pada keterkaitannya dengan TIK sebagai teknologi pemungkin (*enabling technology*).

Dalam terminologi yang digunakan oleh Bresnahan dan Trajtenberg, TIK adalah sebuah “teknologi untuk tujuan umum” (*general-purpose technology-GPT*), jenis teknologi yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya pertumbuhan (*growth*) yang luar biasa [46]. TIK menyebar dan masuk ke tiap aspek kehidupan manusia secara masif, dan dalam proses penetrasi yang pervasif tersebut, TIK mengakselerasi pertumbuhan di mana-mana juga. Yang menarik adalah, dalam studi-studi selanjutnya ditemukan fakta bahwa manfaat yang ditimbulkan oleh pemanfaatan TIK dalam perannya sebagai GPT sangat ditentukan oleh inovasi yang diimplementasikannya [47]–[49].

Inovasi telah dianggap sebagai faktor kunci dalam peningkatan daya saing, baik pada aras

organisasi maupun negara. Secara jangka panjang, inovasi dipandang sebagai sebuah mesin yang menumbuhkan ekonomi dunia [50]. Seperti yang dipopulerkan oleh Joseph Schumpeter, seorang ahli ekonomi dari Austria, inovasi adalah sebuah mekanisme *creative destruction*. Inovasi menghilangkan produk-produk lama yang sudah tertinggal jaman dengan produk-produk baru yang memberi nilai tambah lebih banyak [51]. Ketika nilai yang diciptakan oleh produk-produk baru lebih besar daripada nilai yang hilang dari lenyapnya produk-produk lama, maka saat itulah terjadi pertumbuhan.

Kekuatan formal dan kekuatan substansial yang dimiliki oleh inovasi menjadikannya sebuah pilar yang kokoh bagi pembangunan kota cerdas. Agar kabupaten dan kota dapat memperoleh manfaat dari inovasi, maka inovasi harus dibawa ke berbagai program pembangunan yang memerlukan sentuhan-sentuhan kebaruan. Inovasi perlu diposisikan sebagai penggerak awal (*prime mover*) dalam pembangunan kota cerdas. Di sinilah TIK kemudian berperan untuk mendukung, mengakselerasi, atau bahkan memungkinkan (*enabling*) inovasi-inovasi tersebut. Dengan demikian, maka logika berpikir yang seharusnya digunakan adalah “inovasi dulu, TIK kemudian”. Gagasan-gagasan baru tentang bagaimana menjalankan pembangunan yang diakselerasi dengan TIK dilekatkan pada program-program dan kegiatan-kegiatan pembangunan yang ditetapkan dalam dokumen-dokumen perencanaan pembangunan daerah. Ketika program dan kegiatan ini dijalankan melalui

mekanisme perencanaan dan penganggaran, maka program dan kegiatan ini akan menjadi lebih “cerdas”.

Prinsip ini juga diadopsi oleh Gerakan Menuju 100 Smart City, namun membawa budaya inovasi ke dalam lingkup pembangunan kabupaten dan kota ternyata tidak mudah. Dalam berbagai diskusi dengan aparat organisasi perangkat daerah (OPD), cukup sulit untuk mengajak mereka memunculkan inovasi-inovasi yang dapat membantu mereka dalam menjalankan program dan kegiatan pembangunan. Indikasi penyebabnya adalah perspektif mereka terbiasa mengikuti prosedur yang baku dan sulit mengakomodasi perubahan-perubahan, sementara inovasi selalu melihat dari sudut pandang yang berbeda dan pasti membawa perubahan.

Kondisi ini menunjukkan adanya permasalahan sumber daya manusia, khususnya dalam hal pola pikir. Solusi logisnya adalah melalui edukasi yang diharapkan bisa membuka cakrawala berpikir dan mengubah pola pikir. Pendidikan, baik berupa program bergelar (terutama pada jenjang pascasarjana) maupun program non-gelar, tentang topik-topik seputar kebijakan TIK menjadi bekal wajib terutama bagi para perencana pembangunan daerah.

Alternatifnya, pemerintah daerah dapat mengadakan inisiatif inovasi terbuka (*open innovation*). Inovasi terbuka adalah praktik yang dilakukan organisasi untuk mendapatkan gagasan-gagasan dari sumber-sumber eksternal, selain dari dalam dirinya sendiri [52]. Membuka diri bagi ide dan

gagasan inovatif dari luar akan memberikan keuntungan bagi pemerintah daerah, selain mengatasi kelemahan kapabilitas internal dalam membangkitkan ide-ide inovatif, skema inovasi terbuka juga dapat meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pembangunan kota cerdas di daerahnya.

Salah satu wujud platform yang dapat memfasilitasi inovasi terbuka adalah data pemerintah terbuka (*open government data*). Data pemerintah terbuka adalah kebijakan-kebijakan yang mempromosikan transparansi, akuntabilitas, dan penciptaan manfaat (*value creation*) dengan cara membuat data tersedia untuk diakses oleh semua pihak [53]. Data publik yang bersifat tidak rahasia dan tidak sensitif dapat dibuka dan diakses pada aras mesin/komputer dalam format aslinya. Ini akan memungkinkan pengakses untuk melakukan komputasi pemrosesan data untuk menghasilkan informasi-informasi baru yang bernilai tambah. Bila inisiatif ini dapat dijalankan secara masif, maka akan tercipta satu sistem pembangkitan inovasi berskala besar yang dijalankan oleh masyarakat.

Hadirin yang saya hormati,

Integrasi

Pilar kedua bagi pembangunan kota cerdas adalah **integrasi**. Kota cerdas dapat dipandang sebagai sebuah sistem yang memiliki banyak elemen dan pemangku kepentingan [28]. Kondisi ini menyiratkan

heterogenitas, dan heterogenitas akan selalu memunculkan problem interoperabilitas. Fenomena ini sudah dikenal dengan baik dalam bidang ilmu Teknologi Informasi dan digunakan sebagai landasan dalam merancang arsitektur berbagai elemen teknologi informasi yang melibatkan komunikasi antar elemen.

Solusi umum terhadap persoalan interoperabilitas adalah dengan membangun antarmuka (*interface*) yang menjembatani dua elemen yang berbeda dan saling berkomunikasi dalam sebuah sistem [54]. Sebuah antarmuka akan menampilkan aspek-aspek komunikasi yang disepakati oleh kedua elemen, dan berdasarkan kesepakatan itulah implementasi komunikasi antara keduanya akan dijalankan. Prinsip dasar ini digunakan secara luas, bahkan infrastruktur jaringan komputer yang membentuk Internet dan komunikasi antar sistem-sistem berbasis Web juga dibangun berdasarkan konsep kesepakatan (protokol) ini [55].

Ketika dua atau lebih elemen sistem berkomunikasi, maka akan muncul fungsionalitas baru yang lebih luas yang terbentuk dari fungsionalitas kedua elemen yang saling berinteraksi. Integrasi seperti ini banyak dieksploitasi pada aras aplikasi perangkat lunak (*software*) dan data, termasuk di lingkungan pemerintahan. Proses pembentukan fungsionalitas baru melalui integrasi elemen-elemen yang ada menjadi semakin penting dengan meningkatnya kebutuhan terhadap proses-proses pemerintahan yang gesit (*agile government*) untuk menghadapi tekanan untuk dapat

merespon permintaan dan kebutuhan akan layanan dan informasi yang bersifat agregat dan *on-demand* [56].

Dalam kenyataannya tidak mudah untuk menerapkan integrasi aplikasi dan data di lingkungan pemerintahan. Keluhan Menteri Keuangan pada forum Festival Ekonomi dan Keuangan Digital Indonesia 2022 terkait aplikasi pemerintahan yang banyaknya melebihi 24 ribu aplikasi menunjukkan pemanfaatan TIK di lingkungan pemerintahan masih banyak menggunakan pendekatan sektoral dan parsial [57]. Banyaknya aplikasi ini menunjukkan permasalahan interoperabilitas ini tidak hanya terjadi di aras aplikasi, namun juga pada ranah strategi, kebijakan, dan proses birokrasi di belakangnya [58]. Selain memboroskan waktu, energi, dan biaya, kondisi ini juga menghambat penyediaan layanan publik yang berkualitas.

Untuk mengatasi masalah ini, Pemerintah mengeluarkan kebijakan tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) [14]. SPBE dijelaskan dari perspektif Kerangka Kerja SPBE yang menguraikan tentang konseptualisasi pelaksanaan tata kelola SPBE secara menyeluruh. SPBE dengan kerangka kerjanya adalah pendekatan makro yang bersifat holistik, terlihat dari cakupannya: mulai dari rencana induk, arsitektur, peta rencana, anggaran, proses bisnis, sampai ke aplikasi dan data/informasi serta keamanannya [15].

SPBE dapat memberikan gambaran yang utuh dan komprehensif, namun karakteristiknya sebagai arsitektur *enterprise* membuatnya tidak mudah untuk diimplementasikan. Integrasi yang diperlukan dalam

pembangunan kota cerdas memang diatur dalam SPBE, namun implementasi SPBE memerlukan waktu yang cukup panjang. Ketika SPBE tidak kunjung beroperasi secara penuh, persoalan integrasi juga tetap tidak terselesaikan.

Pendekatan yang lebih sederhana (*lightweight*) diberikan oleh konsep kerangka kerja interoperabilitas pemerintah (*government interoperability framework-GIF*). GIF menjelaskan tentang sekumpulan standar dan kebijakan yang harus dipenuhi oleh sistem-sistem informasi yang digunakan oleh pemerintah dan pemangku kepentingan yang lain agar dapat saling bekerja sama (*interoperable*) [59]. Bagian pokok dari sebuah GIF, standar dan spesifikasi, mengatur aspek-aspek yang terkait dengan interoperabilitas pada 3 aras: organisasi, semantik, dan teknis [60]. Standar dan spesifikasi tentang 3 aras interoperabilitas ini sebenarnya sudah memadai untuk menjadi acuan dalam membangun integrasi antar organisasi perangkat daerah, termasuk komunikasi antar aplikasi dan pertukaran datanya. Penyusunan GIF nasional untuk pemerintah pusat maupun daerah dapat diinisiasi oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika.

Konvergensi

Pilar ketiga, **konvergensi**, mengkonsolidasikan kapabilitas yang ada agar menghasilkan dampak yang efektif dan terarah. Pilar ini terinspirasi oleh fenomena [61], [62] konsep *cyber physical systems* yang menjadi inti Industri 4.0. Dengan cara kerjanya yang

menyatukan aktivitas-aktivitas di dunia fisis dengan proses-proses yang berjalan di dunia maya, *cyber-physical system* mampu mewujudkan sebuah ekosistem proses tanpa batas (*seamless*) dengan tingkat otomasi dan presisi yang sangat tinggi [63], [64].

Dalam perencanaan pembangunan kota cerdas, gagasan inovatif dari organisasi perangkat daerah (OPD) biasanya muncul secara parsial dan memiliki lingkup yang terbatas. Ketika semua inovasi dari OPD dilihat dari perspektif *helicopter view*, yang nampak adalah mosaik-mosaik inovasi yang tersebar dan belum membentuk gambar yang utuh. Bila inovasi-inovasi ini dijalankan dalam bentuk program dan kegiatan pembangunan, maka dampak yang ditimbulkannya juga terbatas.

Konvergensi adalah prinsip untuk mengkonsolidasikan dan mengarahkan mosaik-mosaik inovasi tersebut untuk saling mengait dan melengkapi, sehingga memiliki kekuatan yang cukup besar untuk menangani problem-problem pemerintah kabupaten/kota. Untuk sekumpulan inovasi (O_1, I_1) , $(O_2, I_2) \dots (O_m, I_m)$ di mana O_m adalah OPD pengusul dan I_m adalah tujuan inovasi, dan tiap pasangan (O_m, I_m) independen satu sama lain, maka konvergensi dapat dipandang sebagai pembentukan vektor $V = (I_1, I_2, \dots, I_m)$ yang mengarahkan tiap inovasi ke tujuan yang sama. Sebagai ilustrasi, misalkan dalam sebuah kabupaten ada 3 OPD yang masing-masing awalnya memiliki inovasi yang saling independen: Dinas Pariwisata dengan inovasi pengembangan obyek wisata

berbasis masyarakat, Dinas Pendidikan dan Kebudayaan dengan inovasi preservasi budaya lokal yang hidup di masyarakat, dan Dinas Lingkungan Hidup dengan inovasi perawatan lingkungan desa secara berkelanjutan. Bila kabupaten tersebut ingin mengembangkan pariwisata di daerahnya, maka ketiga inovasi tersebut dapat dikonvergenkan menjadi sebuah program yang lebih berdampak (*impactful*): ekowisata berbasis budaya lokal.

Konvergensi inovasi dapat dimulai dari isu-isu strategis yang tercantum dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD). Isu strategis adalah kondisi atau hal yang harus diperhatikan atau dikedepankan dalam perencanaan pembangunan karena dampaknya yang signifikan bagi daerah dengan karakteristik bersifat penting, mendasar, mendesak, berjangka menengah/panjang, dan menentukan pencapaian tujuan penyelenggaraan pemerintahan daerah di masa yang akan datang [35]. Isu strategis bersifat multisektoral sehingga tidak dapat ditangani secara parsial. Respon terhadap isu strategis dapat dibangun dengan menata arah inovasi-inovasi yang relevan sehingga secara kolektif inovasi-inovasi tersebut akan membentuk sebuah solusi yang efektif.

Hadirin yang saya hormati,

Pembangunan kota cerdas sebagai proses kolaboratif yang inovatif dan konvergen

Sebagai bagian penutup dari pidato ini, dapat

disampaikan bahwa pembangunan kota cerdas memang tidak bisa lepas dari teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Pemanfaatan TIK tidak hanya dalam bentuk penggunaan produk-produk teknologinya saja, namun prinsip-prinsip dan praktik-praktik baik yang biasa dijalankan dalam dunia TIK yang bermanifestasi dalam wujud inovasi, integrasi, dan konvergensi juga dapat menginspirasi strategi mewujudkan kecerdasan dalam pembangunan daerah.

Inovasi, integrasi, dan konvergensi juga menyiratkan adanya proses-proses kolaboratif yang bekerja di dalamnya. Kecepatan tumbuh inovasi akan meningkat bila ruang partisipasi dan kolaborasi dibuka untuk publik. Integrasi dan konvergensi hanya akan dapat berjalan dengan baik bila pihak-pihak yang terlibat bersedia bekerja sama. Dengan demikian, kolaborasi menjadi kebutuhan dan keharusan dalam pembangunan kota cerdas. Kolaborasi seharusnya menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam perencanaan dan pelaksanaan berbagai program dan kegiatan kota cerdas.

Hadirin yang saya hormati,

Pidato pengukuhan yang baru saja saya sampaikan hanya dapat terlaksana atas ijin Allah SWT dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini ijin saya untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada mereka. Kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan,

saya mengucapkan terima kasih atas anugerah jabatan Guru Besar yang diberikan kepada saya. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Rektor dan jajarannya, Pimpinan dan Anggota Senat Akademik, Pimpinan dan Anggota Dewan Guru Besar yang telah menyetujui dan mengusulkan jabatan tersebut.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Dekan dan Pengurus Fakultas Teknik, Ketua dan Anggota Senat Fakultas Teknik, Tim Penilai Kenaikan Jabatan Guru Besar Fakultas Teknik, Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi yang telah mengizinkan, memroses, dan menyampaikan usulan kenaikan jabatan saya. Ucapan terima kasih secara khusus saya sampaikan kepada Direktur Jenderal Aplikasi Informatika dan Direktur Layanan Aplikasi Informatika Pemerintahan Kementerian Komunikasi dan Informatika yang telah memberikan kesempatan bagi saya untuk ikut terlibat dalam berbagai kegiatan yang terkait dengan pembangunan kota cerdas di Indonesia.

Hadirin yang saya hormati,

Banyak orang, baik secara langsung maupun tidak langsung, berperan amat penting dalam membentuk profil akademik saya. Ijinkan saya untuk menyebutkan dan menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada mereka. Yang pertama adalah para guru saya sejak SD sampai dengan SMA, beliau-beliaulah yang membangun dasar-dasar pembelajaran dalam diri saya. Para dosen di Jurusan Teknik Elektro ketika saya menempuh program sarjana telah

membentuk pengetahuan saya di bidang sistem komputer dan informatika. Almarhum Prof. F. Soesianto dan almarhum Prof. Adhi Susanto adalah “bapak-bapak akademik” saya, dari beliau-beliau saya belajar tentang bagaimana menjadi dosen yang baik. Ibu Dr. Wahyuni Reksoatmodjo, pembimbing akademik yang begitu sabar dalam menyemangati dan mendorong saya untuk memberikan yang terbaik. Prof. A.S.M. Sajeev dan Dr. Geoff Sutcliffe, para pembimbing saya di James Cook University, telah mengenalkan seluk-beluk riset di tingkat pascasarjana dan membangun kapabilitas saya dalam bidang ini. Pembimbing doktoral saya, Prof. Bala Srinivasan, adalah pembimbing yang mampu menggali potensi para mahasiswanya. Dari beliau saya belajar tentang *academic curiosity*, membiarkan pikiran saya bebas mengarungi bidang-bidang keilmuan, mempelajari hal-hal baru, dan menumbuhkan kepercayaan diri sebagai seorang peneliti. Beliau yang melatih saya menjadi seseorang yang *resourceful* dan mandiri dalam menjalankan penelitian.

Saya bersyukur dikelilingi oleh orang-orang baik yang menghiasi perjalanan kehidupan dan karir saya dengan bantuan, dukungan, dan dorongan yang amat bermakna. Terima kasih tak terhingga saya sampaikan kepada mereka. Prof. Tumiran adalah mentor saya dalam hal manajemen perguruan tinggi, saya banyak belajar ketika menjadi Sekretaris Jurusan ketika beliau menjadi Ketua Jurusan, dan juga saat ini ketika bersama-sama diberi amanah mengelola Engineering Research and Innovation Center (ERIC).

Ketika menjadi Wakil Dekan di Fakultas Teknik, saya juga banyak mendapatkan *insight* berharga dari Prof. Panut Mulyono, Dr. Muhammad Waziz Wildan, dan Prof. Bambang Agus Kironoto. Saya bersyukur punya teman Dr. Eka Firmansyah yang selalu menenangkan saya dan memberikan solusi-solusi yang efektif ketika berbagai persoalan administrasi pengusulan kenaikan jabatan fungsional mendera. Mbak Ratna Endah, mbak Sekar, mbak Dewi, dan teman-teman tenaga kependidikan di Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi adalah orang-orang yang bisa diandalkan dalam urusan administrasi. Kelengkapan dokumen dan kelancaran proses usulan saya adalah jasa mereka. Keluarga Prof. Mudrajad Kuncoro dan keluarga Prof. Bambang Hari Wibisono adalah keluarga kedua saya selama menempuh studi doktoral di Melbourne. Kehangatan mereka sangatlah berarti ketika saya sedang mengalami situasi-situasi kritis. Prof. Trias Aditya Kurniawan Muhammad dan Prof. Rini Rachmawati juga telah memberikan masukan-masukan yang berharga dalam penyusunan naskah pidato ini. *Matur nuwun* atas semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada saya.

Capaian-capaian yang saya raih tidak akan mungkin terjadi bila saya tidak memiliki lingkungan yang mendukung. Dengan perannya masing-masing, orang-orang di sekitar saya memberikan banyak dukungan dalam berbagai bentuk. Teman-teman dosen di Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, terima kasih sudah menjadi *academic partners* yang luar biasa. Diskusi-diskusi kita di ruang

dosen sungguh sangat *recharging*. Para mahasiswa saya di Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, terima kasih sudah mengajari saya tentang bagaimana mengarahkan proses belajar dan meneliti, membangun kepercayaan diri kalian, dan menemani perjalanan akademik kalian. Teman-teman asesor di Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT) maupun Lembaga Akreditasi Mandiri bidang Informatika & Komputer (LAM-Infokom), terima kasih sudah mengizinkan saya banyak belajar tentang dinamika sistem dan proses akreditasi perguruan tinggi di Indonesia. Teman-teman di Asosiasi Perguruan Tinggi Informatika dan Komputer (Aptikom), terima kasih atas diskusi-diskusinya yang bernas tentang upaya memajukan perguruan-perguruan tinggi Indonesia di bidang informatika dan komputer. Teman-teman di tim pembimbing kota cerdas, terima kasih atas pembelajaran dan dukungannya dalam kegiatan-kegiatan pendampingan di beberapa kabupaten/kota yang dapat meluaskan wawasan dan pandangan saya.

Proses menjadi Guru Besar ini adalah proses panjang yang berlangsung sejak masa kecil saya. Ada orang-orang terdekat di lingkungan keluarga yang membentuk, membantu, mendukung, menyemangati, dan menemani saya dalam menjalaninya. Pertama kali, ungkapan terima kasih yang tak terhingga doa terbaik saya haturkan kepada almarhum bapak Martopo dan almarhumah ibu Mungisah yang telah membesarkan dan mendidik saya. Terima kasih dan doa terbaik juga saya sampaikan kepada mertua, almarhum ayah Syafei Bakaruddin dan almarhumah ibu Suratmi, yang telah

mengajarkan nilai-nilai kebaikan kepada saya. Untuk kakak-kakak dan adik-adik dan segenap keluarga: Dani, Rahmi-Israr, Uti-Aula, mas Rizal-kak Lina, almarhumah Erlin, dan Harpan-Lia, terima kasih sudah menjadi lingkaran pendukung terdekat yang luar biasa.

Yang terakhir, tidak ada yang lebih berharga dari dukungan istri dan anak-anak tercinta. Untuk istriku tersayang, Dra. Ermi Suhasti, MSI, terima kasih sudah menjadi belahan jiwa yang memberikan energi, daya juang, dan semangat untuk menjalani kehidupanku selama ini. Anak-anak dan cucuku: Ais-Diyah-Naira, Olly, dan Izna, terima kasih sudah menjadi anak-anak manis yang menghiasi kehidupan bapak sehingga menjadi begitu indah. Untuk bidadari kecilku Rizka, bapak hanya bisa tertunduk bersyukur atas kehadiranmu dalam kehidupan bapak. Terima kasih Nduk, sudah mengajari bapak tentang bagaimana menjadi manusia yang lebih baik lagi.

Hadirin yang saya hormati,

Meskipun saat ini saya sudah menjadi Guru Besar, namun tugas dan pengabdian saya masih jauh dari selesai. Untuk itu, dengan kerendahan hati, saya memohon doa dan dukungannya agar dapat menjalankan amanah ini dengan baik. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan petunjuk dan kekuatannya kepada kita semua.

Aamiin yaa Rabbal'aalamiin.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Fernandez-Anez, “Stakeholders Approach to Smart Cities: A Survey on Smart City Definitions,” in *Smart Cities*, E. Alba, F. Chicano, and G. Luque, Eds., in Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 157–167. doi: 10.1007/978-3-319-39595-1_16.
- [2] R. Dameri, “Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal,” *International Journal of Computers and Technology*, vol. 11, no. 5, pp. 2544–2551, Oct. 2013.
- [3] S. N. Kondepudi, “Smart sustainable cities: An analysis of definitions,” International Telecommunication Union’s (ITU) Focus Group on Smart Sustainable Cities, Technical Report, Oct. 2014. [Online]. Available: https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/website/web-fg-ssc-0100-r9-definitions_technical_report.docx
- [4] T. Nam and T. A. Pardo, “Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions,” in *The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research*, Jun. 2011, pp. 282–291.
- [5] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Milanović, and E. Meijers, *Smart cities - Ranking of European medium-sized cities*. 2007.
- [6] A. Staffans and L. Horelli, “Expanded Urban Planning as a Vehicle for Understanding and

- Shaping Smart, Liveable Cities,” *The Journal of Community Informatics*, vol. 10, no. 3, Art. no. 3, Nov. 2014, doi: 10.15353/joci.v10i3.3439.
- [7] T. Bakici, E. Almirall, and J. Wareham, “A Smart City Initiative: The Case of Barcelona,” *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 4, Jun. 2012, doi: 10.1007/s13132-012-0084-9.
- [8] V. Rahyaputra, N. K. Muna, and N. S. Rizal, “Kota Pintar Barcelona: Pelopor Transformasi Digital,” Center for Digital Society, Universitas Gadjah Mada, Jan. 2021. [Online]. Available: <https://cfds.fisipol.ugm.ac.id/wp-content/uploads/sites/1423/2021/01/04-CfDS-Case-Study-Kota-Pintar-Barcelona-Pelopor-Transformasi-Digital.pdf>
- [9] “Smart Nation Singapore.” Accessed: Oct. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.smartnation.gov.sg/>
- [10] “Transforming SG Through Tech.” Accessed: Oct. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.smartnation.gov.sg/about-smart-nation/transforming-singapore/>
- [11] “Jakarta Smart City | Membangun Kota Cerdas 4.0.” Accessed: Oct. 21, 2023. [Online]. Available: <https://smartcity.jakarta.go.id/>
- [12] “Peraturan Pemerintah Nomor 59 Tahun 2022 tentang Perkotaan,” Database Peraturan | JDIH BPK. Accessed: Nov. 01, 2023. [Online]. Available: <http://peraturan.bpk.go.id/Details/234930/pp-no-59-tahun-2022>

- [13] “Instruksi Presiden nomor 3 tahun 2003 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan e-Government.” Jun. 2003.
- [14] “Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE).” Oktober 2018.
- [15] “Peraturan Presiden Nomor 132 Tahun 2022 tentang Arsitektur Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik Nasional.” Desember 2022.
- [16] “Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2019 tentang Satu Data Indonesia.” Jun. 2019.
- [17] F. Subkhan *et al.*, *Buku Panduan Penyusunan Master Plan Smart City: Gerakan Menuju 100 Smart City*. Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika, Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, 2017.
- [18] ISO/TC 268, “ISO 37122:2019: Sustainable Cities and Communities.” International Standard Organization, Mei 2019.
- [19] S. I. Syalianda and R. D. Kusumastuti, “Implementation of smart city concept: A case of Jakarta Smart City, Indonesia,” *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 716, no. 1, p. 012128, Mar. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/716/1/012128.
- [20] “Keputusan Gubernur DKI Jakarta nomor 17 tahun 2020 tentang Penetapan Unit Pengelola Jakarta Smart City sebagai Unit Pelaksana Teknis Dinas Komunikasi, Informatika, dan Statistik yang Menerapkan Pola Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum Daerah.” JDIH Provinsi

DKI Jakarta, 2020.

- [21] R. P. A. G. Pangestu, D. P. Sudibyoy, and R. A. Nugroho, "Evaluation of Surabaya Smart City Implementation in Realizing Smart Government, Smart Economy, Smart Environment, Smart Living, Smart People, and Smart Mobility," presented at the 1st International Conference Of Education, Social And Humanities (INCESH 2021), Atlantis Press, Nov. 2021, pp. 320–327. doi: 10.2991/assehr.k.211028.138.
- [22] A. A. Aziiza and T. D. Susanto, "The Smart Village Model for Rural Area (Case Study: Banyuwangi Regency)," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 722, no. 1, p. 012011, Jan. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/722/1/012011.
- [23] N. F. Khairi and J. A. Adibrata, "Agro-Based Smart City Kota Batu: Implementasi dan Tantangan," *Jurnal Kebijakan Publik*, vol. 11, no. 2, Art. no. 2, Oct. 2020, doi: 10.31258/jkp.v11i2.7913.
- [24] E. Tabane, S. M. Ngwira, and T. Zuva, "Survey of smart city initiatives towards urbanization," in *2016 International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering (ICACCE)*, Nov. 2016, pp. 437–440. doi: 10.1109/ICACCE.2016.8073788.
- [25] P. N. Rahardjo, "Tujuh Penyebab Banjir di Wilayah Perkotaan yang Padat Penduduknya," *Jurnal Air Indonesia*, vol. 7, no. 2, Art. no. 2, 2014, doi: 10.29122/jai.v7i2.2421.
- [26] S. A. Mulasari, A. H. Husodo, and N. Muhadjir,

- “Analisis Situasi Permasalahan Sampah Kota Yogyakarta dan Kebijakan Penanggulangannya,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 11, no. 2, Art. no. 2, Jan. 2016, doi: 10.15294/kemas.v11i2.3989.
- [27] F. Marwan and E. I. K. Putri, “Analisis Dampak Kemacetan Lalu Lintas dengan Pendekatan Willingness to Accept (Studi Kasus : Kecamatan Bogor Barat),” Skripsi, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB, 2011. Accessed: Oct. 31, 2023. [Online]. Available: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/64846>
- [28] S. A. Mansoori, “Challenges and New Research Directions to the Development of Smart Cities: Systems-of-Systems Perspective,” *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1828, no. 1, p. 012136, Feb. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1828/1/012136.
- [29] N. P. Rana, S. Luthra, S. K. Mangla, R. Islam, S. Roderick, and Y. K. Dwivedi, “Barriers to the Development of Smart Cities in Indian Context,” *Inf Syst Front*, vol. 21, no. 3, pp. 503–525, Jun. 2019, doi: 10.1007/s10796-018-9873-4.
- [30] M. Behzadfar, M. Ghalehnoee, M. Dadkhah, and N. Mohsen Haghghi, “International Challenges of Smart Cities,” *Armanshahr Architecture & Urban Development*, vol. 10, no. 20, pp. 79–90, Dec. 2017.
- [31] E. Avdeeva, T. Davydova, N. Skripnikova, and L. Kochetova, “Human resource development in the implementation of the concept of ‘smart cities,’”

- E3S Web Conf.*, vol. 110, p. 02139, 2019, doi: 10.1051/e3sconf/201911002139.
- [32] W. Abdalla, S. Renukappa, S. Suresh, and R. Al-Janabi, “Challenges for Managing Smart Cities Initiatives: An Empirical Study,” in *2019 3rd International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC)*, Jun. 2019, pp. 10–17. doi: 10.1109/ICSGSC.2019.00-26.
- [33] L. Alfirdaus, D. Manar, and T. Yuwono, “Smart City and Human Resource Governance: A Case Study in Banyuwangi,” presented at the Proceedings of the 4th International Conference on Indonesian Social and Political Enquiries, ICISPE 2019, 21-22 October 2019, Semarang, Central Java, Indonesia, Apr. 2020. Accessed: Nov. 01, 2023. [Online]. Available: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.21-10-2019.2294399>
- [34] D. Pitriyanti and P. Harsasto, “Kepemimpinan Ridwan Kamil di Kota Bandung Tahun 2013-2018: Kajian Inovasi Kebijakan Kepemimpinan Adaptif,” *Journal of Politic and Government Studies*, vol. 8, no. 02, Art. no. 02, Mar. 2019.
- [35] “Permendagri No. 86 Tahun 2017 Tentang Tata Cara Perencanaan, Pengendalian Dan Evaluasi Pembangunan Daerah, Tata Cara Evaluasi Rancangan Peraturan Daerah Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah, Serta Tata Cara Perubahan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah, Rencana

- Pembangunan Jangka Menengah Daerah, Dan Rencana Kerja Pemerintah Daerah,” Database Peraturan Perundang-undangan Indonesia - [PERATURAN.GO.ID]. Accessed: Nov. 01, 2023. [Online]. Available: <https://peraturan.go.id/id/permendagri-no-86-tahun-2017>
- [36] L. Rizkinaswara, “Gerakan Menuju 100 Smart City,” Ditjen Aptika. Accessed: Nov. 01, 2023. [Online]. Available: <https://aptika.kominfo.go.id/2022/07/gerakan-menuju-100-smart-city-2/>
- [37] “Unesco IIEP Learning Portal.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://learningportal.iiep.unesco.org/en/glossary/information-and-communication-technologies-ict>
- [38] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, “Design Patterns: Abstraction and Reuse of Object-Oriented Design,” in *ECOOP’ 93 — Object-Oriented Programming*, O. M. Nierstrasz, Ed., in Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer, 1993, pp. 406–431. doi: 10.1007/3-540-47910-4_21.
- [39] H. Abelson and G. J. Sussman, *Structure and Interpretation of Computer Programs*. The MIT Press, 1996. Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/26092>
- [40] H. Zimmermann, “OSI Reference Model - The

- ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection,” *IEEE Transactions on Communications*, vol. 28, no. 4, pp. 425–432, Apr. 1980, doi: 10.1109/TCOM.1980.1094702.
- [41] H. Nielsen, R. T. Fielding, and T. Berners-Lee, “Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.0,” Internet Engineering Task Force, Request for Comments RFC 1945, May 1996. doi: 10.17487/RFC1945.
- [42] T. L. Friedman, *The World Is Flat: A Brief History of the Twenty-first Century*, First Edition. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2005.
- [43] C. Stokel-Walker and R. Van Noorden, “What ChatGPT and generative AI mean for science,” *Nature*, vol. 614, no. 7947, pp. 214–216, Feb. 2023, doi: 10.1038/d41586-023-00340-6.
- [44] E. Brynjolfsson, D. Li, and L. R. Raymond, “Generative AI at Work,” National Bureau of Economic Research, w31161, Apr. 2023. doi: 10.3386/w31161.
- [45] C. Metz and G. Schmidt, “Elon Musk and Others Call for Pause on A.I., Citing ‘Profound Risks to Society,’” *The New York Times*, Mar. 29, 2023. Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.nytimes.com/2023/03/29/technology/ai-artificial-intelligence-musk-risks.html>
- [46] T. F. Bresnahan and M. Trajtenberg, “General purpose technologies ‘Engines of growth’?,” *Journal of Econometrics*, vol. 65, no. 1, pp. 83–108, Jan. 1995, doi: 10.1016/0304-4076(94)01598-T.

- [47] X. Cirera, F. Lage de Sousa, and L. Sabetti, “ICT Use, Innovation, and Productivity: Evidence from Sub-Saharan Africa.” Rochester, NY, Oct. 08, 2016. doi: 10.2139/ssrn.2866599.
- [48] M. Yunis, A. Tarhini, and A. Kassar, “The role of ICT and innovation in enhancing organizational performance: The catalysing effect of corporate entrepreneurship,” *Journal of Business Research*, vol. 88, pp. 344–356, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.jbusres.2017.12.030.
- [49] L. Haddon, “The Innovatory Use of ICTs,” in *Everyday Innovators: Researching the Role of Users in Shaping ICT’s*, L. Haddon, E. Mante, B. Sapio, K.-H. Kommonen, L. Fortunati, and A. Kant, Eds., in Computer Supported Cooperative Work. , Dordrecht: Springer Netherlands, 2005, pp. 54–66. doi: 10.1007/1-4020-3872-0_4.
- [50] C. Freeman, Ed., *The Economics of Innovation*. in The International Library of Critical Writings in Economics. Edward Elgar, 1990. Accessed: Nov. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.e-elgar.com/shop/gbp/the-economics-of-innovation-9781852781712.html>
- [51] G. M. P. Swann, *The Economics of Innovation: An Introduction*. Edward Elgar Publishing, 2014.
- [52] H. Chesbrough, “The Era of Open Innovation,” *MIT Sloan Management Review*, vol. 44, no. 3, pp. 35–41, 2003.
- [53] “Open Government Data - OECD.” Accessed: Nov. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.oecd.org/gov/digital->

- government/open-government-data.htm
- [54] P. Wegner, “Interoperability,” *ACM Computing Surveys*, vol. 28, no. 1, pp. 285–287, Mar. 1996.
- [55] B. Benatallah, F. Casati, and F. Toumani, “Analysis and Management of Web Service Protocols,” in *Conceptual Modeling – ER 2004*, P. Atzeni, W. Chu, H. Lu, S. Zhou, and T.-W. Ling, Eds., in Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer, 2004, pp. 524–541. doi: 10.1007/978-3-540-30464-7_40.
- [56] I. Mergel, S. Ganapati, and A. B. Whitford, “Agile: A New Way of Governing,” *Public Administration Review*, vol. 81, no. 1, pp. 161–165, 2021, doi: 10.1111/puar.13202.
- [57] “Sri Mulyani Keluhkan 24 Ribu Aplikasi Pemerintah: Banyak dan Boros - Makro Katadata.co.id.” Accessed: Nov. 02, 2023. [Online]. Available: <https://katadata.co.id/agustiyanti/finansial/62cc0215de92a/sri-mulyani-keluhkan-24-ribu-aplikasi-pemerintah-banyak-dan-boros>
- [58] W. Lam, “Barriers to e-government integration,” *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 18, no. 5, pp. 511–530, Jan. 2005, doi: 10.1108/17410390510623981.
- [59] E. Lallana, *E-Government Interoperability: Guide*. United Nations Development Programme, 2007.
- [60] Y. Charalabidis, F. Lampathaki, and D. Askounis, “A Comparative Analysis of National Interoperability Frameworks,” in *AMCIS 2009*,

- 2009.
- [61] W. Kim, “On Digital Convergence and Challenges,” *Journal of Object Technology*, vol. 4, no. 4, pp. 67–71, Jun. 2005, doi: <https://doi.org/10.5381/jot.2005.4.4.c5>.
- [62] M. Mueller, “Digital convergence and its consequences,” *Javnost-the public*, vol. 6, no. 3, pp. 11–27, 1999.
- [63] N. Jazdi, “Cyber physical systems in the context of Industry 4.0,” in *2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics*, May 2014, pp. 1–4. doi: 10.1109/AQTR.2014.6857843.
- [64] S. Roy and S. K. Das, Eds., *Principles of Cyber-Physical Systems: An Interdisciplinary Approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 2020. doi: 10.1017/9781107588981.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Lukito Edi Nugroho

NIP:

196603271991031002

Tempat/Tgl Lahir:

Semarang, 27 Maret 1966

Pangkat/Golongan:

Penata Tingkat I / IV/b

Jabatan Fungsional:

Guru Besar dalam bidang
Teknologi Informasi

Alamat Kantor: Departemen Teknik Elektro dan
Teknologi Informasi, Fakultas
Teknik, Universitas Gadjah Mada.
Jalan Grafika 2, Yogyakarta

Email: lukito@ugm.ac.id

PENDIDIKAN

- *Sarjana (Ir) – Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada (1984 – 1989)*

Tugas akhir: Perangkat Lunak Bantu-Belajar untuk
Pemrograman Turbo Pascal.

Lulus dengan predikat *cum laude*.

Pembimbing: Ir. Wahyuni R., M.Sc.

- *Magister (M.Sc.) – Department of Computer Science, James Cook University, Townsville, Australia (1992 – 1994)*

Studi dibiayai oleh Beasiswa AIDAB.

Tesis: A Tool for Persistent Programming.

Pembimbing: Dr. A.S.M. Sajeev & Dr. Geoff Sutcliffe

- *Doktoral (Ph.D.) – School of Computer Science and Software Engineering, Monash University, Australia (1998 – 2001)*

Studi dibiayai oleh beasiswa AusAID. Selama studi juga mendapatkan beasiswa DSTC dari Monash University.

Disertasi: A Context-Based Approach for Mobile Application Development.

Pembimbing: Prof. Bala Srinivasan

PENGALAMAN

- *Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi FT UGM (Dosen) (1991– sekarang)*

Mata kuliah: Sistem Terdistribusi, Interoperabilitas, Ekonomi & Bisnis Informasi, Transformasi Digital, Komputer & Masyarakat.

Sebagai **pembimbing mahasiswa S3**, sejak tahun 2004 saya telah meluluskan 28 mahasiswa.

- *Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi FT UGM (Sebagai penulis dan peneliti) (1991– sekarang)*

Scopus: h-indeks = 14, dokumen terindeks=161, sitasi = 848. **Google Scholar:** h-indeks = 25, sitasi = 1970 (per November 2023).

Saya telah **menulis** 3 buku dan 3 *book chapter* dan **memublikasikan** artikel ilmiah pada jurnal dan prosiding seminar terindeks Scopus: 161 artikel.

Saya menjadi **peneliti utama** pada beberapa project penelitian, antara lain project riset Mobil Listrik Nasional (Molina, tahun 2014-2015) yang dibiayai LPDP dengan dana Rp 20 M dan penelitian Smart Farming di Perkebunan Sawit yang dibiayai BPDP Sawit (tahun 2017) dengan dana Rp 0,7 M.

Sejak tahun 2018 saya dipercaya menjadi **reviewer** penelitian LPDP dan pada beberapa jurnal ilmiah internasional dan nasional.

- *Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi FT UGM (Sebagai Sekretaris Jurusan & Ketua Jurusan) (2004 – 2012)*

Saya **merancang dan menginisiasi Program S2 E-Government (CIO)** bekerja sama dengan Kementerian Kominfo. Bersama program sejenis di ITB, program ini adalah yang pertama kali diselenggarakan di Indonesia, menerima mahasiswa dari instansi pemerintah pusat dan

daerah dengan biaya beasiswa dari Kementerian Koinfo.

Ketika menjadi Ketua Jurusan, saya melakukan **transformasi organisasi** dengan mengubah tata kerja internal Jurusan untuk mengharmonisasikan hubungan antar unit dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya. Struktur matriks yang dikembangkan masih digunakan sampai sekarang.

- *Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi FT UGM (Sebagai profesional di bidang TIK)* (2004 – sekarang)

Saya banyak membantu **perguruan tinggi** sebagai **technical expert** dalam hal: pemanfaatan TIK di perguruan tinggi (Hibah A2, Inherent, TPSDP, IMHERE), penyusunan kurikulum bidang komputer, peningkatan kompetensi dosen (penelitian dan publikasi). Perguruan tinggi yang pernah dibantu antara lain: Univ Islam Indonesia, Institut Teknologi Padang, Univ Mataram, Univ Riau, Univ Bengkulu, Univ Lambung Mangkurat, Univ Negeri Padang, Univ International Batam, Univ Negeri Papua, Univ Negeri Semarang, dan Universitas Terbuka.

Saya juga membantu **instansi pemerintah** sebagai **technical expert** dalam hal: penyusunan rencana strategis e-government dan smart city, dan pendampingan implementasi program-program smart city di daerah. Pada tahun 2018, saya menjadi **team leader** untuk kegiatan Penyusunan Master Plan Jogja Smart Province yang

dilaksanakan Pemerintah DIY, dan tahun 2023 ini dilanjutkan untuk tahap keduanya dalam program Smart Province Kementerian Kominfo. Sejak tahun 2018 saya juga menjadi **mentor** bagi beberapa kabupaten/kota dalam penyusunan master plan smart city dalam Program Menuju 100 Smart City Kementerian Kominfo. Kabupaten/kota yang pernah saya bimbing dalam penyusunan master plan smart citynya antara lain: Kab. Banggai, Kab. Maros, Kota Singkawang, Kab. Bandung, Kab. Grobogan, Kab. Banyumas, Kab. Kutai Timur, Kab. Blora, Kab. Empat Lawang, dan Kab. Paser.

- *Fakultas Teknik UGM (Sebagai Wakil Dekan bidang Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat, dan Kerja sama) (2012 – 2016)*

Dalam periode ini, saya **melahirkan konsep-konsep inovatif** tentang bagaimana perguruan tinggi berinteraksi dengan *stakeholder* eksternalnya: **IdeaConnect** (platform *crowdsourcing* yang menghubungkan dosen & mahasiswa dengan alumni), **SCorE** (soft skill curriculum for engineers – kerja sama dengan mitra industri untuk pengembangan soft skill mahasiswa, mirip dengan ide Kampus Merdeka/Merdeka Belajar).

Saya juga menjadi *point of contact* FT UGM dalam jejaring kerja sama AUN/SEED-Net (ASEAN & Jepang), **Erasmus** (Asia & Eropa),

dan **INSISTS** (Indonesia & Swedia). Tugas saya adalah menjadi penghubung (komunikator) antar stakeholders dalam project-project kerja sama tersebut.

- *Fakultas Teknik UGM (penugasan khusus)*

2003 – 2006: Saya menjadi **Koordinator Unit Pendukung Hubungan Internasional** FT UGM. Tugas besar pertama UPHI adalah merintis **Hi-Link**, project bantuan JICA (Jepang) berdurasi 3 tahun bagi perguruan-perguruan tinggi di Indonesia dengan UGM sebagai *leading actor*.

2020 – sekarang: saya ditugasi Fakultas Teknik untuk **menyiapkan operasionalisasi Engineering Research & Innovation Center (ERIC)**. ERIC adalah unit di FT yang berperan sebagai *hub* yang menghubungkan FT UGM dengan stakeholder eksternalnya dalam rangka pengembangan inovasi berbasis riset, sekaligus menjadi inkubator bagi hasil-hasil riset inovatif yang akan dihilirisasikan.

- *PT Gamatechno Indonesia (Sebagai Direktur Utama) (2004 – 2008)*

Saya menjadi bagian tim kecil yang **membangun perusahaan** betul-betul dari *ground zero*. Project yang paling fenomenal yang saya pernah terlibat adalah **membangun integrasi sistem-sistem informasi** di lingkungan UGM.

- *Badan Akreditasi Nasional – Perguruan Tinggi dan Lembaga Akreditasi Mandiri – Informatika & Komputer (Sebagai Asesor)* (2014 – sekarang)

Saya **melakukan asesmen** dalam rangka akreditasi program studi dan perguruan tinggi. Sebagai asesor, saya sering diminta bantuan untuk melakukan sosialisasi instrumen akreditasi dan mendampingi proses penyusunan dokumen akreditasi yang dilakukan perguruan tinggi.

- *Dewan Riset Nasional (Sebagai Anggota Komisi Teknis Bidang TIK)* (2015 – 2020)

Saya menjadi bagian dari tim yang **merumuskan kebijakan dan arah penelitian** nasional di bidang TIK.