



Dari Graham Bell sampai 6G Mobile Communications: Inovasi, Regulasi dan Manajemen Teknologi menuju Visi Indonesia 2045

Prof.Dr.Muhammad Suryanegara, ST, M.Sc, IPU

**Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai Guru Besar
dalam Bidang Ilmu ICT (Telecommunications)
Engineering Management
Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Depok, 1 Maret 2023**

Bismillahirrohmanirrohim

“Allah telah mencatat seluruh takdir makhluk lima puluh ribu tahun sebelum Allah menciptakan langit dan bumi”

(Rasulullah Muhammad SAW, HR Muslim)

SALAM PEMBUKA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala penghormatan, keberkatan, keselamatan dan pujian hanya milik Allah SWT, puji-pujian dan rasa syukur sebanyak mahluk-Nya yang ada di langit dan di bumi. Shalawat dan salam kita haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya dan pengikutnya dahulu, sekarang dan yang akan datang.

Yang saya hormati,

1. Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia
2. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
3. Ketua, Sekretaris dan para Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia
4. Rektor, Sekretaris Universitas Indonesia, para Wakil Rektor Universitas Indonesia
5. Ketua, Sekretaris dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Indonesia
6. Ketua, Sekretaris dan Anggota Senat Universitas Indonesia
7. Ketua, Sekretaris dan Anggota Dewan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia
8. Ketua, Sekretaris dan Anggota Senat Akademik Fakultas Teknik Universitas Indonesia
9. Para Dekan, Wakil Dekan, Direktur PAU, Kepala UKK, Ketua Departemen/Program Studi, dan seluruh Sivitas Akademika di lingkungan Universitas Indonesia
10. Para dosen, ketenagapendidikan, karyawan UKK, mahasiswa dan alumni Fakultas Teknik Universitas Indonesia
11. Para keluarga, undangan serta seluruh hadirin yang dimuliakan

Perkenankan pada kesempatan ini saya menyampaikan pidato pengukuhan, intisari dari makalah lengkap berjudul "Dari Graham Bell sampai 6G *Mobile communications*: Inovasi, Regulasi dan Manajemen Teknologi menuju Visi Indonesia 2045"

DAFTAR ISI

SALAM PEMBUKA	1
Dari Graham Bell sampai 6G Mobile Communications: Inovasi, Regulasi dan Manajemen Teknologi menuju Visi Indonesia 2045	3
1. Titik awal: Teknologi Telepon oleh Graham Bell	3
2. Inovasi Teknologi Telepon menjadi Mobile communications	5
3. Mobile communications dalam perspektif teori Schumpeter tentang “Teknologi dan Inovasi”	11
4. Mobile communications dan dampak ekonomi	13
5. Ekosistem Mobile communications dan para aktor yang terlibat	14
6. Pentingnya pendekatan Manajemen Teknologi sebagai orquestrasi ekosistem untuk mencapai tujuan akhir	20
7. Manajemen Teknologi Menuju Visi Indonesia 2045	22
8. Penutup	25
DAFTAR PUSTAKA DAN REFERENSI	27
UCAPAN TERIMA KASIH	29
CURRICULUM VITAE	37
A. IDENTITAS DIRI	37
B. RIWAYAT PENDIDIKAN DAN PROFESI	37
C. TRAINING, DIKLAT dan PELATIHAN	38
D. PENGALAMAN KERJA DAN JABATAN (SETELAH MENYELESAIKAN S1)	39
E. KEGIATAN UTAMA PROFESI DOSEN DAN KEINSINYURAN	41
F. HIBAH PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (Sebagai Ketua Tim)	52
G. PENULISAN BUKU AJAR	54
H. PUBLIKASI KARYA ILMIAH PADA JURNAL	55
I. PUBLIKASI KARYA ILMIAH PADA PROSIDING SEMINAR INTERNASIONAL	59

Dari Graham Bell sampai 6G Mobile Communications: Inovasi, Regulasi dan Manajemen Teknologi menuju Visi Indonesia 2045

Muhammad Suryanegara

**Guru Besar pada bidang ICT (*Telecommunications*) Engineering
Management**

Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Indonesia

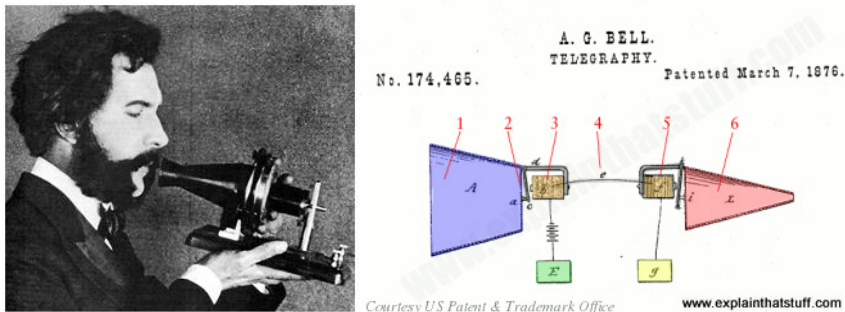
1. Titik awal: Teknologi Telepon oleh Graham Bell

Hampir sudah dapat dipastikan bahwa di kantong kita, pasti terselip perangkat *mobile phone*. Sebuah perangkat yang tidak hanya menghubungkan kita, sebagai manusia, dengan manusia lain; tetapi juga menghubungkan kita dengan berbagai perangkat dan sistem kehidupan. Membuat hidup kita semakin mudah, nyaman, efisien. Dari mulai kemudahan memesan makanan di saat tengah malam, hingga pengganti remote AC yang hilang, semua difasilitasi oleh sebuah sistem keteknikan jaringan telekomunikasi, yaitu *mobile communications technology*.

Semua itu berawal pada 7 Maret 1876, ketika Alexander Graham Bell yang saat itu berumur 29 tahun menerima sertifikat paten untuk penemuannya yaitu "telepon". Graham Bell mendemonstrasikan penemuan itu dengan sebuah kalimat yang menjadi frase pertama yang terucap yaitu "*Mr. Watson--Come here--I want to see you,*" Sebagai bukti bahwa informasi suara yang diubah menjadi aliran listrik kemudian diubah lagi menjadi suara terdengar dengan benar, Graham Bell meminta Mr Watson untuk mengulangi kalimat tadi dengan benar, dan disitulah bermula semua pencapaian pada bidang telekomunikasi yang kita kenal hingga saat ini. Kata "*Hello*", yang menjadi ucapan pertama setiap orang saat berbicara di telepon, adalah merupakan salah satu warisan abadi. Itu semua semata karena termuat dalam buku panduan "*How to use telephone*" di akhir abad 19 yang memuat tata cara memulai percakapan dengan menggunakan kata "*Hello*".

Terselip salah satu kisah menarik, adalah Thomas Alva Edison yang merekomendasikan kata “Hello”, bertolak belakang dengan keinginan Graham Bell yang lebih merekomendasikan penggunaan kata “Ahoy” karena Bell adalah seorang keturunan Skotlandia.

Gambar 1 menunjukkan bagaimana sistem keteknikan telepon beroperasi, yaitu menggunakan salah satu hukum fisika kekekalan energi, bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, energi hanya berubah bentuk saja. Suara manusia hakikatnya pun demikian, energi gelombang suara dapat ditransformasikan menjadi energi listrik dan sebaliknya. Frekuensi dan amplitudo gelombang suara manusia dapat dikonversi secara proporsional dengan besaran arus listrik. Saat dikembalikan lagi agar menjadi energi suara, maka besaran listrik tersebut diubah menjadi medan magnet yang juga secara proporsional akan menggetarkan sebuah lempeng tipis sehingga menghasilkan suara dapat didengar.



Gambar 1. Alexander Graham Bell dan prinsip kerja Telepon yang dipatenkan
(sumber gambar : <https://blogs.illinois.edu> dan www.explainthatstuff.com)

Sebagai sebuah produk, telepon merupakan sebuah teknologi, sedangkan *Sains* adalah yang mendasari cara kerja telepon, melalui hukum fisika terkait konversi energi, listrik dan medan magnet. Maka, mencermati lebih dalam produk telepon adalah salah satu contoh nyata bagaimana teknologi tercipta karena adanya *Sains*, dan teknologi merupakan wujud aplikasi nyata dari *Sains*. *Technology aims to control and manipulate the natural world to meet human needs and wants, while science aims to understand and explain the natural world*

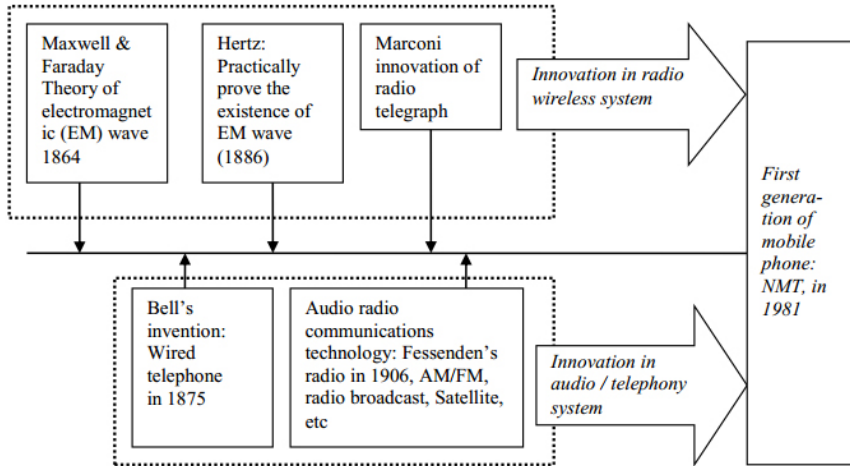
through observation and experimentation. Konsekuensinya, teknologi tidak akan pernah ada tanpa *Sains*, dan *Sains* tidak akan memberi solusi aplikatif tanpa adanya teknologi. Contoh lain dalam bidang keilmuan teknik elektro, semua produk elektronika tercipta karena kemampuan teknologi mengaplikasikan *Sains* fisika tentang pergerakan elektron. Teknologi elektro adalah tentang “*how to modify and to control the movement of electron*”, sedangkan *Sains* yang mendasari cara kerja perangkat elektronika adalah hukum fisika dan matematika yang mengeksplorasi secara detil “*an in-depth understanding about the movement of electron*”. Elemen elektronika yang kita kenal sehari-hari, resistor, kapasitor, inductor dan transistor adalah elemen teknologi yang memodifikasi elektron dalam hal menyimpan, menahan ataupun meneruskan pergerakan elektron tersebut.

2. Inovasi Teknologi Telepon menjadi *Mobile communications*

Pada awal telepon dikembangkan, teknologi ini beroperasi pada sebuah jaringan (*telephony network*) yang saling terhubung melalui kabel tembaga. Namun, saat ini di rumah kita hampir-hampir tidak ada lagi telepon kabel tersebut. Semua sudah terhubung menggunakan medium udara atau lazim dikenal dengan istilah nirkabel (*wireless*). Teknologi telekomunikasi *wireless* meliputi berbagai contoh produk teknologi yang tidak menggunakan kabel, termasuk diantaranya satelit, *pager*, *TV broadcasting*, radio, walkie talki, dan telepon selular. Perangkat atau gawai yang ada di kantong kita saat ini merupakan bagian dari sistem telepon selular atau lazim dikenal dengan istilah “*mobile communications*”. Perkembangan *mobile communications* dimulai dari *standard* generasi pertama (1G) berlanjut ke 2G, 3G, 4G hingga saat ini dunia sudah mulai menerapkan *standard* 5G yang telah disahkan pada tahun 2020 lalu. Biasanya, setiap *standard* teknologi *mobile communications* akan muncul dan dikomersialisasi setiap 10 tahun sekali. Saat ini, para peneliti dan pengembang sedang mempersiapkan *standard* teknologi 6G *mobile communications* yang diperkirakan akan muncul pada tahun 2030.

Dalam tinjauan inovasi, *mobile communications* merupakan sebuah produk inovasi teknologi yang mengintegrasikan 2 arus utama inovasi teknologi pada sistem nirkabel (*wireless system*) dan inovasi pada

sistem teknologi suara (*telephony system*), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Mobile communications yang terbentuk sebagai produk inovasi dari 2 arus utama inovasi wireless dan telephony (sumber gambar: Disertasi M Suryanegara, Tokyo Tech, 2011)

Arus inovasi *telephony system* dimulai oleh teknologi telepon Graham Bell dengan konsep dasar sistem telekomunikasi menghantarkan suara melalui gelombang listrik yang mengalir pada kawat tembaga. Arus inovasi *wireless* dimulai dari Sains, yaitu teori elektromagnetik oleh JC Maxwell pada tahun 1864 dan pembuktian praktis oleh Hertz pada tahun 1886, yang keduanya telah mengilhami Marconi untuk mengembangkan sistem radio telegraf. Pada tahun 1906, Reginal Fessenden berhasil mengirimkan sura melalui gelombang radio dan menandai awal dari siaran suara nirkabel. Selanjutnya muncul berbagai inovasi yang melahirkan sistem radio AM/FM, diikuti oleh berbagai pengembangan berkelanjutan platform komunikasi nirkabel seperti satelit, walkie-talky, dan lain sebagainya. Meskipun sistem kerja telekomunikasi nirkabel sudah memfasilitasi orang-orang untuk bebas bergerak, namun pergerakannya masih terbatas berjalan dan berlari. Di atas kecepatan itu, sistem nirkabel tersebut akan memberikan unjuk kerja yang buruk. Oleh karena itu lahirlah konsep kerja *mobile communications* yaitu sistem komunikasi suara bagi orang-orang

yang sedang berkendara (*mobile*). Sistem keteknikan yang dapat memberikan unjuk kerja baik adalah dengan menggunakan konsep pengulangan penggunaan frekuensi pada sebuah area atau sel layanan sehingga disebut juga sebagai *cellular telephony* (telepon selular). Salah satu *standard mobile communications* generasi pertama (1G) adalah *Nordic Mobile Telephony* (NMT), beroperasi pada pita frekuensi 150 MHz, 450 MHz dan 900 MHz, mendukung kecepatan pengguna yang bergerak hingga 35 km/jam, dan beroperasi pada sel layanan dengan radius 10 – 20 km.

Dikutip dari Suryanegara (2020), Tabel 3 menunjukkan inovasi teknologi yang menjadi pembeda pada *mobile communications* Generasi pertama hingga kelima (1G, 2G, 3G, 4G, 5G).

Tabel 1. Inovasi Teknologi dan perbedaan karakteristik *Mobile communications* pada setiap generasi (Suryanegara, 2020)

	1G	2G	3G	4G	5G
Main technical characteristic	Supporting cellular voice service	Supporting voice and introducing the value-added service, such as SMS	Supporting multimedia communications with the data rate 2 Mbps	Improving the 3G performance by introducing a data rate of 100 Mbps on mobility and 1 Gbps on stationary	Supporting 3 used case scenario: - eMBB: enhanced mobile broadband: to perform 20 Gbps downlink - mMTC: massive machine type communications: to support 1 million device per-km-square - uRLLC: ultra reliable low latency communications: to have 1 ms latency
Official name	N/A	N/A	IMT-2000	IMT-Advanced	IMT-2020
Key Technological Innovation	Analog techniques	- Time Division Multiple Access (TDMA) - Digital modulation (e.g. GSM standard used GMSK) - Convolutional coding - Speech coding (e.g. Linear Predictive Coding in GSM)	- Utilizing bandwidth up to 5 MHz - Multiple access technique: CDMA - Convolutional coding	- MIMO - Larger bandwidth up to 20 MHz - Adaptive Modulation Coding up to 64-QAM - Multiple access technique: OFDM of subcarrier spacing up to 15 kHz - Channel coding: Turbo coding (data), Convolutional coding (control plane)	- Massive MIMO and Beamforming - Millimeter spectrum support bandwidth up to 400 MHz - Modulation: Adaptive Modulation Coding up to 256-QAM - Multiple access technique: CP-OFDM with multiple numerology of subcarrier spacing up to 240 kHz - Channel coding: LDPC coding (data), Polar coding (control plane)

Some leading Standards	AMPS, NMT, TACS	GSM cdmaOne	W-CDMA, CDMA-2000, IP-OFDMA, TS-CDMA	LTE-Advanced, IEEE 802.16m	LTE Release 15, LTE Release 16 (on developing)
Prominent service innovation applications	Voice	Voice, Text messaging (SMS) and some other Value-Added Service (VAS)	General Purpose Technology: data & Internet platform to offer multiple service creation including Multimedia service, video call, Internet access, etc.		
			Smart home, smart city, object tracking, industry		
			Mission critical applications, robotic surgery, self-driving car, industry automation, augmented reality		

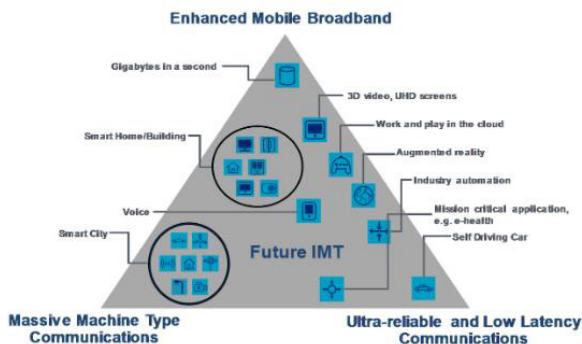
Tabel 1 menjelaskan bahwa pada era 1G, teknologi seluler masih bersifat analog, sementara perubahan teknologi dari 1G ke 2G melahirkan inovasi mendasar dalam hal digitalisasi *mobile communications*. Era 2G dimulai tahun 1990-an, dengan suara (*Voice*) merupakan layanan utama dan pesan teks (SMS) adalah sekedar layanan tambahan (*value added service*). Inovasi SMS ini ternyata diadopsi secara global oleh pasar dunia dan menjadi sebuah kisah sukses dari pemanfaatan celah kosong pada channel signaling. Di era 2G, GSM adalah standar paling populer di dunia yang mencakup lebih dari 70% pelanggan seluler global.

Dalam peralihan dari 2G ke 3G di tahun 2000-an, inovasi teknologi dipusatkan pada penggunaan *bandwidth* yang meningkat. Platform teknis *Code Division Multiple Access* (CDMA) sebagai teknik *multiple access* telah memungkinkan layanan komunikasi data (termasuk *Internet*) hingga kecepatan data rate 2 Mbps. Sementara itu, *wide-band code-division multiple-access* (WCDMA) telah menjadi *standard* 3G yang paling populer karena mendukung evolusi berkelanjutan dari standar 2G GSM. Kemampuan 3G untuk menyediakan layanan komunikasi data telah membuka berbagai inovasi layanan lainnya. Dimulai dari era 3G, konsep inovasi layanan semakin signifikan dimana munculnya 3G memungkinkan terciptanya ragam layanan (*multiservice*) yang beroperasi melalui Internet dan jaringan data.

Di tahun 2010 kemunculan inovasi dari 3G ke 4G ditandai dengan fokus pada peningkatan kecepatan data dengan mengembangkan aspek teknis *multiple-input multiple-output* (MIMO) dan *orthogonal frequency division multiplexing access* (OFDMA) sebagai teknologi kunci baseband radio. Peningkatan teknis mencakup *bandwidth* yang

lebih besar, mekanisme akses jamak, dan penggunaan turbo code sebagai skema *error correction*. Dengan *key technologies* tersebut memungkinkan kecepatan data 4G dapat mencapai hingga 1 Gbps, di mana LTE Release 10 menjadi *standard* yang dominan di dunia. Pengenalan 4G telah mengintensifkan difusi besar-besaran platform layanan digital di seluruh dunia. Era 4G telah membuka berbagai layanan lanjutan yang lebih *advanced* seperti *smart home*, *smart cities*, *object identification*, *industrial automation*, *Internet of Things* dan berbagai layanan lainnya.

Selanjutnya, di tahun 2020-an dimulai implementasi teknologi 5G atau lebih dikenal sebagai visi IMT 2020. Dalam konsepsi teknologi 5G, arah inovasi adalah peningkatan teknis dalam kerangka paradigma baru konektivitas yang mendukung berbagai platform digital dan aplikasi layanan untuk kehidupan modern. Tidak seperti generasi sebelumnya, 5G tidak lagi hanya tentang peningkatan kecepatan layanan komunikasi data, tetapi juga tentang bagaimana memfasilitasi IoT secara *massive* (besar-besaran) dan aplikasi latensi sangat rendah. Kehadiran 5G akan memungkinkan layanan yang lebih canggih, seperti operasi robotik, *self-driving car*, otomasi industri, *augmented reality*, dan berbagai *mission critical system*. Terdapat 3 skenario implementasi teknologi 5G, yaitu *enhanced mobile broadband* (eMBB) dengan target teknis kecepatan downlink mencapai 20 Gbps, *massive machine type communication* (mMTC) dengan target teknis mendukung 1 juta perangkat IoT per-km-persegi, dan *ultra-reliable low latency* (uLLC) dengan target teknis mendukung latensi perangkat 1 ms. Gambar 3 menunjukkan 2 skenario penggunaan 5G, atau lazim disebut *5G-Used Case Scenarios*.



Gambar 3. Used case of 5G Mobile communications (ITU,2015)

Lazimnya *mobile communications* beralih generasi setiap dekade, maka diharapkan tahun 2030 akan muncul *standard* 6G. Saat ini 6G masih dalam tahapan penelitian dan belum jelas akan seperti apa spesifikasi pastinya, namun 6G diharapkan untuk menghadirkan kecepatan yang lebih cepat, latensi yang lebih rendah, dan kemampuan yang lebih canggih daripada 5G. Beberapa target fitur potensial yang dilayani 6G termasuk peningkatan *virtual* dan *augmented reality*, *Internet of Things* (IoT), Blockchain dan integrasi dengan *Artificial Intelligence* dan *Quantum Computing*. Meskipun definisi nya belum disepakati, namun satu hal yang hampir dapat dipastikan adalah tentang peningkatan kecepatan layanan data. Jika 1G dan 2G tidak memberikan kecepatan data, 3G memberikan 2 Mbps, 4G memberikan 1 GBps, 5G memberikan 20 Gbps, maka beberapa perspektif industri mewacanakan 6G memberikan kecepatan 1 Tbps.

Meskipun demikian, upaya untuk memberikan kecepatan yang tinggi ternyata dibatasi oleh persamaan matematis yang dirumuskan oleh Claude Shannon (1948), seorang *engineer* (pengembang teknologi) dan *mathematician* (pakar *Sains*) dengan rumus:

$$C = B \log_2(1 + S/N)$$

Dimana C adalah *capacity* yaitu kecepatan data yang ditransmisikan dalam satuan *bit per second*, B adalah *bandwidth* yaitu lebar pita spektrum frekuensi yang ditumpangi oleh transmisi wireless, dan S/N adalah *signal-to-noise* yaitu perbandingan antara kekuatan signal dan derau (*noise*). Rumus tersebut mengandung makna bahwa kenaikan kecepatan data (*Capacity*) adalah selalu berbanding lurus dengan peningkatan *bandwidth* dan peningkatan kekuatan sinyal serta penurunan *noise*. Sederhana nya, jika sebuah teknologi menginginkan nilai C besar, maka ada 2 opsi yang dapat ditargetkan yaitu memperbesar B atau meningkatkan S. Namun kedua faktor memiliki keterbatasan, dimana *bandwidth* adalah sumber daya alam yang sangat terbatas pada rentang umum spektrum pengoperasian *mobile communications* di bawah 6 GHz. Sementara itu, kekuatan sinyal juga dipengaruhi keterbatasan suplai daya listrik (dan inilah yang menjelaskan kenapa ponsel 4G lebih boros baterai dibandingkan 3G karena memberikan transfer data yang lebih tinggi). Disinilah seorang *engineer* akan

terus berupaya agar dapat menciptakan teknologi untuk memberikan solusi atas keterbatasan ini. Salah satu solusi yang masih dalam tahap spekulasi adalah rencana mengoperasikan 6G pada rentang frekuensi yang sangat tinggi yaitu pada rentang millimeter wave (30 – 300 GHz) atau Terahertz (300 – 3000 GHz) atau pada rentang cahaya tampak (430 000 – 790 000 GHz). Pada rentang frekuensi tersebut, ketersediaan *bandwidth* yang sangat lebar akan tersedia, sehingga tidak lagi menjadi issue yang membatasi pengoperasian sistem teknologi. Ariyanti dan Suryanegara (2020) menyampaikan bahwa penggunaan VLC sebagai spektrum 6G memiliki peluang karena mendukung jaringan yang heterogen, ketersediaan *bandwidth* yang sangat lebar dan aspek keamanan yang lebih jelas karena pengoperasian dibatasi oleh area terjangkau cahaya. Pengoperasian pada rentang pita cahaya tampak juga lebih murah karena spektrum cahaya adalah tergolong *unlicensed frequency*. Namun demikian, beberapa tantangannya adalah *standard VLC* masih belum *mature*, dan membutuhkan studi lebih mendalam untuk membahas potensi gangguan interferensi dari sumber cahaya lain.

3. Mobile communications dalam perspektif teori Schumpeter tentang “Teknologi dan Inovasi”

Dari pemaparan di atas kita telah sampai konsepsi bahwa bahwa *mobile communications* merupakan buah dari inovasi teknologi telepon. Namun sejatinya frase kata “inovasi teknologi” adalah berbeda makna dengan frase “inovasi” dan “teknologi”.

Kita merujuk pada teori inovasi yang dikembangkan oleh Joseph Schumpeter (1883-1950), seorang ahli ekonomi yang sangat berpengaruh di paruh pertama abad 20, dan telah dianggap sebagai Bapak teori Inovasi. Studi-studi oleh Schumpeter pada intinya mendefinisikan inovasi bukan sekedar “menciptakan sesuatu yang baru”, namun haruslah juga dapat berujung pada “menciptakan manfaat ekonomi”. Schumpeter mengidentifikasi inovasi sebagai faktor penting dari kemajuan ekonomi. Menurut Schumpeter, inovasi adalah kekuatan pendorong di balik perkembangan ekonomi sebuah negara. Schumpeter juga memformulasi istilah “*creative destruction*” yang menjelaskan bagaimana sebuah produk baru hasil inovasi akan mengganggu dan menggantikan sistem lama dan industri yang telah

mapan, namun sekaligus menciptakan peluang ekonomi dan industri yang baru. Schumpeter percaya bahwa *enterepreneur* atau pengusaha adalah kekuatan pendorong di balik kemunculan inovasi.

Lalu bagaimana hubungannya dengan teknologi? Peran teknologi adalah sebagai salah satu faktor utama atau *enabler* yang memungkinkan sebuah perusahaan menghasilkan produk baru atau inovasi. Dengan demikian terpadu sebuah keterhubungan bahwa teknologi akan memfasilitasi terciptanya inovasi, dan inovasi pada akhirnya akan memajukan ekonomi. Contoh paling terkenal terkait konsepsi ini adalah saat James Watt menciptakan teknologi mesin uap di tahun 1776. Mesin uap James Watt generasi paling awal dapat menghasilkan daya 3 HP (*horse power*) atau setara dengan 735 watt. Sebagai perbandingan umum, 1 mesin uap (senilai 3 HP) dapat menggantikan kekuatan 4 orang laki-laki dewasa. Dengan demikian, mesin uap merupakan teknologi pertama yang berhasil membuat pengoperasian pekerjaan di pabrik-pabrik menjadi lebih efisien dan efektif. Mesin uap telah mencetuskan revolusi industri pertama (*Industrial Revolution 1.0*) yang pada akhirnya memberikan dampak besar pada ekonomi dunia saat itu.

Dalam perkembangannya, teori Schumpeter dikembangkan lebih lanjut sehingga tercipta teori *co-evolution* yang menyatakan bahwa teknologi dan ekonomi adalah saling resiprokal, yaitu teknologi dapat menciptakan inovasi dan memajukan ekonomi, sebaliknya teknologi pun juga berkembang seiring dengan kemajuan dan kebutuhan ekonomi. Konsep *co-evolution* ini terus berkembang, tidak hanya antara hubungan teknologi dan ekonomi, namun juga aktor-aktor yang terlibat dalam sebuah sistem inovasi.

Studi oleh Suryanegara et al antara rentang 2008-2022, banyak mengadopsi konsep teori *co-evolution* dalam menganalisis perkembangan teknologi 4G dan 5G. Dalam salah satu studinya, Suryanegara (2020) menyatakan bahwa implementasi *5G mobile communications* harus berorientasi pada aspek layanan yang ikut berkembang secara *co-evolution* dengan perubahan sosioteknis masyarakat, sedangkan infrastruktur 5G berperan sebagai *enabler* bagi terwujudnya layanan tersebut. Hal ini berbeda dengan visi 4G yang hanya berpusat pada kemampuan aspek infrastruktur teknisnya.

Dalam konteks teori inovasi Schumpeter, kita dapat menarik sebuah perspektif bahwa perkembangan teknologi telekomunikasi dari mulai sistem telepon Graham Bell, hingga ke *mobile communications* generasi pertama (1G) sampai ke 6G (yang masih dikembangkan), pada dasarnya adalah sebuah “incremental innovation”, yaitu inovasi yang berkembang secara gradual dari generasi satu ke generasi selanjutnya, berkembang dalam hubungan *co-evolution* dengan elemen-elemen lain dalam sebuah sistem inovasi yang menciptakan berbagai peluang dan kemajuan ekonomi.

4. Mobile communications dan dampak ekonomi

Dengan memadukan konsepsi teknologi dan inovasi Schumpeter, ditegaskan bahwa ujung dari inovasi teknologi *mobile communications* adalah mewujudkan kemajuan ekonomi. Pendapat umum menyatakan bahwa dikarenakan ekonomi yang diciptakan difasilitasi oleh teknologi digital, maka disebutlah sebagai *digital economy*. Tentu saja, *digital economy* bukan semata-mata difasilitasi oleh *mobile communications*, namun juga teknologi dan aplikasi digital lain seperti satelit, *fiber optic*, *Internet of Things*, *e-commerce*, *cloud computing*, dan lain sebagainya. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa *Mobile communications* menjadi salah satu *enabler* utama ekonomi digital karena diadopsi secara luas oleh masyarakat dunia, dan menjadi salah satu penghubung utama manusia dengan akses Internet. Statista melaporkan bahwa di tahun 2021, terdapat 6,5 milyar pengguna *mobile communications* yang terhubung ke Internet.

Studi World Bank menyatakan bahwa implementasi ICT telah memberikan dampak ekonomi global dimana ICT berkontribusi terhadap pertumbuhan GDP global dunia sekitar 1,5% hingga 2,5 % per tahun, untuk periode antara tahun 1990 dan 2015. Secara lebih spesifik, beberapa studi menyatakan bahwa:

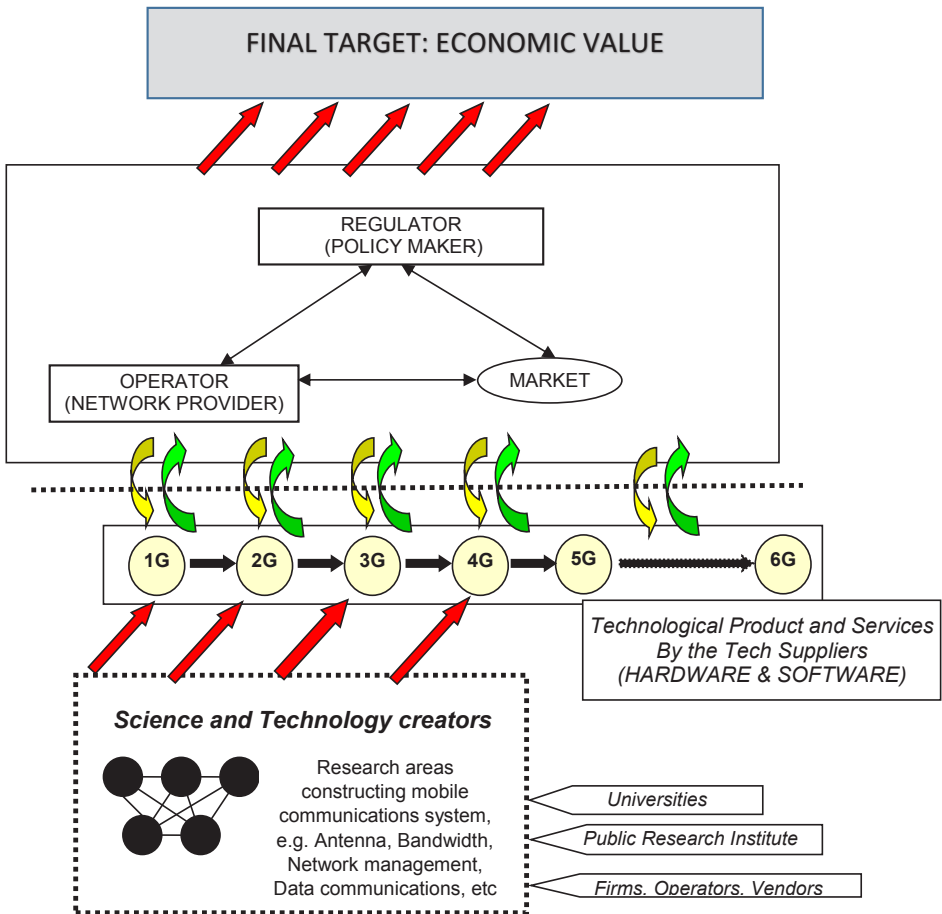
- 2G telah menciptakan kegiatan ekonomi di seluruh dunia senilai \$1 triliun, menciptakan sekitar 2 juta pekerjaan secara global dan menghasilkan \$5 miliar pendapatan bagi pemerintah di seluruh dunia
- 3G telah menciptakan kegiatan ekonomi di seluruh dunia senilai \$2 triliun, menciptakan sekitar 5 juta pekerjaan secara global dan

menghasilkan \$12 miliar pendapatan bagi pemerintah di seluruh dunia

- 4G telah menciptakan kegiatan ekonomi di seluruh dunia senilai \$1,3 triliun (sampai dengan tahun 2021), menciptakan sekitar 4,5 juta pekerjaan secara global dan menghasilkan \$7,2 miliar pendapatan bagi pemerintah di seluruh dunia.
- 5G diproyeksikan akan menciptakan kegiatan ekonomi di seluruh dunia senilai \$3,5 triliun (sampai dengan tahun 2025), menciptakan sekitar 22 juta pekerjaan secara global dan menghasilkan \$27 miliar pendapatan bagi pemerintah di seluruh dunia.

5. Ekosistem *Mobile communications* dan para aktor yang terlibat

Studi tentang ICT dan inovasi oleh Robin Mansell (1998) menyatakan bahwa ICT adalah teknologi pervasif yang berpotensi mengubah secara sangat radikal fondasi masyarakat tempat kita hidup. Teknologi ICT, khususnya *mobile communications* dan Internet telah mendorong terciptanya berbagai inovasi, yang mengarah ke era sistem telekomunikasi baru (Fransman, 2002). Robin Mansell menekankan bahwa faktor penentu perubahan teknis dalam sebuah sistem telekomunikasi tidak lepas dari perubahan kelembagaan (Mansell, 1998). Dengan demikian, terdapat konsepsi bahwa dalam orientasinya menciptakan peluang dan perkembangan ekonomi, teknologi digital ICT adalah berada dalam sebuah ekosistem kelembagaan yang terusun atas aktor-aktor yang saling berinteraksi satu sama lain. Spesifik untuk *mobile communications*, Suryanegara (Disertasi pada Tokyo Tech, 2011) telah mengusulkan sebuah model ekosistem yang menjelaskan interaksi *co-evolution* antar aktor. Model ini mendefinisikan fungsi keseluruhan dari sistem inovasi *mobile communications* adalah untuk mengkreasi *Sains*, mengembangkan teknologi, membangun jaringan keteknikan dan menyebarkan penggunaan teknologi tersebut di masyarakat. Untuk mengharmonisasi hubungan antar aktor dan mengakselerasi pencapaian target akhir berupa kemajuan ekonomi, *mobile communications* akan mengalami pengaturan atau regulasi oleh pembuat kebijakan (Pemerintah negara atau Internasional). Gambar 4 menunjukkan model ekosistem *mobile communications* dan para aktor yang terlibat.



Gambar 4. Ekosistem *Mobile communications* (gambar dikembangkan dari Disertasi M Suryanegara, Tokyo Tech, 2011)

Aktor pertama adalah pengembang *Sains* dan *Teknologi* (*Science and Technology creator*) yaitu para scientist dan *engineer* yang melaksanakan R&D mengembangkan teknologi *mobile communications*. Aktifitas keilmuan difokuskan untuk mengembangkan elemen-elemen keteknikan yang mengarah pada profil teknologi yang khas di setiap generasi *mobile* 1G sampai ke 6G, termasuk diantaranya intensifikasi riset terkait antena, teknik pengkodean, multiple access, *bandwidth management*, *energy*, manajemen jaringan dan komunikasi data.

Aktifitas utama mereka berujung menghasilkan karya-karya ilmiah dan paten. Mereka apat terhimpun secara kelembagaan pada institusi universitas, lembaga penelitian publik (*public research institute*), institut riset dan industri, dan perusahaan-perusahaan, termasuk pada R&D operator layanan seluler dan vendor telekomunikasi. Para akademisi, khususnya pada rumpun ilmu *Sains* dan teknologi dapat digolongkan sebagai aktor pertama ini.

Aktor kedua yaitu produsen perangkat dan layanan teknologi (*technological suppliers*) yaitu perusahaan-perusahaan manufaktur yang memproduksi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) agar sistem *mobile communications* dapat bekerja. Contoh aktor termasuk diantaranya Ericsson, Motorola, Huawei yang memproduksi *hardware* jaringan (*network infrastructure*), Samsung, Xiaomie, Apple, yang memproduksi *hardware* ponsel (*mobile handset*), Google, yang memproduksi *software* Operating System Android untuk *handset* dan layanan digital service di atas platform *Mobile communications* seperti Youtube serta Facebook yang memproduksi WhatsApp. Output dari aktor kedua ini adalah produk dan layanan teknologi yang kita nikmati di *handset* atau gawai kita saat ini.

Aktor ketiga yaitu operator jaringan selular (Telco) yang melaksanakan penggelaran infrastruktur jaringan (*network*) dan mengkomersialisasikan layanan seluler untuk pasar. Contoh aktor ini adalah Telkomsel, Indosat di Indonesia, Vodafone di Inggris dan AT&T di Amerika Serikat. Pada sektor telekomunikasi, pada awalnya operator jaringan sistem telekomunikasi menikmati sistem monopoli, namun setelah liberalisasi kebijakan telekomunikasi di era 1980-an, operator harus memainkan sebagai sebuah entitas bisnis yang kompetitif dengan target-target finansial tertentu. Salah satu studi Sadewa & Suryanegara (2020) mengkorelasikan rencana teknis teknologi 5G-uRLLC dengan unjuk kerja bisnis operator. Dilakukan studi kasus dari salah satu operator di Indonesia untuk mendapatkan pengukuran jaringan, mengevaluasinya, dan kemudian mengembangkan langkah-langkah strategis yang memungkinkan operator untuk menentukan apakah jaringan tersebut dapat mengimplementasikan 5G-uRLLC. Korelasi diamati antara latensi dan jarak dari situs ke pusat data di jaringan operator di Indonesia.

Aktor keempat yaitu *regulator* yang mengembangkan kebijakan atau berbagai peraturan terkait penggelaran teknologi *mobile communications*. Dalam ekosistem ini, salah satu kebijakan utama yang harus dilakukan adalah alokasi di spektrum frekuensi mana sebuah teknologi selular akan beroperasi. Termasuk, *standard* apa yang harus diadopsi oleh sebuah negara. Sebagai contoh, *regulator* Indonesia mengeluarkan kebijakan untuk mengadopsi WCDMA sebagai *standard* tunggal 3G di tahun 2006. Sedangkan Kementerian / *regulator* Jepang mengadopsi konsep *multiple standard* untuk penggelaran 3G yaitu WCDMA dan CDMA 2000. Di setiap negara, *Regulator* dapat bersifat independen ataupun tidak dengan Pemerintah. Misalnya, di Indonesia, Kementerian KOMINFO berperan sebagai *regulator* di Indonesia, sedangkan FCC adalah sebuah biro independen *regulator* di USA. Secara umum, *regulator* atau pembuat kebijakan akan banyak merujuk pada lembaga *International Telecommunications Union (ITU)* sebagai pembuat kebijakan *standardisasi* dan alokasi spektrum dunia. *Regulator* memiliki fungsi besar untuk mengakselerasi implemementasi teknologi agar terwujud kesejahteraan sosial bagi masyarakatnya. Banyak negara menggunakan pendekatan yang berbeda dalam kerangka peraturan mereka. Situasi geografis dan karakteristik unik dari lingkungan sosial budaya tertentu merupakan pendorong utama dalam mengubah peran telekomunikasi dalam pembangunan ekonomi dan sosial. Misalnya, kebijakan liberalisasi industri telekomunikasi merupakan regulasi yang umum diterapkan di negara mana pun, sedangkan kebijakan yang khusus untuk menguntungkan pasar dibuat berbeda-beda. *Less developed* dan negara berkembang (*Developing country*) cenderung mengarahkan regulasi untuk menjembatani kesenjangan digital (*digital divide*). Di sisi lain, negara-negara maju (*Developed country*) cenderung mengarahkan regulasi untuk mendukung pembangunan ekonomi digital.

Operator memiliki hubungan timbal balik dengan *regulator*, khususnya terkait *standardisasi* dan alokasi frekuensi. Operator harus mengadopsi standar yang diputuskan oleh *regulator*; dan di sebagian besar negara, mereka harus membayar biaya penggunaan spektrum kepada *regulator* atau Pemerintah. Lisensi spektrum atau frekuensi dianggap sebagai bagian dari sumber daya alam yang terbatas, sehingga alokasi spektrum berada di bawah kendali regulasi suatu negara. Sebaliknya

operator juga akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *regulator* ketika mereka akan memutuskan produk regulasi tertentu. Misalnya di Jepang, keberadaan operator CDMA membuat *regulator* Jepang mengeluarkan kebijakan untuk mengadopsi berbagai *standard* pada implementasi 3G (Srivastava, 2001).

Dalam hal pengaturan frekuensi, *regulator* merupakan wujud kehadiran negara yang “menguasai sumber daya frekuensi”, dan bertugas mengoptimalkan penggunaan spektrum frekuensi radio agar memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi masyarakat. Dalam hal ini, *regulator* memiliki fungsi sebagai pihak yang memberikan izin penggunaan spektrum frekuensi radio. Pemerintah membuat rangkaian kebijakan atau produk hukum yang mengatur mekanisme proses pemberian izin penggunaan spektrum kepada industri. Dalam konsepsi ekosistem tersebut, pengaturan pemberian izin penggunaan spektrum frekuensi radio dari *Regulator* kepada Operator, dilakukan berdasarkan ketersediaan jumlah spektrum (*supply*) dan permintaan kebutuhan spektrum itu sendiri (*demand*). Selanjutnya, operator adalah yang mendifusikan teknologi selular tersebut ke pasar, maka operator berkepentingan agar difusi teknologi berjalan sempurna, sesuai dengan peran aktor dalam mengkomersialisasi teknologi tersebut.

Aktor kelima adalah masyarakat atau pasar (*market*) yang merupakan obyek dari difusi teknologi. Model menunjukkan bahwa pasar melakukan interaksi secara timbal balik dengan dengan “operator” dan “*regulator*”. Pasar dapat berperan sebagai penggerak motivasi *regulator* dalam membuat sebuah kebijakan tertentu. Oleh karena itu, dalam model ekosistem ini, *regulator* harus mampu memahami *market message* atau pesan dari pasar, dan mensinkronisasi dengan kebijakan yang akan dibuatnya. Pasar juga dapat berperan sebagai penggerak motivasi operator dalam membuat sebuah strategi bisnis tertentu. Sebuah karya Simon (1994) menunjukkan hubungan antara *regulator* dan pasar. Periode awal era broadband di AS adalah contoh yang baik yang menunjukkan bagaimana *regulator* Amerika, FCC dan Kongres telah memahami *market message* tentang semangat baru deregulasi telekomunikasi, yaitu lebih sedikit regulasi dan lebih banyak kompetisi (Simon, 1994). Pesan tersebut memiliki keterkaitan dengan

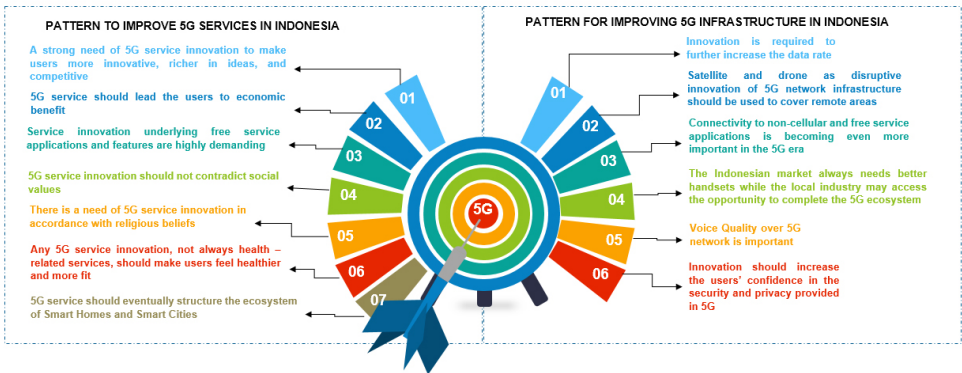
temuan Flacher dan Jennequin (2008) bahwa pada awal persaingan, pasar membenarkan untuk tidak menggunakan banyak pengaturan harga karena akan mengurangi profitabilitas dan kemauan untuk berinvestasi.

Riset-riset oleh Suryanegara et al (2010 – 2022) banyak mengeksplorasi bagaimana interaksi antara pasar, *regulator* dan operator pada ekosistem teknologi *mobile* di Indonesia. Salah satu indikator yang menentukan keberhasilan implementasi teknologi adalah *Quality of Experience* (QoE), atau level yang menunjukkan sejauh mana user atau *market* mendapatkan pengalaman penggunaan teknologi. Kepuasan ini merupakan hubungan antara level pencapaian *Quality of Service* (QoS) secara teknis, dan *User Experience* (UX) sebagaimana diusulkan pada studi oleh Shin (2017). Dapat didefinisikan juga bahwa QoE adalah aspek bagaimana *market* menilai teknologi secara subyektif, dan QoS adalah aspek bagaimana penilaian teknologi secara obyektif.

Dengan menggunakan pendekatan QoE, studi Suryanegara (2020) juga memformulasikan jenis inovasi apa yang diperlukan untuk menyediakan infrastruktur dan layanan yang tepat untuk penggelaran 5G di Indonesia. Jawaban atas pertanyaan ini bergantung pada pola peningkatan inovasi – yang didefinisikan sebagai faktor-faktor yang timbul dari ketidakpastian yang dapat mengarah pada keberhasilan difusi teknologi 5G di pasar tersebut. Suryanegara (2020) menganalisis pola *innovation enhancement* 5G (sebagai tampak pada Gambar 5), dengan temuan bahwa masyarakat Indonesia terus menuntut kecepatan data yang lebih tinggi di semua segmen pasar. Mempertimbangkan topografi negara, satelit dan drone dapat dianggap sebagai *disruptive innovation* infrastruktur jaringan 5G untuk menjangkau daerah-daerah terpencil. Karena tren global juga hadir dengan konektivitas *non-mobile communications* (seperti Wi-Fi), pasar juga mengharapkan konektivitas *non-mobile communications* – yang bertujuan untuk dapat mengakses aplikasi layanan gratis. Hal ini dapat dikaitkan dengan fakta bahwa tarif data seluler masih dianggap mahal untuk sebagian besar pasar. Untuk mendukung ekosistem, pasar Indonesia membutuhkan *handset* yang lebih baik karena sebagian besar pengguna mengakses data, namun kualitas suara melalui jaringan 5G tetap dianggap penting. Pasar juga mencerminkan

kekhawatiran bahwa 5G akan meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap keamanan dan privasi.

Dari perspektif manfaat akhir, Gambar 5 menekankan bahwa pasar Indonesia mengharapkan munculnya 5G untuk mengarahkan pengguna ke manfaat ekonomi dan nilai sosial yang lebih baik. Sebagai masyarakat Indonesia yang masih tradisional dan religius Ada harapan besar bahwa setiap inovasi layanan tidak boleh bertentangan dengan nilai masyarakat. Hal ini menciptakan peluang bagi pengembang layanan untuk menyediakan aliran konten aplikasi baru yang sesuai dengan nilai-nilai masyarakat lokal di Indonesia.



Gambar 5. Pola 5G Innovation Enhancement pada market Indonesia Sumber: Suryanegara (2020)

6. Pentingnya pendekatan Manajemen Teknologi sebagai orkestrasi ekosistem untuk mencapai tujuan akhir

Narasi-narasi yang telah dipaparkan menggiring kita pada sebuah pemahaman bahwa teknologi *mobile communications* tercipta untuk mencapai tujuannya, yaitu memberi solusi atas problem manusia, dengan cara mengendalikan fenomena alam yang terkait. Pada ekosistem di atas, padanan nature atau fenomena alam disini adalah kebutuhan manusia terhadap pemberdayaan ekonomi dirinya, masyarakat nya dan negaranya. Oleh karena itu seorang *engineer* atau pengembang teknologi tidak dapat mutlak hidup dalam ruang lingkup keilmuan *Sains* matematika dan fisika saja. Dia tidak dapat sekedar berorientasi untuk memberi solusi yang terbatas pada obyek

teknologi tersebut, namun juga harus naik ke level yang lebih besar yaitu masyarakat, yang dalam ekosistem di atas merupakan aktor kelima yaitu Pasar (*market*).

Disinilah pentingnya *technology Management* atau manajemen teknologi sebagai sebuah orkestrasi ekosistem *mobile communications technology* untuk mencapai tujuan akhir. Dalam bidang keilmuan Guru Besar saya, disebut sebagai ICT (Telecommunications) *Engineering Management*. Orkestrasi mengatur agar hubungan antar aktor pada ekosistem tersebut berjalan ideal, tercipta mekanisme *co-evolution* yang saling mempengaruhi berujung pada aktifitas ekonomi yang progresif. Seiring dengan hal ini kita telah tiba dimana integrasi dan kolaborasi adalah keniscayaan. Disinilah domain peran *engineer* pada bagian pengembangan teknologi namun yang memiliki wawasan dan pengetahuan tentang manajemen teknologi pada konteks ekosistem inovasi.

Pada awalnya terminologi *technology Management* adalah lebih berorientasi pada konteks ruang lingkup industri. USA National Research Council, USA mendefinisikan manajemen teknologi (MOT) sebagai penghubung “teknik, *Sains*, dan disiplin manajemen untuk merencanakan, mengembangkan, dan menerapkan kemampuan teknologi untuk membentuk dan mencapai tujuan strategis dan operasional suatu organisasi” (NRC, 1987). Akhir dari analisis MOT adalah daya saing perusahaan dan untuk menciptakan keunggulan kompetitif dengan memasukkan peluang teknologi ke dalam strategi perusahaan. Terdapat analisis yang saling berkaitan tentang *technology roadmap* (R Phaal, 2004), *technology forecasting* (Daim, 2006) dan sistem inovasi sektoral (Malerba, 2002)

Namun, seiring dengan orkestrasi ekosistem teknologi yang berupaya untuk mencapai tujuan negara, maka konsep MOT itu pun diadopsi untuk menjadi sesuatu yang lebih besar dengan menyatakan bahwa organisasi itu adalah negara, sehingga bertujuan meningkatkan **daya saing negara dan keunggulan kompetitif negara**. Studi ini terintegrasi dengan berbagai kajian dalam konteks teknologi, kebijakan, manajemen, inovasi. Perez & Soete (1988) telah menuliskan book chapter tentang konsep *Windows of Opportunity*, yang berkesimpulan bahwa peran serta negara berkembang

(*Developing country*) dalam proses penciptaan teknologi dapat berupa imitator atau inovator. Misalnya saat era *4G mobile communications*, implikasi teknis dari peningkatan kecepatan data adalah kebutuhan energi yang tinggi sehingga menyebabkan baterai ponsel cepat habis. Maka sejatinya tercipta peluang industri *hardware* baterai cadangan atau power bank. Di era 5G, juga terbuka peluang kesempatan untuk mengambil kesempatan dari penyediaan content dan ragam aplikasi kreatif digital dengan memanfaatkan *local innovation*.

7. Manajemen Teknologi Menuju Visi Indonesia 2045

Bagaimana dengan Indonesia? Jika kita menarik semua benang merah, maka sejatinya target peningkatan **daya saing dan keunggulan kompetitif** negara adalah searah dengan Visi Indonesia Emas 2045, dengan beberapa target pencapaian sebagai berikut (Bappenas, 2019):

- Peringkat ke-5 GDP di dunia di tahun 2045
- GDP per-kapita USD 23.199 di tahun 2045
- Pertumbuhan ekonomi 5,7 % di tahun 2045
- Angka harapan hidup 75,5 tahun di tahun 2045
- Angka partisipasi kasar Perguruan Tinggi 60 % di tahun 2045
- Persentase R&D pada GDP nasional 2 % di tahun 2045

Pada Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) 2017-2045 terdapat 4 pilar visi Indonesia 2045 yaitu:

- 1. Pilar pertama: Pembangunan manusia dan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi.** Tercapainya pemerataan peningkatan taraf pendidikan, peran kebudayaan dalam pembangunan, kontribusi iptek bagi pembangunan, peningkatan derajat kesehatan dan kualitas hidup masyarakat, serta pelaksanaan reformasi ketenagakerjaan. Termasuk menyiapkan sumber daya manusia Indonesia yang mumpuni melalui pendidikan *Sains*, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) dan kegiatan pendidikan tinggi riset inovatif, yang merupakan investasi signifikan dalam pembangunan manusia Indonesia yang akan berperan sebagai produsen di era digital ekonomi

2. **Pilar kedua: Pembangunan ekonomi berkelanjutan.** Meningkatkan iklim investasi, mewujudkan perdagangan internasional yang terbuka dan adil, memanfaatkan industri sebagai penggerak pertumbuhan ekonomi, mewujudkan pembangunan ekonomi kreatif dan digital, mengembangkan Indonesia sebagai destinasi wisata unggulan, melaksanakan pembangunan ekonomi maritim, memantapkan ketahanan pangan dan meningkatkan kesejahteraan petani, memperkuat ketahanan air, meningkatkan ketahanan energi, dan memenuhi komitmen lingkungan.
3. **Pilar ketiga: Pemerataan pembangunan.** Percepatan pengentasan kemiskinan, pemerataan pendapatan, pemerataan wilayah, dan pembangunan infrastruktur yang merata dan terpadu.
4. **Pilar keempat: Penguatan ketahanan dan tata kelola nasional.** Meningkatkan demokrasi Indonesia menuju demokrasi yang mengemban amanah rakyat, reformasi birokrasi dan kelembagaan, penguatan sistem hukum nasional dan antikorupsi, penerapan politik luar negeri yang bebas dan aktif, serta penguatan pertahanan dan keamanan.

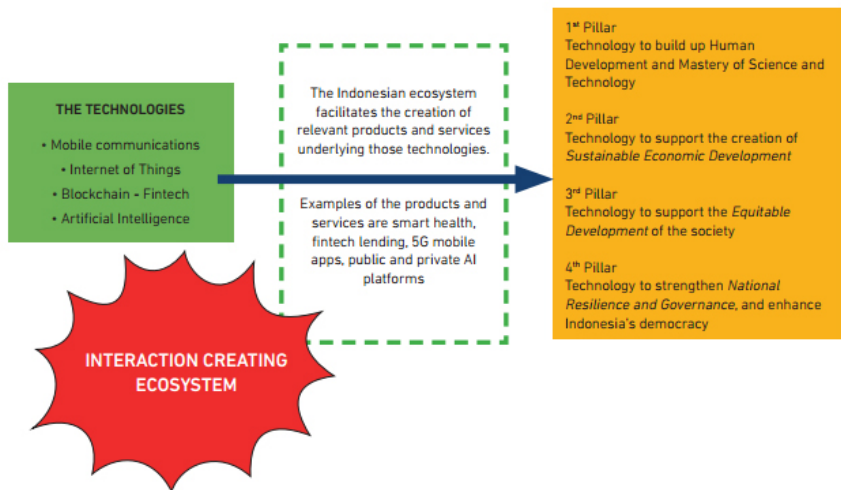
Dalam salah satu riset Economic Research Institute for ASEAN and East Asia (ERIA), Suryanegara (2023) mengelaborasi keterkaitan *mobile communications* dengan visi Indonesia 2045. Jika ditelisik hubungan antara pilar pertama dan kedua, maka visi utama dari setiap kegiatan yang berkaitan dengan riset dan teknologi adalah mewujudkan negara yang berdaya saing dan berdaulat di bidang iptek – menciptakan nilai tambah dalam konteks pembangunan nasional dan transformasi ekonomi menuju ekonomi berbasis inovasi. Konsep ini dengan tegas menyatakan bahwa teknologi berfungsi sebagai *enabler* bagi transformasi yang pada akhirnya harus memberikan kualitas ekonomi bagi pengguna teknologi tersebut.

Meskipun peran teknologi tampaknya hanya terkait dengan pilar kedua ekonomi, pilar ketiga dan keempat memiliki indikator pencapaian visi, dimana teknologi harus diarahkan untuk mencapai parameter terkait. Ini termasuk pengentasan kemiskinan, redistribusi

pendapatan, dan bahkan demokratisasi pemerintahan dan ketahanan nasional. Sebagai contoh, implementasi 5G harus dapat memfasilitasi tumbuh kembangnya berbagai aplikasi *mobile* yang dapat membantu meningkatkan pendapatan masyarakat, seperti *marketplace*. Disinilah perlunya orkestrasi kebijakan dan manajemen dengan menjadikan *Mobile communications* sebagai bagian dari upaya untuk mewujudkan visi tersebut dalam kerangka transformasi digital Indonesia.

Ketergantungan masyarakat Indonesia yang tinggi pada *mobile communications* menjadikan teknologi ini sebagai platform inti untuk mengubah masyarakat. Faktanya, tingkat akses teknologi *mobile communications* yang tinggi (135 %) bertolak belakang dengan pertumbuhan *internet fixed broadband* (kabel) yang sangat lambat (4%). Hal ini menunjukkan bahwa teknologi *mobile* merupakan *enabler* utama bagi masyarakat Indonesia. Kemp (2020) menyajikan data bahwa masyarakat Indonesia saat belanja online, 91% menggunakan akses seluler dibandingkan dengan 22% yang menggunakan komputer/desktop pribadi. Jumlah pengguna seluler di Indonesia adalah salah satu yang tertinggi di dunia, yaitu 135%, hanya di bawah Eropa Timur (149%) dan Afrika Selatan (169%)

Sebagai pendukung pencapaian Visi Indonesia 2045, pendayagunaan *mobile communications* dalam konsep transformasi digital Indonesia adalah untuk meningkatkan kesejahteraan negara. Dalam mencapai tujuan transformasi digital, *mobile communications* berinteraksi bersama teknologi ICT yang lain seperti *Internet of Things* (IoT), Blockchain, Fintech dan *Artificial Intelligence* (AI). Gambar 6 mengilustrasikan bagaimana *mobile communications*, bersama teknologi IoT, blockchain, dan AI berperan sebagai pendukung utama dalam mencapai seluruh pilar Indonesia 2045.



Gambar 6: Transformasi Digital untuk Mencapai Target Indonesia 2045 (sumber: Suryanegara (2022))

8. Penutup

Makalah ini ditutup dengan satu konklusi sederhana, untuk menjawab pertanyaan akhir, kenapa manajemen teknologi untuk orkestrasi ekosistem teknologi memerlukan berbagai pendekatan ilmiah? Kenapa ini menjadi sebuah obyek penelitian dan layak menjadi riset ilmiah pada ranah aktifitas perguruan tinggi? Jawabnya terletak pada kepentingan setiap aktor dalam ekosistem tersebut. Misalnya, sebuah operator berkepentingan untuk dapat mengembangkan strategi implementasi yang dapat meningkatkan performa bisnis, sebaliknya pasar atau masyarakat berkepentingan untuk mengadopsi teknologi dengan harga yang *affordable*. Sementara itu berada di posisi tengah, *regulator* harus dapat menciptakan kebijakan yang mampu mengharmonisasi berbagai stake holder dalam dimensi nasional. Dalam konteks tersebut, strategi berbasis riset ataupun kebijakan berbasis riset akan memberikan sudut pandang yang lebih obyektif, karena pendekatan keilmuan dan riset adalah pencarian nilai kebenaran yang bebas dari berbagai kepentingan. Apalagi Indonesia sangat berkepentingan untuk mewujudkan Visi Indonesia 2045, 100 tahun setelah kemerdekaan, menjadi bangsa yang maju dan

berdaya saing. Maka sangat mutlak diperlukan berbagai kebijakan dan manajemen teknologi dalam kerangka transformasi digital yang mengakselerasi tercapainya visi besar tersebut.

Oleh karena, itu bagi para *engineer* yang memainkan peran pada setiap aktor ekosistem haruslah memiliki wawasan dan pengetahuan yang holistik agar dapat mengarahkan teknologi, mengkreasi inovasi dan ekonomi yang lebih baik. Di Indonesia, sejak tahun 1997, Departemen Teknik Elektro telah membuka Program S2 Manajemen Telekomunikasi yang berusaha mencetak para *engineer* yang memiliki wawasan ekosistem dengan pondasi pada aspek keteknikan. Mahasiswa-mahasiswa nya berasal dari banyak operator telekomunikasi dan vendor di Indonesia. Almamater studi S2 saya, *University College London (UCL)* telah lama membuka Program MSc Telecommunications Business dengan core-nya tetap pada aspek *Engineering*. On top dari aspek keteknikan, kurikulum nya menambahkan aspek teknik telekomunikasi, entrepreneurship dan bisnis manajemen.

Begitu pula almamater studi S3 saya, Tokyo Institute of Technology. Mahasiswa dan peneliti pada institusi-institusi tersebut berusaha membangun perspektif dengan pondasi dasar *engineering* yang diperkaya dengan integrasi keilmuan dari pengajar-pengajar non-*engineering* dari institusi INSEAD, SPRU, LSE, dan sebagainya. Kontribusi ilmu pengetahuan melalui publikasi ilmiah pada jurnal-jurnal utama IEEE dan Elsevier Telecommunications Policy akan memperkaya sudut pandang *engineering* secara ilmiah sehingga para *engineer* mampu melihat setiap problematika keteknikan *beyond a mere technical aspect*. Dan pada akhirnya berkontribusi untuk mencapai tujuan akhir teknologi itu sendiri: *giving solution, creating better economy for better society!*

DAFTAR PUSTAKA DAN REFERENSI

Hasil-hasil penelitian oleh Muhammad Suryanegara, dkk, sebagai peneliti utama atau anggota, sebagaimana tercantum pada Curriculum Vitae, atau yang tercantum pada: ORCID ID : 0000-0003-0488-3931, SCOPUS ID : 57205093129, Google Scholar <https://scholar.google.com/citations?user=IaiTNDYAAAAJ&hl=id>, SINTA ID : 5976741

BAPPENAS (2019), Indonesia 2045: Berdaulat, Maju, Adil, dan Makmur, [Internet]: www.bappenas.go.id

Daim, T. U., Rueda, G., Martin, H., & Gerdstri, P. (2006). Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. *Technological forecasting and social change*, 73(8), 981-1012.

Flacher, D. and H. Jennequin (2008), 'Is Telecommunications Regulation Efficient? An International Perspective', *Telecommunications Policy*, 32(5), pp.364-377. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2008.02.005>

Fransman, M., (2002), *Telecoms in the Internet age: from boom to boost to?*, Oxford University Press.

ITU (2015), 'IMT Vision – Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and Beyond (M Series: Mobile, Radiodetermination, Amateur and Related Satellite Services)', Recommendation ITU-R M.2083-0. Geneva: International Telecommunication Union. <https://www.itu.int>

Kemp, S. (2020), 'Digital 2020: Indonesia', DataReportal, 18 February. <https://datareportal.com/reports/digital-2020-indonesia>

Malerba, F., (2002), "Sectoral systems of innovation and production". *Research Policy*, Vol. 31, Issue 2, pp. 247-264.

Perez, C. and Soete, L., (1988), "Catching up in technology: Entry barriers and windows of opportunity", In G. Dosi, et al., (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*, pp. 458-479. London and New York. Pinter Publishers.

- Phaal, R., Farrukh, C. J., & Probert, D. R. (2004). Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution. *Technological forecasting and social change*, 71(1-2), 5-26.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 27(3), 379-423. Robin Mansell (1998)
- Shin, D. H. (2017). Conceptualizing and measuring *Quality of Experience* of the *Internet of Things*: Exploring how quality is perceived by users. *Information & Management*, 54(8), 998-1011
- Simon, J.P., (1994), "Broadband network – will there be a cable war?" In R. Mansell (Ed), *Management of Information and Communication Technologies: Emerging Patterns of Control*, Aslib.
- Srivastava, L., (2001), *3G Mobile Policy: The Case of Japan*, Retrieved from Website www.itu.int/osg/spu/ni/3G/casestudies/japan/japan_3G.pdf

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala pujian hanyalah milik Allah SWT Yang Maha Segalanya, sebanyak makhluknya di langit dan di bumi. Maka selayaknya lah dalam kesempatan ini saya turut menghaturkan kepada orang-orang yang telah memberi makna luar biasa dalam kehidupan profesi saya sebagai seorang dosen dan kehidupan pribadi saya sebagai seorang manusia di tengah keluarga, sahabat dan orang-orang tercinta.

Semakin menjalani hari, saya semakin yakin bahwa hidup ini adalah takdir yang diperjalankan oleh Allah SWT. Sebagaimana disebutkan oleh hadist Nabi Muhammad SAW, bahwa *“Allah telah mencatat seluruh takdir makhluk lima puluh ribu tahun sebelum Allah menciptakan langit dan bumi”* (HR. Muslim, Thirmidzi dan Abu Dawud). Pada akhirnya sebagai manusia, kita selalu berusaha, berikhtiar dalam batas tawakal dan menyerahkan diri semuanya pada kehendak Allah SWT.

Dalam kehidupan personal, terutama dan pertama saya mulai terima kasih pada kedua orang tua yang memberikan kehidupan dan kasih sayang tiada putus: Ibunda “Ibu” Tuti Purwatin binti Soedjono dan ayahanda (alm) “Bapak” Abraham Ilyas bin Nur Muhammad Ilyas bin Iljas Datuk Rajo Nan Gadang. Bapak adalah orang yang selalu mendorong saya untuk kuliah di UI, menjadi dosen, meraih karir di dunia akademik. Saya yakin sebenar-benarnya yakin, bahwa pencapaian saya hari ini adalah atas berkat ridho Ibu dan Bapak. Terimakasih atas doa-doa ayahanda mertua Mirwas Syafar dan Ibu mertua Asnani Djahar. Istri tercinta dr. Siska Amelia yang selalu memberikan doa-doa terbaiknya di suatu masa antara Magrib dan Isya. Kedua putri tersayang Ruqayyah dan Zainab, yang *amaze* karena sekarang Abu nya telah menjadi *Cik Gu Besar*.

Terima kasih untuk orang-orang terdekat, kedua kakak perempuan saya, Diah Ristiani, SIP, MP, dan Nurul Suciati, S.Sos, seorang almarhum *mas* Hari Wahyudi yang mengajarkan banyak ilmu dan hikmah meski dalam waktu perkenalan yang begitu singkat saja (1994-2006), *mbak* Ninik (Dr. Menik Ariani) yang menjadi acuan definisi “pintar” saat saya kecil dulu dan Pakde Agus Pradityo. Keponakan tersayang, para cucu

Datuk Soda : Larissa “Caca”, “abang” Jibril Satya, Syifa, dan Faza; dan para saudara ipar, dr. Irsyad Mirwas, Sp.B Datuk Palimo Khatib, mas Ade, Andha Nugraha,ST, S.Tr.Kes, drg.Annisa Desva Elia, Ari Handoko, SIP dan M. Hasbi Jupama, SAB.

Dari kedua generasi buyut saya adalah seorang guru pendidik di masa Belanda dan Jepang. Dari garis ayah, Iljas Datuk Rajo Nan Gadang adalah guru yang pernah bertugas di Sekayu tahun 1920 an, dan dari garis Ibu, *mbah buyut* Siti Badriyah adalah seorang guru di masa Jepang. Saya terlahir dengan kedekatan pada keluarga besar, menjadi ponakan dari banyak Tante dan Om, menjadi cucu dari banyak *mbah*. Maka saya haturkan terimakasih kepada seluruh Mbah, Om dan Tante di keluarga besar Abu Suhud dari Sokaraja Purwokerto, terkhusus Tante Ani (yang selalu menyambut di rumah nya saat weekend kuliah S1 dulu), Om Yudi, Tante Ros dan keluarga Kelapa satu Cakung, Mamah dan keluarga Jatibening, mbah Tipah dan keluarga Utan Kayu, tante Niah, Om Rahman, mbak Atik dan Om Hendro, para adik sepupu dan seluruh keluarga besar dari garis Ibu.

Terimakasih untuk seluruh keluarga besar Iljas Datuk Rajo Nan Gadang dari Solok dan keluarga besar Datuk Soda dari Tanjung Sungayang – Tanah Datar Sumatera Barat. Terkhusus Nenek Lin dan keluarga Solok, Tante Emel dan keluarga Rawa Mangun, Tante Ar, Etek Upik, Om Yono dan keluarga Bojong Gede, Mbak Yuni, mas Fajar dan keluarga Muara Enim, Tante Linda, Etek Debby, Tante Silvy, Om Ricky, Om Oki dan seluruh sanak kemenakan. Dan dan seluruh keluarga besar dari garis Ayah di Batu Sangkar dan Solok. Terimakasih juga untuk seluruh keluarga besar dari garis Ayah Ibu mertua di Solok, Guguak Tinggi (Bukit Tinggi) dan Batang Kapeh (Painan) yang begitu bersemangat mendukung cita-cita pendidikan.

Terimakasih atas doa dan dukungan para tetangga yang sudah laksana saudara, Om Tante tetangga di Jalan Enim Pakjo Palembang, sahabat tetangga Cluster Jasmine Bella Casa, Bapak Ibu tetangga Jalan H.Mahali Pondok Cina, jamaah Mushola Al Ikho, jamaah Masjid An Nur Islamic Center Perumahan Bella Casa Depok, jamaah Masjid Al Khairatul Islam Pondok Cina, jamaah Masjid Nur Hidayah Palembang dan jamaah

surau Datuk Soda Nagari Tanjung Sungayang. Seluruh sahabat karib Bapak dalam perjuangan cita-cita beliau membangun nagari dan melanjutkan cita-cita Perguruan Prana Sakti, anak kemenakan Datuk Soda, Buya Adhib Fadil dari Batu sangkar dan Tante Cicih sahabat karib Ibu.

Terimakasih pada seluruh guru-guru saya di Palembang, mulai dari guru TK Pertiwi 4, guru-guru di SDN 98, Ibu Bahida, Ibu Ida, Ibu Masrini, Ibu Mulyati, (almh) Ibu Neli, Ibu Hilmiah, Ibu Mes, Ibu Rahmah, guru-guru SMPN 3 dan guru-guru SMAN 1 Palembang yang pernah mengajar saya antara tahun 1996-1999, diantaranya Pak Jacobus Wakija dan Pak H. Hermansyah, Ibu Maimun, pak Dedi, pak Burhan, pak Surya, ibu Farida, ibu Sri, pak Hapawi, ibu Hirziah, ibu Hidayati, ibu Dahlia, ibu Eva, ibu Wiwiek, ibu Lintje (almh), staf TU *yuk* Rina, pak Dimli, bu Nanik serta seluruh guru dan keluarga besar Smansa yang luar biasa. Guru-guru informal kehidupan, terkhusus (almh) Wak Karim dan (almh) Wak Rugaimah guru mengaji di kompleks Pakjo, (alm) bang Asfanuddin Panjaitan guru besar Prana Sakti Indonesia. Guru-guru saya tersebut adalah manusia-manusia luar biasa. Meskipun saya telah menjadi guru besar, namun sampai kapan pun saya tetap menjadi murid mereka. InsyaAllah amal jariyah selalu mereka dapatkan sampai ke surga tertinggi. Amin...

Sahabat-sahabat yang memberi makna pada kehidupan dari mulai anak-anak hingga remaja di kota Palembang, mereka adalah sahabat-sahabat di SD 98, SMP 3 dan SMAN 1 Palembang pada tahun-tahun 1996 sampai 1999, dan kawan-kawan Teater Smansa di masa itu. Hidup 9 tahun di rumah kos, saya haturkan terima kasih kepada para sahabat Mahali 52 yang memberi makna, sahabat saksi Kawah Putih 2008: Refdinal Ertha Datuak Gadang di Labuah dan Kiki, Rudi, bang Robin, Rhevvy, Edho, Adi, Dimas, Ipun, serta sahabat-sahabat satu angkatan Elektro angkatan 99.

Di antara tahun 2008-2011 saya mendapatkan momen istimewa studi S3 di Jepang. Terimakasih seluruh sahabat yang memberikan kehidupan bukan saja kehidupan akademik namun juga kehidupan sosial yang luar biasa, terkhusus Dr. Ismeth Isnaini yang telah mengajarkan

maksud dan tujuan hidup dan arti kalimat *Qul Laa ilaahailaAllah tuflihu*. Dr.Farid “Ibung” Triawan dan seluruh *brothers* dan sahabat di Tokodai, terkhusus Hikari Haitsu - Miyamaedaira, *brothers* dan para *kenkyuse* di masjid Ebina Kanagawa yang menjadi sahabat sebelum cahaya di tahun-tahun itu. Sekembali ke Indonesia, saya haturkan terima kasih untuk Prof.Dr.Wisnu Djatmiko dan para Ustad Pelmaha Margonda tahun 2013-2018, adinda Benny Bramantyo dan Andi Nata yang kerap berbagi solusi jalan langit.

Selanjutnya dalam kehidupan profesi, saya mulai rasa terima kasih kepada mereka yang meletakkan pondasi karir saya sebagai seorang pendidik. Saya haturkan terimakasih kepada seluruh dosen kuliah S1 dahulu, diantaranya Bapak Prof.Dr.Djoko Hartanto, Prof.Dr.Bagio Budiardjo, Ibu Ir.Endang,MT, Dr.Ridwan Gunawan, Ir.Amien Rahardjo, Dr.Wahidin Wahab, Ir.Fajardhani,MBA,Dr.Uno Bintang, Bapak (alm) Drs. Soegianto, Bapak Ir. Soetanto dan Ir. Supranyoto, serta Bu Kus dan Pak Rokib sebagai karyawan TU. Terkhusus terima kasih kepada Ibu Prof. Dr.AAP Ratna, dosen PA saya yang sering mengizinkan saya mengambil 24 SKS sehingga dapat lulus 3,5 tahun. Terkhusus terimakasih kepada Bapak Prof.Dr. Dadang Gunawan, mentor dan pembimbing skripsi S1, serta seorang yang menyarankan saya menjadi dosen dan menuliskan rekomendasi bersama Bapak Prof.Dr.Bagio Budiardjo hingga saya dapat kuliah S2 di University College London. Pak Dadang tak henti memotivasi saya dalam kehidupan akademik dan selalu mengingatkan untuk selalu menjaga “etika”. Terimakasih kepada Bapak Prof.Dr.Eko Tjipto Rahardjo sebagai ketua departemen teknik elektro di tahun 2005, bersama Dr.Aries Subiantoro dan Dr.Muhammad Salman yang mewawancara dan menerima saya sebagai dosen muda di Departemen Teknik Elektro pada 15 Januari 2005. Terimakasih kepada pimpinan manajemen Dekanat FTUI yang begitu mendukung saat saya menapak karir awal di UI: Prof.Dr.Rinaldy Dalimi, Prof.Dr.Sigit Pranowo, Dr.Herr Soeryantono (alm), Prof.Dr.Bambang Sugiarto, Prof.Dr.Dedi Priadi, dan seluruh manajer Dekanat FTUI pada periode 2005-2012. Terimakasih kepada para dosen senior, mentor, dosen muda, kolega peer keilmuan Telekomunikasi DTE FTUI: Prof. Eko Tjipto Rahardjo, Prof. Dadang

Gunawan, Prof.M. Asvial, Dr. Gunawan Wibisono, Prof. Fitri Yuli Zulkifli, Dr. Basari, Dr. Ajib Setyo Arifin, Dr. Catur Apriono, dan yang telah purna bakti: Prof.Dr.Djamhari Sirat, Ir.Hartono Haryadi, M.Phil, serta yang telah wafat, (alm) Bapak Ir. Arifin Djauhari, (alm) Bapak Dr. Arman Djohan Diponegoro, (almh) Ibu Ir.Rochmah dan (alm) Bapak Ir.Widjanarto,

Terimakasih kepada para guru besar, dosen senior sekaligus mentor dimana saya banyak berinteraksi dan mempelajari keteladanan mereka di DTE FTUI: Prof.Dr.Harry Sudibyo (yang selalu mentargetkan memacu saya “harus” menjadi GB sebelum beliau pensiun), Prof.Dr.NR Puspawati, Prof.Dr.Rudi Setiabudy, Prof.Dr.Kalamullah Ramli, Prof. Dr.Riri Fitri Sari, Dr.Dody Sudiana, Dr.Purnomo S.Priambodo, Dr.Feri Yusivar, Prof.Dr.Benyamin Kusumaputro, Dr. Abdul Muis, Ir. F.Astha Ekadiyanto, Prof.Dr.Retno, Prof.Dr.Iwa Garniwa, Ir.Agus RU, MT, Ir.Made Ardita,MT. Terimakasih kepada para pengajar saat mengambil studi S2 magister di University College London: Prof Izzat Darwazeh dan Prof Andy Valdar selaku pembimbing tesis dan Prof. Dr. Kumiko Miyazaki selaku pembimbing disertasi S3 di Tokyo Institute of Technology.

Overall, saya ucapkan terima kasih kepada lingkungan kerja terdekat dan terbaik, yaitu keluarga besar, dosen, tendik dan karyawan Departemen Teknik Elektro, yang saat ini dipimpin oleh Bapak Dr.Arief Udhiarto (Ka-Dep) dan Dr. Abdul Halim (Sek-Dep). Mohon maaf, dalam pidato ini saya tidak dapat menyebutkan satu persatu nama keluarga DTE, dari mulai dosen muda, senior, para tendik, karyawan UP2M / Cisco, tenaga bantu CS /*outsourc*.... Namun semuanya adalah lingkungan kerja terdekat dan terbaik saya. *Alhamdulillah Ya Robb...* kita sungguh bersyukur memiliki lingkungan kerja yang sangat kondusif, dan insyaAllah ini semua merupakan bagian dari keberkahan hidup sebagai pengabdian dunia akademik.... Semoga Allah SWT selalu memberi ridho-Nya bagi kita semua.

Dalam perjalanan pengusulan proses Guru Besar ini, saya ucapkan terimakasih kepada ekosistem terbaik yaitu seluruh keluarga besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia, dari mulai dosen, karyawan, tenaga kependidikan, karyawan UKK, seluruh warga FT, satpam,

pedagang katek hingga jamaah sholat Zuhur-Ashar di mushola Teknik. Seluruhnya berpadu membentuk sebuah ekosistem kerja yang sangat kondusif dan nyaman beraktifitas mengaktualisasikan tri dharma. Terkhusus saya ucapkan terimakasih kepada tim reviewer: Prof Dr. Ir Selo (Dekan FT dan Guru Besar UGM), Prof Dr. Suhono Harso Supangkat (Guru Besar ITB) dan Prof.Dr.Fitri Yuli Zulkifli; Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Elektro 2018-2022: Dr.Aries Subiantoro dan Dr.Abdul Halim; Manajemen Dekanat periode 2018-2022: Dr. Hendri DS Budiono (Dekan), Prof.Dr.Nandy S Putra (Wadek II), Dr. Jos Istijanto dan tim SDM FT (Ibu Amida dan Mbak Indah SCW); serta Prof. Dr.Amalia (Direktur SDM UI) dan tim SDM UI (mas Agus Anang dan tim). Berlanjut pada kepemimpinan FTUI periode 2022-2026 Prof. Dr. Heri Hermansyah (Dekan), Prof. Dr.Mahmud Sudibandriyo (Wadek II) dan Dr Ajib Setyo Arifin (Manajer SDM).

Terimakasih untuk seluruh jajaran Pimpinan, Guru Besar dan Senat Akademik Universitas Indonesia, yang telah menyetujui dan merekomendasikan saya untuk menjadi Guru Besar Tetap Fakultas Teknik Universitas Indonesia: Rektor Universitas Indonesia, Bapak Prof.Ari Kuncoro, SE,MA,PhD dan Warek bidang SDM, Prof. Dr. Dedi Priadi; Ketua Dewan Guru Besar Universitas Indonesia Prof. Dr.Harkristuti Harkrisnowo dan seluruh Anggota Dewan Guru Besar UI; Ketua Tim PAK UI Prof. Dr.Heru Suhartanto dan seluruh anggota Tim PAK Universitas Indonesia; Ketua Senat Akademik Universitas Indonesia Prof.Dr.Nachrowi Djalal Nachrowi dan seluruh anggota Senat Akademik Universitas Indonesia; serta Bapak Ibu Dewan Guru Besar FTUI yang dipimpin Prof.Dr. Yulianto dan Bapak Ibu anggota Senat Akademik FTUI yang dipimpin oleh Prof.Dr. Kemas Ridwan. Saya haturkan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia, Bapak Nadiem Makarim, MBA, yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk diangkat dalam jabatan sebagai Guru Besar tetap Universitas Indonesia. Hingga akhirnya pada Kamis 22 Desember 2022, saya menerima SK Guru Besar TMT 1 November 2022, dan terima kasih kepada Ibu Amida, mbak Tikka dan tim Humas FT, serta Ibu Khumairo dan tim Humas UI yang memfasilitasi hingga

sampai kita di acara pengukuhan hari ini 1 Maret 2023.

Terimakasih untuk seluruh mahasiswa (dan kini telah menjadi alumni UI) yang saya bimbing dan saya ajar di program S1, S2, S3 Dept. Teknik Elektro, dan terkhusus di program S2 Manajemen Telekomunikasi FTUI. Suatu keberuntungan dan keberkahan memiliki mahasiswa hebat seperti kalian! Saya tak bosan menyampaikan ulang nasihat yang pernah saya terima saat lulus S1 dulu: “Jadilah orang BAIK. BAIK sederhana saja hanya terdiri dari 4 huruf, tapi mewujudkannya sulit, butuh usaha dan konsistensi seumur hidup”.

Terima kasih kepada seluruh kolega aktifitas penelitian dan kajian, *co-author* paper dan jurnal, terkhusus Dr.Nur Hayati yang sering bersinergi sejak masih di Cisco DTE, mahasiswa S3 UI dan kini aktif sebagai dosen UMY. Terima kasih kepada seluruh rekan pembangun bangsa Indonesia pada ekosistem telekomunikasi Indonesia, terkhusus pembuat kebijakan dan regulator di jajaran Kementerian KOMINFO RI, Bapak Dr. Ismail (Dirjen SDPPI), Dr. Denny Setiawan (Dir.Penataan), Dr. Irawati Tjipto (KaPus Data) dan seluruh sahabat di Kementerian KOMINFO RI, khususnya pada Ditjen SDPPI, PPI, Puslitbang dan kegiatan APG/WRC. Rekan studi kajian kebijakan dan teknoekonomi Dr. Ibrahim Kholilurochman, Dr.Alfin Hikmaturokhman, Kasmad Ariansyah ME, Nur Kholis, MSE, Prof. Kimura dan Dr Lurong Chen dan seluruh tim ERIA. Seluruh tim dosen praktisi pada S2 Manajemen Telekomunikasi DTE FTUI, Dr. Iwan Krisnadi, Dr. Sigit Jarot, Dr. M Imam Nashruddin, Ibu Koesmarihati, Bapak Arnold Ph. Djiwatampu, dan Pengurus ATSI Bapak Sutrisman dan Bapak Suradi.

Teristimewa terimakasih kepada seluruh keluarga besar UKK PPM - CEP-CCIT FTUI, para karyawan CCIT kebanggaan saya, baik yang masih aktif ataupun sudah pensiun, dan para *associate*, lebih dari 40 nama yang tak tertulis di buku ini namun sejatinya tertulis di hati saya, yang kebersamai sejak tahun 2018. Saya sangat bangga dengan tim CCIT yang luar biasa ini. Alhamdulillah, aktif di UKK ternyata bukanlah melambatkan karir fungsional tapi justru memacu adrenalin ini untuk lebih mengakselerasi dan mengatur sebaik-baiknya berbagai aktivitas di dunia akademik. Terimakasih juga untuk seluruh mitra kerjasama

CEP-CCIT FTUI yang berkomitmen bersama membangun SDM Unggul Indonesia, diantaranya NIIT India, Asia-e-University Malaysia / CBN Indonesia, PNJ, Badiklat Kemhan RI, Mythologic Studio, Pemkot Depok dan seluruh Universitas aliansi, melalui Pendidikan professional CCIT, pelatihan CEP dan berbagai kegiatan IT Solution.

Saya mohon maaf banyak sahabat, orang-orang dekat, yang tidak tertulis nama nya dalam buku ini, ingin rasanya menuliskan semua nama, termasuk lebih dari 100 orang yang mengucapkan selamat secara personal via WApri, atau ratusan anggota group yang mengirim broadcast via WAG. Namun itu semua semata-mata karena keterbatasan waktu dan tinta di buku ini... Hakikatnya saya selalu merasa dekat dan berterima kasih pada kalian.

Ayah saya pernah menceritakan kutipan satu kalimat seorang pejuang 45, ketika ditanya siapa saja “pahlawan” yang berjuang merebut dan mempertahankan kemerdekaan. Beliau sang veteran menjawab, *“semua adalah pejuang, bahkan pohon pisang pun ikut berjuang”*. Jawaban itu sangat sederhana, namun memberi makna, bahwa setiap pencapaian besar adalah berkat semua yang berjuang mendukung meraih cita-cita itu. Banyak mereka yang tidak dikenal, tidak terakui, dan tidak tersebut seperti “pohon pisang” itu... Maka selayaknyalah saya ucapkan terima kasih kepada seluruh mereka yang sejatinya berdoa dalam sunyi, bekerja dalam senyap, mendukung dalam sepi, mereka tidak tersebut dan tidak dikenal namanya dalam raihan cita ini.

Akhirnya saya kembali kepada hakikat bahwa semua ungkapan terima kasih ini hanyalah tertulis dalam buku dan terucap oleh lidah, sedangkan saya tidak punya kuasa apapun untuk membalasnya.

Hanya kepada Allah SWT saya serahkan segala urusan, dan meminta balasan terbaik di dunia dan akhirat...

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

CURRICULUM VITAE

(updated: per-31 Januari 2023)

Disusun untuk: Buku Pidato Pengukuhan Guru Besar FTUI

A. IDENTITAS DIRI

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Prof.Dr. Muhammad Suryanegara, ST, M.Sc, IPU
2	Jabatan Fungsional PNS	IV a / Guru Besar
3	NIP	198105142012121001
4	NIDN	0314058102
5	ORCID ID	https://orcid.org/0000-0003-0488-3931
6	SCOPUS Author ID	57205093129
8	H-index (Scopus)	14 (per 31 Januari 2023)
7	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 14 Mei 1981
8	E-mail	suryanegara@gmail.com m.suryanegara@ui.ac.id
9	Nomor Telepon/HP	08129518440
10	Pekerjaan	Dosen tetap - Departemen Teknik Elektro FTUI
11	Alamat Kantor	Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia Kampus UI Depok 16424
12	Orang tua	Ayah: (alm) drg. H. Abraham Ilyas bin Nur Muhammad Ilyas bin Iljas Datuk Rajo Nan Gadang Ibu: Hj. Tuti Purwatin binti Soedjono

B. RIWAYAT PENDIDIKAN DAN PROFESI

TK	1986-1987 : TK Pertiwi 4 Palembang
SD	1987-1993 : SDN 98 Palembang
SMP	1993-1996 : SMPN 3 Palembang
SMA	1996-1999 : SMUN 1 Palembang
S1	1999-2003 : Universitas Indonesia Sarjana Teknik Elektro Judul skripsi <i>Analysis of The Configuration of Serial Concatenated Code Using Convolutional Encoder and APP Decoder</i> , Pembimbing : Prof. Dr. Dadang Gunawan

S2	2003-2004 : University College London M.Sc. in Telecommunications Judul Tesis : <i>Strategy of Broadband Europe 2010 by using Chaos Theory</i> Advisor : Prof. Andy Valdar
S3	2008-2011 : Tokyo Institute of Technology Doctor of Engineering Judul Disertasi : <i>The Interaction between Actors and Technology towards 4G Mobile Telephony : Case Studies of Indonesia and Japan</i> Supervisor : Prof. Dr. Kumiko Miyazaki
Profesi	2023 : Program Profesi Insinyur (PPI) - FTUI 2016 : Insinyur Profesional Madya (IPM) 2021 : Insinyur Profesional Utama (IPU) pada Badan Kejuruan Teknik Elektro - Persatuan Insinyur Indonesia (PII)

C. TRAINING, DIKLAT dan PELATIHAN

NO.	NAMA PELATIHAN	LAMANYA	TEMPAT
1	CISCO Networking Academy Program	10 bulan (Maret s.d Desember 2003)	Dept. Teknik Elektro Universitas
2	Exploring CISA	11 minggu (Maret s.d Juni 2005)	Dept. Teknik Elektro Universitas
3	Huawei BSS Training	7 hari (Maret 2007)	UI-Huawei Training
4	Pendidikan dan Pelatihan Prajabatan CPNS	216 jam (Juni 2013)	Pusbangtendik Kemdikbud RI
5	Sertifikasi TUV Rheinland-Big Data Training	30 jam (2015)	Universitas Indonesia
6	Pelatihan Pengembangan Keterampilan dan Teknik Instruksional (PEKERTI)	10 - 14 Juli 2017	Universitas Indonesia
7	Pelatihan Ancangan Aplikasi	7 -11 Agustus 2017	Universitas
8	Pelatihan Pembelajaran Aktif Perguruan Tinggi	25 -29 April 2017	Universitas Indonesia
9	Fundamentals of Cellular Handset Design by	30 jam (Maret-Agustus 2020)	Online
10	Workshop Spectrum FCC-	8-9 Oktober 2020	Online
11	ITU Regional Radiocommunication Seminar 2020 for Asia and	19 - 30 Oktober 2020	Online
12	Training Intensif Data Science – 16 Hari oleh Bisa	1-16 Februari 2021	Online

D. PENGALAMAN KERJA DAN JABATAN (SETELAH MENYELESAIKAN S1)

NO.	TAHUN/ PERIODE	PENGALAMAN KERJA DAN JABATAN
1	1999 – 2008	Sekretaris Yayasan Datuk Soda – Lembaga Kekerabatan Datuk Soda – Palembang
2	2005 – 2007	Dosen Tidak Tetap (status kontrak) pada Departemen Teknik Elektro FTUI 15 Januari 2005 – 31 Juli 2007
3	2007 s.d sekarang	Dosen Tetap pada Departemen Teknik Elektro- Fakultas Teknik Universitas Indonesia, pada program S1, S2, S3, melaksanakan tri dharma Perguruan Tinggi 1 Agustus 2007 : Dosen Tetap (kepegawaian BHMN) 1 November 2008 : Jabatan Akademik/Fungsional Asisten Ahli 1 Desember 2012 : Dosen Tetap (kepegawaian PNS) 1 Oktober 2014 : Jabatan Akademik/Fungsional Lektor 1 September 2018 : Jabatan Akademik/Fungsional Lektor Kepala 1 November 2022 : Jabatan Akademik/Fungsional Guru Besar
4	2008 – 2009	Ketua PPI (Persatuan Pelajar Indonesia) Daerah Kanto – Jepang
5	2011 – 2014	Manajer <i>CISCO Networking Academy</i> UP2M Dept Teknik Elektro FTUI
6	2013 – 2015	<i>Drafting Group Chairman for Asia Pacific Telecommunity- APG Preparatory Group for World Radiocommunications Conference- 15</i> (Agenda Item 1.17 about WAIC technology)
7	2014 – 2016	Direktur Unit Pelayanan dan Pengabdian Masyarakat (UP2M) Dept. Teknik elektro FTUI
8	2015	Wakil Ketua Tim kegiatan pembuatan kajian akademis “Pembangunan BTS di Kawasan Perbatasan yang Terdepan Terluar dan Tertinggal”, kerjasama FTUI-Kominfo RI
9	2016	Anggota Tim Terpadu Kajian Lanjutan 5G Indonesia, Working Group Riset Teknologi, Kementerian Komunikasi dan Informatika RI
10	2016	Anggota Tim “Kajian Coverage Selular dan Broadband Indonesia” untuk Asosiasi Penyelenggara Telekomunikasi Seluruh Indonesia (ATSI)
11	2016-2021	Insinyur Profesional Madya (IPM) – Badan Kejuruan Teknik Elektro – Persatuan Insinyur Indonesia (PII)

12	2017 s.d 2019	<i>Drafting Group (DG) Chairman for Asia Pacific Telecommunity</i> - APG Preparatory Group for World Radiocommunications Conference-19 (Agenda Item 9.1. - Issue 9.1.4 : <i>Stations on board sub-orbital vehicles</i>)
13	2017 - sekarang	Senior Member IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineering)
14	2018- sekarang	Direktur <i>Continuing Education Program - Center for Computing and Information Technology (CEP-CCIT)</i> Fakultas Teknik Universitas Indonesia (Kepala - Unit Kerja Khusus - Pelayanan dan Pengabdian Masyarakat UI)
15	November 2020 - Juni 2021	Anggota Tim - "ERIA Research Project FY 2020 on Facilitating Digital Trade in ASEAN and East Asia", Contract no. ERIA-RD/RA-1-1-2001/04)
16	2021	Anggota Tim Pendamping Teknis Direktorat Kenavigasian di bidang Telekomunikasi Pelayaran - Kementerian Perhubungan RI
17	2021 - 2023	Adjunct Associate Professor - Asia-e-University Malaysia, pada bidang ICT
18	2021	Anggota Tim Ahli pada Gugus Tugas (Task Force) Penyiapan Kebijakan Implementasi 5G - Kementerian KOMINFO RI
19	Mei 2021 - sekarang	Insinyur Profesional Utama (IPU) - Badan Kejuruan Teknik Elektro - Persatuan Insinyur Indonesia (PII)
20	2021	Anggota Tim Ahli pada Kegiatan Jasa Konsultansi Valuasi Frekuensi Radio di band 700 MHz, 2.6 GHz, dan 3.5 GHz- Kerjasama UI - Kementerian KOMINFO RI
21	2022	Tim Ahli pada Kegiatan Kajian Faktor Pengurangan Biaya Hak Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio - Kerjasama UI - Kementerian KOMINFO RI

E. KEGIATAN UTAMA PROFESI DOSEN DAN KEINSINYURAN

Tahun	Kegiatan
15 Januari 2005 s.d sekarang	Melaksanakan tridharma perguruan tinggi sebagai dosen tetap Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia <ul style="list-style-type: none">- Melaksanakan Pengajaran / Pendidikan- Melakukan Penelitian / Riset- Melakukan Pengabdian Masyarakat
2005-2006	<ol style="list-style-type: none">1. Mengajar Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI<ol style="list-style-type: none">a. Linear Algebra Mathematic (S1 Kelas Internasional)b. Electromagnetic Theory (S1 Kelas Internasional)c. Jaringan Telekomunikasi (S1 Ekstensi)d. Aljabar Linier B1 (S1)e. Matematika B2 (S1)f. Komunikasi Digital (S1 Ekstensi)g. Rekayasa Berbantuan Komputer (S2)2. Koordinator Pelaksanaan Pelatihan CISA (<i>Certified Information Systems Auditor</i>) tahun 2005 di Dept. Teknik Elektro FTUI3. Tim penyelenggara pelatihan-pelatihan di CEP-CCIT FTUI4. Melakukan pendampingan pembimbingan mahasiswa S1 pada program S1 Dept. Teknik Elektro FTUI5. Ketua Tim Pelatihan Dasar-Dasar Teknologi 3G (kerjasama TELKOMSEL- FTUI)6. Trainer Modul-modul Telekomunikasi (2G) pada operator selular Indonesia
2007-2008	<ol style="list-style-type: none">1. Mengajar Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI<ol style="list-style-type: none">a. Aljabar Linier Elementer (S1)b. Jaringan Telekomunikasi (S1)c. Komunikasi Digital (S1 Ekstensi)d. Metode Numerik (S1)e. Perencanaan Sistem Transmisi (S1 Ekstensi)f. Teori Informasi (S1)2. Pembimbing utama skripsi mahasiswa (Jenjang S1)3. Tim penguji seminar, skripsi dan tesis mahasiswa (Jenjang S1 dan S2)4. Anggota tim kajian Industri Lokal Pendukung pembuatan Perangkat Telekomunikasi Ponsel, Kementerian Perindustrian RI5. Anggota tim Program Dukungan Penelitian dan Pengembangan Produk Telekomunikasi Kementerian Kominfo RI "WiMAX"

Tahun	Kegiatan
2011	<ol style="list-style-type: none">1. Mengajar Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI<ol style="list-style-type: none">a. Topik Khusus Dalam Telekomunikasi (S1 - paruh semester)2. Pembicara pada acara <i>Muslim Preparation for Study Abroad</i> 21 November 20113. Peserta pada Workshop Kementerian Kominfo RI, 21 November 2011
2012	<ol style="list-style-type: none">1. Mengajar Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI<ol style="list-style-type: none">a. Komunikasi Digital (S1)b. Infrastruktur Informasi (S1)c. Perencanaan & Strategi Telekomunikasi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi)d. Jaringan Komunikasi (S1)e. Inovasi & Daya Saing Teknologi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi)2. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 36 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) - Periode 1 Januari 2012 hingga 31 Desember 20123. Dewan Editor Jurnal Internasional "International Journal of Technology (IJTECH)", E-ISSN: 2087-2100, www.ijtech.eng.ui.ac.id, Periode - tahun 2012 - sekarang4. Moderator pada acara <i>Indonesian International Communications Conference 2012</i> pada tanggal 7 Juni 2012 di Jakarta Convention Center5. Ketua / Anggota Tim Pengembang Kurikulum Seri Pelatihan yang diselenggarakan oleh UP2M Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia tahun 2012-20166. Moderator pada acara Dialog Manajemen Telekomunikasi Seri 1, 12 Juni 2012, di Gedung Perpustakaan baru Universitas Indonesia7. Moderator pada acara Dialog Manajemen Telekomunikasi Seri 2, 8 Oktober 2012, di Gedung Perpustakaan baru Universitas Indonesia8. Ketua Tim Program Lanjutan Dukungan Penelitian dan Pengembangan Produk Telekomunikasi Kementerian Kominfo RI "Radio Komunikasi Maritim untuk Kebutuhan Nelayan" tahun 2012
2013	<ol style="list-style-type: none">1. Mengajar Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI<ol style="list-style-type: none">a. Komunikasi Optik (S1)b. Jaringan Komunikasi (S1)c. Topik Khusus (Telekomunikasi 2) (S1)d. Teori Coding dan Aplikasi (S1)e. Komunikasi Multimedia Pita Lebar (S2 Kekhususan Teknik Telekomunikasi)f. Permodelan & Rekayasa Sistem (S2 Kekhususan Teknik Telekomunikasi)

Tahun	Kegiatan
	<p style="text-align: center;">g. Inovasi & Daya Saing Teknologi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Pembimbing utama seminar, skripsi, dan tesis 22 Mahasiswa (Jenjang S1 dan S2) Periode 1 Januari 2013 hingga 31 Desember 2013 3. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 65 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode 1 Januari 2013 hingga 31 Desember 2013 4. Anggota Dewan juri 5th Indonesian Scientific Project Olympiad (ISPO), 27 Februari 2013 di Balairung Universitas Indonesia 5. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri APT Conference Preparatory Group APG 15-2 di Bangkok 1-5 juli 2013 6. Pimpinan Sidang Agenda Item 1.17 APT Conference Preparatory Group APG 15-2 di Bangkok 1-5 juli 2013
2014	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengajar Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI : <ul style="list-style-type: none"> o Komunikasi Multimedia Pita Lebar (S1) o Topik Khusus (Telekomunikasi 2) (S1) o Teori Coding & Aplikasi (S1) o Permodelan & Rekayasa Sistem (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) o Jaringan Komunikasi (S1) o Inovasi & Daya Saing Teknologi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) o Sistem Broadband Bergerak Lanjut (S2 Kekhususan Teknik Telekomunikasi) 2. Pembimbing utama seminar, skripsi, dan tesis 12 Mahasiswa (Jenjang S1 dan S2) Periode 1 Januari 2014 hingga 31 Desember 2014 3. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 37 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode 1 Januari 2014 hingga 31 Desember 2014 4. Moderator pada acara Dialog Manajemen Telekomunikasi Seri 3, 25 Februari 2014, di Fakultas Teknik Universitas Indonesia 5. Anggota Dewan juri 6th Indonesian Scientific Project Olympiad (ISPO), 18-20 Februari 2014 di Balairung Universitas Indonesia 6. Pimpinan Sidang Agenda Item 1.17 APT Conference Preparatory Group APG 15-3 di Brisbane 9-13 Juni 2014 7. Anggota Dewan juri International Science Project Olympiad ISPRO 5-7 Juni 2014 di Padepokan Pencak Silat Taman Mini Indonesia Indah 8. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri APT Conference Preparatory Group APG 15-3 di Brisbane 9-13 Juni 2014 9. Anggota Tim Panitia Penyelenggaraan Ujian Tes CAT Penerimaan CPNS Pemkot Depok tahun 2014

Tahun	Kegiatan
	10. Narasumber, Program Lanjutan Dukungan Penelitian dan Pengembangan Produk Telekomunikasi Kementerian Kominfo RI “Pengembangan RF Monitoring Sensor”
2015	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengajar/Pengampu Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI : <ul style="list-style-type: none"> ○ Teknik Telekomunikasi (S1) ○ Teori Coding dan Aplikasi (S1) ○ Jaringan Komunikasi (S1) ○ Inovasi & Daya Saing Teknologi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) ○ Pemodelan dan Rekayasa Sistem (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) ○ Sistem Komunikasi Lanjut (S2 Kekhususan Teknik Telekomunikasi) ○ Sistem Broadband Bergerak Lanjut (S2 Kekhususan Teknik Telekomunikasi) 2. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 75 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode 1 Januari 2015 hingga 31 Desember 2015 3. Pembimbing utama seminar, skripsi, dan tesis 28 Mahasiswa (Jenjang S1 dan S2) Periode : 1 Januari 2015 hingga 31 Desember 2015 4. Moderator Seminar “5G Mobile Communications” dengan pembicara dari University of Sydney 5 Januari 2016 5. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri APT Conference Preparatory Group APG 15-4 di Bangkok 9-14 Februari 2015 6. Pimpinan Sidang Agenda Item 1.17 APT Conference Preparatory Group APG 15-4 di Bangkok 9-14 Februari 2015 7. Anggota Dewan juri 7th Indonesian Scientific Project Olympiad (ISPO), 16-18 Februari 2015 di Sekolah Kharisma Bangsa 8. Narasumber kegiatan FDG “Kajian 5G di Indonesia” Kementerian Kominfo RI, bulan Juni tahun 2015 9. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri APT Conference Preparatory Group APG 15-5 di Seoul 27 Juli -1 Agustus 2015 10. Pimpinan Sidang Agenda Item 1.17 APT Conference Preparatory Group APG 15-5 di Seoul 27 Juli -1 Agustus 2015 11. Anggota Panitia Penyelenggaraan Workshop TEIN di Dept Teknik Elektro FTUI kerjasama dengan Republik Korea Selatan, 2015 12. Narasumber fase pengembangan Model Bisnis untuk kegiatan pembuatan kajian “Pembangunan BTS di Kawasan Perbatasan yang Terdepan Terluar dan Tertinggal”, September 2015 13. Anggota Panitia Pelatihan TUV- Big Data Engineer tahun 2015

Tahun	Kegiatan
	<ol style="list-style-type: none"> 14. Anggota Panitia Pelatihan TUV- Photovoltaic Engineer tahun 2015 15. Anggota Tim / Narasumber Kajian “Pembangunan BTS di Kawasan Perbatasan yang Terdepan Terluar dan Tertinggal”, Kerjasama UI-Kemertrian Kominfo RI - Oktober – Desember 2015 16. Narasumber beberapa kegiatan FDG dengan topik “Internet of Things” Kementerian Kominfo RI, tahun 2015 17. Narasumber beberapa kegiatan FDG dengan topik “Kajian Implementasi HAPs dan Google Loon di Indonesia” kementerian Kominfo RI, tahun 2015
2016	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengajar/Pengampu Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI : <ul style="list-style-type: none"> o Teknik Telekomunikasi (S1) o Communication Networks (S1 Kls Internasional) o Teori Coding dan Aplikasi (S1) o Pemodelan dan Rekayasa Sistem (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) o Inovasi dan Daya Saing Teknologi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) o Manajemen & Keekonomian Proyek Teknik (S2) 2. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 32 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2016 hingga 22 Juni 2016 3. Pembimbing utama seminar, skripsi, dan tesis 9 Mahasiswa (Jenjang S1 dan S2) Periode : 1 Januari 2016 hingga 22 Juni 2016 4. Narasumber beberapa kegiatan FDG dengan topik “Kajian Lanjutan 5G di Indonesia” kementerian Kominfo RI, tahun 2016 5. Reviewer / Technical Committee pada berbagai Seminar Internasional IEEE di Indonesia dan Luar Negeri tahun 2016 s.d sekarang 6. Pembicara pada acara “World Telecommunications Day” diselenggarakan oleh IEEE Student Branch Universitas Indonesia – Depok, 20 Mei 2016 7. Narasumber / Pembicara Utama “Workshop Sehari Pembinaan K.I.R bagi Guru SMP Se-Banyumas” Jumat, 12 Agustus 2016. 8. Chairman - 2nd International Collaborative Conference on Technology (ICCT) 2016. – Bandung, 25 Oktober 2016 9. Narasumber, Moderator, beberapa kegiatan FDG, rapat, penelitian dengan topik-topik “Kajian Lanjutan Teknologi 5G di Indonesia dan Internet of Things,” Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO RI), tahun 2016.

Tahun	Kegiatan
2017	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengajar/Pengampu Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI : <ul style="list-style-type: none"> ○ Jaringan Komunikasi (S1) ○ Teknik Telekomunikasi (S1) ○ Manajemen Strategis (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) ○ Metodologi Penelitian (S2) ○ Communication Networks (S1 Kelas Internasional) ○ Inovasi dan Daya Saing (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) ○ Manajemen & Keekonomian Proyek Teknik (S2) 2. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 41 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode 1 Januari 2017 hingga 31 Desember 2017 3. Pembimbing utama seminar, skripsi, dan tesis 17 Mahasiswa (Jenjang S1, dan S2) Periode : 1 Januari 2017 hingga 31 Desember 2017 4. Reviewer Jurnal Nasional “Bulletin Pos dan Telekomunikasi”, P-ISSN : 1693-0991, tahun 2017 s.d sekarang 5. Anggota Dewan juri 9th Indonesian Scientific Project Olympiad (ISPO), 24-26 Februari 2017, Jakarta 6. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri APT Conference Preparatory Group APG 19-2 di Bali 17-21 Juli 2017 7. Narasumber, Moderator, beberapa kegiatan FDG, rapat, penelitian dengan topik-topik “Kajian Lanjutan Teknologi 5G di Indonesia, Internet of Things, Universal Service Obligation, Teknologi Telekomunikasi pada Aeronautical & Maritime” Kementrian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO RI), tahun 2017. 8. Anggota Panitia Seminar Internasional QIR 2017- 24 s.d 27 Juli 2017 di Bali 9. Narasumber / Pembicara “Lokakarya (Workshop) penulisan akademis Smart City 2017”, Hotel Santika Depok, 24-25-26 Oktober 2017. 10. Moderator Kuliah Umum CCIT-FTUI- Bank Sampoerna “FINTECH Disruption or Opportunity”, 30 November 2017.
2018	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengajar/Pengampu Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI : <ul style="list-style-type: none"> ● Jaringan Komunikasi (S1) ● Topik Khusus Telekomunikasi 2 (S1) ● Manajemen Strategis (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) ● Inovasi dan Daya Saing Teknologi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) ● Manajemen & Keekonomian Proyek Teknik (S2)

Tahun	Kegiatan
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 27 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2018 hingga 31 Desember 2018 3. Pembimbing utama (seminar, skripsi, tesis) dan Ko-pembimbing (disertasi) 10 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2018 hingga 31 Desember 2018 4. Reviewer Jurnal Internasional "IEEE Access", e-ISSN: 2169-3536, terindeks Scimago Q1, https://ieeaccess.ieee.org, tahun 2018- sekarang 5. Anggota Dewan juri 10th Indonesian Scientific Project Olympiad (ISPO), 23-25 Februari 2018, Jakarta 6. Narasumber, Moderator, beberapa kegiatan FDG, rapat, penelitian dengan topik-topik "Studi Lanjutan 5G, IoT, Teknologi Telekomunikasi pada Aeronautical & Maritime" Kementrian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO RI), tahun 2018. 7. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri APT Conference Preparatory Group APG 19-3 di Perth, Australia, 12-18 Maret 2018 8. Pimpinan Sidang Agenda Item 9.1. - Issue 9.1.4: Stations on board sub-orbital vehicles pada "APT Conference Preparatory Group APG 19-3" di Perth, Australia, 12-18 Maret 2018 9. Pembicara utama Kuliah Umum "Teknologi 5G Mobile Communications", 14 Juli 2018, di Universitas Muhammadiyah Jakarta. 10. Tim Reviewer Jurnal Nasional "INFOTEL" , E-ISSN 97724-80-099-009, tahun 2018 s.d sekarang, https://ejournal.st3telkom.ac.id/index.php/infotel 11. Technical Program Committee (TPC) – International Conference on ICT for Rural Development (IC-ICTRUDEV), 17-18 Oktober 2018
2019	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengajar/Pengampu Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI : <ol style="list-style-type: none"> a. Jaringan Komunikasi (S1) b. Manajemen Strategis (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) c. Inovasi dan Daya Saing Teknologi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) d. Manajemen & Keekonomian Proyek Teknik (S2) 2. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 35 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode :1 Januari 2019 hingga 31 Desember 2019

Tahun	Kegiatan
	<ol style="list-style-type: none">3. Pembimbing utama/promotor (seminar, skripsi, tesis, disertasi) dan Ko-promotor (disertasi) 14 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2019 hingga 31 Desember 20194. Pimpinan Sidang Agenda Item 9.1. - Issue 9.1.4: Stations on board sub-orbital vehicles pada "APT Conference Preparatory Group APG 19-3" di Busan, Korea Selatan, 7-12 Januari 20195. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri APT Conference Preparatory Group APG 19-4 di Busan, Korea Selatan, 7-12 Januari 20196. Pembicara pada acara "Diskusi Integrasi Kurikulum dengan Sertifikasi", 31 Januari 2019, Sekretariat FORTEI Regional III, Universitas Pancasila.7. Ketua Komite Ilmiah "Seminar Nasional Manajemen dan Regulasi Telekomunikasi", 10 April 2019.8. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri APT - The 25th Meeting of APT Wireless Group (AWG-25) di Jakarta, 1 - 5 Juli 20199. Narasumber, Moderator, beberapa kegiatan FDG, rapat, penelitian dengan topik-topik "Teknologi Telekomunikasi 5G, IoT, Teknologi Telekomunikasi pada Aeronautical & Maritime" Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO RI), tahun 2019.10. Narasumber acara "Pembinaan Penulisan Karya Tulis Ilmiah bidang SDPPPI yang berkualitas dan layak terbit di Seminar /Jurnal/Nasional/Internasional", 20 September 2019.11. Visiting Lecture, Dosen tamu pada Asia-E-University, Malaysia, 21 Oktober 2019, materi kuliah "Understanding Technological Ecosystem in the era of 5G and IoT"12. Visiting Lecture, Dosen tamu pada Program M.Sc. in Telecommunications, University College London, 8 Maret 2019, materi kuliah "Managing the Telco Ecosystem in Developing Country"
2020	<ol style="list-style-type: none">1. Pengajar/Pengampu Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI :<ol style="list-style-type: none">a. Jaringan Komunikasi (S1)b. Topik Khusus Telekomunikasi 2 (S1)c. Manajemen Strategis (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi)d. Inovasi dan Daya Saing Teknologi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi)e. Manajemen & Keekonomian Proyek Teknik (S2)2. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 53 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode: 1 Januari 2020 hingga 31 Desember 2020

Tahun	Kegiatan
	<ol style="list-style-type: none"> 3. Pembimbing utama/promotor (seminar, skripsi, tesis, disertasi) dan Ko-promotor (disertasi) 13 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2020 hingga 31 Desember 2020 4. Narasumber, Moderator, beberapa kegiatan FDG, rapat, penelitian dengan topik-topik “Teknologi Telekomunikasi pada Aeronautical & Maritime” Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO RI), tahun 2020 5. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri Online Virtual Meeting - APT - The 26th Meeting of APT Wireless Group (AWG-26), 14 – 18 September 2020 6. Anggota Dewan juri 12th Indonesian Scientific Project Olympiad (ISPO), 21-23 Februari 2020, Jakarta 7. Pembicara pada acara Workshop Online untuk Guru se-Indonesia “Development of Teaching Proficiency (DTP): Ways to Increase Critical Thinking” EDUCAMP Indonesia. 30 Juni 2020. 8. Pembicara pada acara Seminar Online APVOKASI (Aliansi Pendidikan Vokasional Seluruh Indonesia), topik presentasi “Sertifikasi dan Adaptasi Industri 4.0”, 14 Juli 2020. 9. Narasumber FGD “Pembuatan rancangan Peraturan Menteri Perhubungan di bidang Telekomunikasi Pelayaran”, Kementerian Perhubungan, Ditjen Hubla, 12 November 2020. 10. Reviewer Jurnal Nasional “Jurnal Teknik Elektro”, e-ISSN 2549-1571, https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte, tahun 2020. 11. Anggota Tim Ahli Penyusun Review dan Update Perundang-undangan di bidang telekomunikasi pelayaran, Ditjen Perhubungan Laut, Kementerian Perhubungan, tahun 2020.
2021	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengajar/Pengampu Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI : <ol style="list-style-type: none"> a. Desain Proyek Teknik Elektro 1 (S1) b. Electrical Engineering Project Design (S1 Kelas Internasional) c. Innovation and Entrpreneurship (S1 Kelas Internasional) d. Kapita Selekt Ekosistem Telekomunikasi (S1) e. Topik Khusus Telekomunikasi 2 (S1) f. Manajemen Strategis dan Teknoekonomi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) g. Kualitas Pengalaman dan Layanan Teknologi pada Program Studi Teknik Elektro (S2 Kekhususan Teknik Telekomunikasi)

Tahun	Kegiatan
	<p>h. Inovasi Teknologi dan Kewirausahaan (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 42 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2021 hingga 31 Desember 2021 3. Pembimbing utama/Promotor (seminar, skripsi, tesis, disertasi) dan Ko-promotor (disertasi) 11 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2021 hingga 31 Desember 2021 4. Narasumber, Moderator, beberapa kegiatan FDG, rapat, penelitian dengan topik-topik “Teknologi Telekomunikasi pada Aeronautical & Maritime” Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO RI), tahun 2021 5. Narasumber pada kegiatan Penyusunan Standar Teknis Alat Telekomunikasi dan/atau Perangkat Telekomunikasi <i>Short Range Device</i> (SRD) Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO RI), tahun 2021 – Maret- November 2021 6. Narasumber pada Webinar DPR-RI – KOMINFO RI Pentingnya memiliki Digital Skills di Masa Pandemi COVID 19 – 8 September 2021 7. Anggota Dewan juri 13th Indonesian Scientific Project Olympiad (ISPO), 19-21 Februari 2021, Jakarta 8. <i>External Examiner</i> (penguji tamu) mahasiswa Norehan Yahya, Program S3 pada Asia-e-University Malaysia, 27 April 2021. 9. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri Online Virtual Meeting - APT - The 27th Meeting of APT Wireless Group (AWG-27), 22–30 Maret 2021 10. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri Online Virtual Meeting - APT - The 28th Meeting of APT Wireless Group (AWG-28), 06 – 14 September 2021 11. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri Online Virtual Meeting - The 2nd Meeting of the APT Conference Preparatory Group for WRC-23 (APG23-2), 19-23 April 2021 12. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri Online Virtual Meeting - The 3rd Meeting of the APT Conference Preparatory Group for WRC-23 (APG23-3), 08-13 November 2021 13. Anggota Tim Ahli pada Kegiatan Jasa Konsultansi Valuasi Frekuensi Radio di band 700 MHz, 2.6 GHz, dan 3.5 GHz- Kerjasama UI - Kementerian KOMINFO RI

Tahun	Kegiatan
2022	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengajar/Pengampu Mata Kuliah pada Dept. Teknik Elektro FTUI : <ol style="list-style-type: none"> a. Desain Proyek Teknik Elektro 1 (S1) b. Electrical Engineering Project Design (S1 Kelas Internasional) c. Innovation and Entrpreneurship (S1 Kelas Internasional) d. Kapita Selekta Ekosistem Telekomunikasi (S1) e. Manajemen Strategis dan Teknoekonomi (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) f. Kualitas Pengalaman dan Layanan Teknologi pada Program Studi Teknik Elektro (S2 Kekhususan Teknik Telekomunikasi) g. <u>Inovasi Teknologi dan Kewirausahaan</u> (S2 Kekhususan Manajemen Telekomunikasi) 2. Menjadi tim penguji seminar, skripsi, tesis, dan disertasi 39 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2022 hingga 31 Desember 2022 3. Pembimbing utama/promotor (seminar, skripsi, tesis, disertasi) dan Ko-promotor (disertasi) 16 Mahasiswa (Jenjang S1, S2, dan S3) Periode : 1 Januari 2022 hingga 31 Desember 2022 4. Narasumber, Moderator, beberapa kegiatan FDG, rapat, penelitian dengan topik-topik “Teknologi Telekomunikasi pada Aeronautical & Maritime” Kementrian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO RI), tahun 2022 5. Anggota Dewan juri 14th Indonesian Scientific Project Olympiad (ISPO), 18-20 Februari 2022, Jakarta 6. Tim Ahli pada Kegiatan Kajian Faktor Pengurangan Biaya Hak Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio – Kerjasama UI - Kementrian KOMINFO RI – Juni – Nov 2022 7. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri Hybrid Meeting - The 4th Meeting of the APT Conference Preparatory Group for WRC-23 (APG23-2), 15-20 Agustus 2022 8. Anggota Delegasi Indonesia menghadiri Online Virtual Meeting - APT - The 29th Meeting of APT Wireless Group (AWG-29), 21 – 29 Maret 2022 9. Narasumber pada Webinar ICMI-Cendekiawan Muslim Berbagi, Teknologi Pengubah Dunia 10 Tahun ke depan, 22 April 2022 10. Narasumber pada Webinar SAFENET – Suntik Mati 3G dan Dampaknya Terhadap Hak Mengakses Internet – 7 September 2022

F. HIBAH PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (Sebagai Ketua Tim)

No	Tahun	Skema Hibah	Judul Proposal	Pendananaa
1	2007	Hibah GLAD Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI	Kolaborasi Penguatan Nagari Cyber melalui Aktifitas Teleconference UNP dan UI	Rp 50.000.000,-
2	2008	Hibah Pengabdian Masyarakat PHK-B Dept Elektro FTUI	Workshop Pembinaan Nagary Cyber di Batu Sangkar Sumatera Barat	Rp 50.000.000,-
3	2012	Hibah Riset Madya UI	"Pengembangan Algoritma Technological Forecasting berbasis Optimasi Multifaktor Gompertz Curve untuk Implementasi Teknologi Selular 4G di Indonesia"	Rp 97.000.000,-
4	2012	Hibah Pengabdian Masyarakat UI 2012	"Penumbuhan dan Penguatan Jejaring Pelaku Wirausaha melalui peningkatan Indeks Persepsi dan Adopsi penggunaan e- business berskala kecil di Wilayah Depok"	Rp 70.000.000,-
5	2013	Hibah Riset Madya UI	"Pengembangan Model Inovasi Lokal (Local Innovation Model) dan Penerapannya pada Aplikasi Kesehatan Berbasis Cloud untuk Teknologi Selular 4G di Indonesia"	Rp. 92.000.000,-

*Dari Graham Bell sampai 6G Mobile Communications: Inovasi,
Regulasi dan Manajemen Teknologi menuju Visi Indonesia 2045*

6	2013	Hibah Community Engagement Grants UI 2013	"Pengembangan Nagari cyber www.nagari.org untuk mendukung Ekonomi Rakyat berbasis Usaha Kecil dan Menengah Di Provinsi Sumatera Barat	Rp 70.000.000
7	2014	Hibah Community Engagement Grants UI 2013	"Pengembangan <i>Educational Web Aggregator</i> untuk Siswa SMAN 1 Palembang"	Rp 50.000.000,-
8	2016	Hibah publikasi internasional terindeks untuk tugas akhir mahasiswa UI	Peningkatan Unjuk Kerja Sistem GADSS (Global Aeronautical Distress and Safety System) berbasis teknologi ADS-B 1090 MHz	Rp 89.925.000,-
9	2016 – 2017 - 2018	Hibah Kemenristek Dikti - PUPT Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	Pengembangan Inovasi dan Standardisasi Teknologi Selular 5G	Rp 598.000.000,-
10	2018	Hibah Publikasi Internasional Terindeks untuk Tugas Akhir Mahasiswa UI	Pengembangan Inovasi <i>Smart living</i> berbasis Teknologi 5G <i>Internet of Things</i> (IoT)	Rp. 79.000.000,-
11	2018-2019-2020	Hibah Kemenristek Dikti - PUPT Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	Model Regulasi dan Manajemen TIK berbasis <i>System Engineering</i>	Rp. 540.000.000,-

12	2019	Hibah Penugasan Publikasi Internasional Terindeks 9 (PIT 9)	Pemodelan Rekayasa Teknologi Nirkabel Masa Depan <i>(Engineering Model for Future Wireless Platform)</i>	Rp. 270.000.000,-
13	2020	Hibah Publikasi Terindeks Internasional Prosiding	Teknologi IoT untuk Smart Application	Rp. 23.850.000,-
14	2022	Hibah Publikasi Terindeks Internasional Quartile-2 (PUTI Q2)	Studi Infrastruktur Digital sebagai upaya Mendongkrak Ekonomi Digital di Wilayah Perbatasan Negara	Rp. 100.000.000,-

G. PENULISAN BUKU AJAR

1. N. Raharya, A. Nashiruddin, M. Suryanegara “WAIC (Wireless Avionics Intra-Communications) : Studi interferensi dan kompatibilitas pada pita frekuensi 4200-4400 dan 22000-23000 MHz, ISBN: 9786026099808. Penerbit Dept. Teknik Elektro UI, Cetakan ke-1 tahun 2017.
2. M. Suryanegara, dkk “Buku Ajar Inovasi dan Teknologi: 9 Topik Dasar pada Studi Manajemen Telekomunikasi”, ISBN: 978-602-60998-3-9, Penerbit Dept. Teknik Elektro UI, Cetakan ke-1 tahun 2019.
3. L.Chen, K. Ramli, FF. Hastiadi, M. Suryanegara, “Accelerating digital transformation in Indonesia: technology, market, and policy,” Penerbit ERIA (Economic Research Institute for ASEAN and East Asia), ISBN: 978-602-5460-43-2, tahun 2022.

H. PUBLIKASI KARYA ILMIAH PADA JURNAL

1. M. Suryanegara, K. Miyazaki, "Mobile Telephony Diffusion in Indonesia : Case Study of The Big Three Operators," *International Journal of Telecommunications Management*, Volume 3 No:2, 2010, ISSN: 1754-1552 (Paper) 1754-1670 (Online).
2. M. Suryanegara, K. Miyazaki, "Technological Changes in Innovation System towards 4G mobile services," *International Journal of Technology, Policy, Management*, Volume 10 No: 4, 2010.
3. M. Suryanegara, K. Miyazaki, "Towards 4G Mobile Technology : Identifying Windows of Opportunity for a *Developing country*," *International Journal of Technology*, Volume 3, Issue No. 1, 2012.
4. M. Suryanegara, M Asvial, "In Searching for 4G Mobile Service Applications: The Case of The Indonesian Market," *Telecommunications Journal of Australia*, Vol.63 No. 2, 2013.
5. M. Suryanegara, , IG Dharma N, BA Adhi, M Firdaus Lubis, M.Rifki Eka Putra, " The *Local innovation* Perspective: The Development of *Mobile Herbal Service* for Indonesian *Mobile Cellular Market*," *International Journal of Technology (IJTECH)*, Issue 2 , 2015
6. M. Suryanegara, "5G as Disruptive Innovation: *Standard and Regulatory* Challenges at a country level", *International Journal of Technology (IJTECH)*, Issue4, pp. 38-45, 2016.
7. I. K. A. Enriko, M. Suryanegara, and D. Gunawan, "Heart Disease Prediction System using k-Nearest Neighbor Algorithm with Simplified Patient's Health Parameters," vol. 8, no. 12, p. 7.
8. M. Suryanegara and R. Pangestu, "Degradasi Jaringan TD-LTE 2.300 – 2.400 MHz Akibat Interferens Alur-Waktu Silang," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, vol. 6, no. 1, Feb. 2017, doi: 10.22146/jnteti.v6i1.300.

9. M. Suryanegara, F. Andriyanto and B. Winarko, "What Changes After Switching to 4G-LTE? Findings from the Indonesian Market," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 17070-17076, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2736012.
10. M. Suryanegara, Asvial, M., "The Patterns of Innovation Agendas on 5G *Mobile* Technology," *International Journal of Technology*, Vol.9(5), pp. 876-887, 2018, <https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i5.1941>
11. M. Suryanegara, F. Andriyanto, Arifin AS., "Lessons learned from the *Quality of Experience* (QoE) assessment of 4G *mobile* technology in indonesia." *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 2018 Jun 1;10(3):1203-1211. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v10.i3.pp1203-1211>
12. A. S. Arifin, D. K. Wahyuni, M. Suryanegara, and M. Asvial, "Ship Speed Estimation using Wireless Sensor *Networks*: Three and Five Sensors Formulation," *TELKOMNIKA*, vol. 16, no. 4, p. 1527, Aug. 2018, doi: 10.12928/telkomnika.v16i4.7596.
13. M. Suryanegara, A. S. Arifin, M. Asvial, K. Ramli, M. I. Nashiruddin and N. Hayati, "What are the Indonesian Concerns About the *Internet of Things* (IoT)? Portraying the Profile of the Prospective *Market*," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 2957-2968, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2885375.
14. M. A. Berawi et al., "Optimizing Search and Rescue Personnel Allocation in Disaster Emergency Response using Fuzzy Logic," *IJTech*, vol. 10, no. 7, p. 1416, Nov. 2019, doi: 10.14716/ijtech.v10i7.3709.
15. M. Suryanegara, Harwahyu R, Asvial M, Setiawan EA, Kusriani E. Information and Communications Technology (ICT) as the engine of innovation in the *co-evolution* mechanism. *International Journal of Technology*. 2019 Jan 1;10(7):1260-1265. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i7.3777>
16. G. Wibisono, M. Suryanegara, S. Ajib, I. Ibrahim, and Farianto, "Analysis of Operator XL Axiata's Readiness on IP Based Voice Interconnection to Support Voice over LTE Implementation,"

- Journal of Physics: Conference Series, vol. 1175, p. 012110, Mar. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012110.
17. M. Suryanegara, D. A. Prasetyo, F. Andriyanto and N. Hayati, "A 5-Step Framework for Measuring the *Quality of Experience (QoE) of Internet of Things (IoT) Services*," in IEEE Access, vol. 7, pp. 175779-175792, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2957341.
 18. Berawi MA, Suwartha N, Kusriani E, Yuwono AH, Harwahyu R, Setiawan EA et al. Tackling the COVID-19 pandemic: Managing the cause, spread, and impact. International Journal of Technology. 2020 Jan 1;11(2):209-214. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i2.4035>
 19. Berawi MA, Suwartha N, Asvial M, Harwahyu R, Suryanegara M, Setiawan EA et al. "Digital Innovation: Creating Competitive Advantages". International Journal of Technology. 2020;11(6):1076-1080. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i6.4581>
 20. Berawi MA, Suwartha N, Surjandari I, Zagloel TYM, Asvial M, Harwahyu R et al. "Accelerating Sustainable Energy Development through Industry 4.0 Technologies". International Journal of Technology. 2020;11(8):1463-1467. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i8.4627>
 21. Kusriani E, Kartohardjono S, Putra N, Muhammad Arif B, Wulanza Y, Mohammed Ali B et al. "Science, *Engineering and Technology for Better Future*". International Journal of Technology. 2020;11(7):1286-1291. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i7.4621>
 22. M. Suryanegara, "New perspectives of a 5G operating model," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 1502, p. 012017, Mar. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1502/1/012017.
 23. M. Suryanegara, "Managing 5G Technology: Using *Quality of Experience (QoE) to Identify the Innovation enhancement Pattern According to the Indonesian Market*," in IEEE Access, vol. 8, pp. 165593-165611, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022365.

24. A. S. Kusumalestari, S. Sukirno, M. Suryanegara, and H. Sudibyo, "On Developing the *Noise* Reduction Model for Indonesian Aviation," *avia*, vol. 1, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.47355/avia.v1i1.9.
25. K Ariansyah, ERE Sirait, BA Nugroho, M Suryanegara, "Drivers of and barriers to e-commerce adoption in Indonesia: Individuals' perspectives and the implications," *Telecommunications Policy*, Vol.45, No.8, 2021
26. A Hikmaturokhman, RD Mardian, K Ramli, M Suryanegara, IK Rohman, "5G spectrum valuation of millimeter wave technology: A case study of Indonesia industrial area for acceleration of broadband development, " *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* 99 (5), 1209-1218, 2021.
27. N Hayati, K Ramli, M Suryanegara, M Salman, "An *Internet of Things* (IoT) reference model for an infectious disease active digital surveillance system," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 12 (9), 2021.
28. H.Isyanto, A.S. Arifin, M. Suryanegara, "Voice biometrics for Indonesian language users using algorithm of deep learning CNN residual and hybrid of DWT-MFCC extraction features," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 13 (5), 2022.
29. A Hikmaturokhman, K Ramli, M Suryanegara, AAP Ratna, IK Rohman, M Zaber, "A Proposal for Formulating a Spectrum Usage Fee for 5G Private *Networks* in Indonesian Industrial Areas," *Informatics* 9 (44), 2022.
30. N Hayati, K Ramli, S Windarta, M Suryanegara, "A Novel Secure Root Key Updating Scheme for LoRaWANs Based on CTR_AES DRBG 128," *IEEE Access* 10, 18807-18819, 2022.
31. N Hayati, S Windarta, M Suryanegara, B Pranggono, K Ramli, "A Novel Session Key Update Scheme for LoRaWAN," *IEEE Access* 10, 89696-897139, 2022.

32. RD Mardian, M Suryanegara, K Ramli, "User Experience of 5G Video Services in Indonesia: Predictions Based on a Structural Equation Model," *Information* 13 (3), 155, 2022.
33. A Hikmaturokhman, K Ramli, M Suryanegara, "Indonesian Spectrum Valuation of 5G Mobile Technology at 2600 MHz, 3500 MHz, and 26 GHz and 28 GHz, " *Journal of Communications* 17 (4), 294-301, 2022.

I. PUBLIKASI KARYA ILMIAH PADA PROSIDING SEMINAR INTERNASIONAL

1. M Suryanegara, M Asvial, and A Valdar, "Strategy of Broadband Europe 2010 by using Chaos Theory" Presented in Business and Information (BAI) 2005 International Conference, Hong Kong, 14th-15th July 2005
2. M Suryanegara, Djamhari Sirat, "Developing National ICT Strategy: An Algorithm based on Chaos Theory", Presented in IRFD – WFIS World Forum Information Society 2005, in accordance with ITU and UN WSIS Phase II, Tunisia 14th – 16th November 2005
3. M Suryanegara, D Wijayatullah, D Gunawan, " Extraction of Knowledge Complexity in 3G Killer Application Construction for Telecommunications National Strategy: Presented in 14th International Conference in Knowledge System (ICKS '06), Prague, 25 – 27 August 2006
4. M. Suryanegara, ER. Hutabarat, D.Gunawan, "The interference on WCDMA system in 3G coexistence *network*." Proceeding of IEEE 17th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), Helsinki, Sept, 2006.
5. M.Suryanegara, Abraham Ilyas, "The Development of a Community-Based Information System to Empower Indonesia e-Government Implementation: A Case Study of www.nagari.org," *Data Science Journal*, Vol.6, pp. S79-S86 Based on the paper presented in 20th International CODATA Conference, Beijing 22-25 October 2006.

6. M. Suryanegara, DK. Murti, D.Gunawan, "Evaluation of 802.16 Tariff Proportion on Segmentation Scenarios." Proceeding of IEEE 18th International Symposium on Personal, Indoor and *Mobile* Radio Communications (PIMRC), Athens, Sept, 2007.
7. Ertha, R., J.A. Hidayat, M. Suryanegara, D. Gunawan," On Developing Secure *Mobile* Application: DNA Data Transmission Over 3G and GPRS *Networks*," Proceeding of 3rd Indonesian-Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2008), September 2008.
8. M. Suryanegara, K. Miyazaki, "*Mobile* Telephony Innovation System: The Case of Indonesian *Regulatory* Perspective," Proceeding of 24th Annual Seminar of the The Japan Society for Science Policy and Research *Management* (JSSPRM) 2009, Oktober 2009.
9. M.Suryanegara, K. Miyazaki, "A challenge towards 4G: the strategic perspective of Japanese operators in a mature *market*," Proceeding of *Technology Management* for Global Economic Growth (PICMET) 2010, Juli 2010.
10. M. Suryanegara, K. Miyazaki, "*Mobile* technological shift from 2G to 3G: A Review of Scientific Research Activities," Proceeding of 25th Annual Seminar of the The Japan Society for Science Policy and Research *Management* (JSSPRM) 2010, Oktober 2010.
11. M.Suryanegara,,"An Evolutionary Model of Service Innovation in 4G *Mobile* Technology," Proceeding of 2012 International Conference on Innovation, *Management* and Technology Research (ICIMTR2012), Malacca, Malaysia, Mei 2012.
12. M. Suryanegara, C. Felita, "5G Key Technologies : Identifying Innovation Opportunity," Proceeding of 2013 International Conference of Quality in Research (QIR), 2013.
13. M. Suryanegara, A. Ramadhan, A.K. Akbar, M. Asvial, "The forecasting model of 4G LTE implementation in Indonesia," Proceeding of IEEE International Conference on *Management* of Innovation and Technology (ICMIT), Singapura, 2014.

14. N. Raharya, M. Suryanegara, "Compatibility analysis of wireless avionics intra communications (WAIC) to radio altimeter at 4200-4400 MHz," Proceeding of 2014 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and *Mobile*, Bali, Indonesia, 2014, pp. 17- 22.
15. M. Suryanegara, N. Raharya, "Modulation performance in Wireless Avionics Intra Communications (WAIC)," Proceeding of 2014 IEEE 1st International Conference on Information Technology, Computer and Electrical *Engineering* (ICITACEE), Semarang, Indonesia, 2014, pp. 434- 437.
16. A. Nashiruddin, N.Raharya and Muhammad Suryanegara, "The Interference Analysis between Wireless Avionics Intra-Communications (WAIC) and EESS Systems at 22-23 GHz", Proceeding of Quality in Research (QiR), Lombok, 2015.
17. M. Suryanegara, N.Raharya, and M KHalimuddin, "The Comparison between Asymmetric Turbo Code using Ω' QPP Interleaver and LTE Turbo Code" Proceeding of Quality in Research (QiR), Lombok, 2015.
18. N. Raharya, N., M. Suryanegara, "The frequency sharing of Unmanned Aircraft Systems and Fixed Service at 12.2-12.5 GHz to support BLOS requirement," Proceeding of 2015 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and *Mobile*, Bandung Indonesia.
19. M.Suryanegara, M.Asval, N.Raharya, "System *engineering* approach to the communications technology at unmanned aircraft system (UAS)." Proceeding of 2015 IEEE International Symposium on Systems *Engineering* (ISSE), pp. 475 - 480, Sept, Rome, 2015.
20. Mirfananda, AS., M. Suryanegara, "5G Spectrum Candidates Beyond 6 GHz: A Simulation of Jakarta Environment", Proceeding of IEEE *TENSYMP*, 9-11 Mei 2016
21. Pangestu, R., M. Suryanegara, "Mitigation Scenarios for Crossed-Timeslot-Interference (CTI) in LTE TDD System," Proceeding of IEEE *TENSYMP*, 9-11 Mei 2016

22. Triani, F., M. Suryanegara, "*Speech Compression for Voice Cockpit Recording Over 1090 MHz ADS-B Via Satellite Reception.*" Proceeding of 22nd IEEE Asia Pacific Conference on Communications, to be held in 25-27 August 2016, Yogyakarta.
23. Iskandar, M.H, M. Suryanegara, "*The Pulse Duration Effect to ADS-B Via Satellite Reception: Comparison Analysis of Iridium and Globalstar*" Proceeding of 22nd IEEE Asia Pacific Conference on Communications, to be held in 25-27 August 2016, Yogyakarta.
24. M. Suryanegara, AS. Mirfananda., M. Asvial., N. Hayati., "5G as Intelligent System: Model and *Regulatory* Consequences." Proceeding of SAI Intelligent Systems Conference 2016, to be held in 21-22 September 2016, London.
25. L. S. Aji, M. Suryanegara and D. Setiawan, "The cost-benefit analysis of integrated government radio *network* for PPDR (Public protection and disaster relief) in Indonesia," 2016 IEEE 3rd International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT), Kuala Lumpur, 2016, pp. 91-96, doi: 10.1109/ISTT.2016.7918091.
26. D. Kusumawati and M. Suryanegara, "Spectrum requirement for IoT health sector in Indonesia," 2016 IEEE 3rd International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT), Kuala Lumpur, 2016, pp. 115-119, doi: 10.1109/ISTT.2016.7918096.
27. A. Rahman and M. Suryanegara, "The development of IoT LoRa: A performance evaluation on LoS and Non-LoS environment at 915 MHz ISM frequency," 2017 International Conference on Signals and Systems (ICSigSys), Sanur, 2017, pp. 163-167, doi: 10.1109/ICSIGSYS.2017.7967033.
28. L. Pribadi and M. Suryanegara, "*Regulatory* recommendations for IoT smart-health care services by using privacy impact assessment (PIA)," 2017 15th International Conference on Quality in Research (QiR) : International Symposium on Electrical and Computer *Engineering*, Nusa Dua, 2017, pp. 491-496, doi: 10.1109/QIR.2017.8168535.

29. G. I. Baskara and M. Suryanegara, "Study of filter-bank multi carrier (FBMC) utilizing mirabbasi-martin filter for 5G system," 2017 15th International Conference on Quality in Research (QIR) : International Symposium on Electrical and Computer *Engineering*, Nusa Dua, 2017, pp. 457-461, doi: 10.1109/QIR.2017.8168529.
30. D. Kusumawati, M. Suryanegara and S. Ariyanti, "IoT spectrum requirement for smart transportation," 2017 15th International Conference on Quality in Research (QIR) : International Symposium on Electrical and Computer *Engineering*, Nusa Dua, 2017, pp. 267-271, doi: 10.1109/QIR.2017.8168494.
31. R. Sorayya and M. Suryanegara, "The model of spectrum sharing between a primary and two secondary operators," 2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon), Bangalore, 2017, pp. 518-522, doi: 10.1109/SmartTechCon.2017.8358427.
32. B. Riyowiyoso and M. Suryanegara, "*Network Management* models to anticipate the problem of international Internet traffic in Indonesia," 2017 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), Surabaya, 2017, pp. 16-20, doi: 10.1109/ISITIA.2017.8124047.
33. B. Pahlevi and M. Suryanegara, "Identifying 4G service attributes on customer satisfaction in Indonesia *market*: Kano model approach," 2017 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCREC), Yogyakarta, 2017, pp. 212-216, doi: 10.1109/ICCEREC.2017.8226684.
34. D. Kusumawati, D. Setiawan and M. Suryanegara, "Spectrum requirement for IoT services: A case of Jakarta smart city," 2017 IEEE International Conference on Communication, *Networks* and Satellite (Comnetsat), Semarang, 2017, pp. 21-25, doi: 10.1109/COMNETSAT.2017.8263567.

35. N. Hayati and M. Suryanegara, "The IoT LoRa system design for tracking and monitoring patient with mental disorder;" 2017 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat), Semarang, 2017, pp. 135-139, doi: 10.1109/COMNETSAT.2017.8263587.
36. M. Suryanegara, A. S. Arifin, M. Asvial and G. Wibisono, "A system *engineering* approach to the implementation of the *Internet of Things* (IoT) in a country," 2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical *Engineering* (ICITACEE), Semarang, 2017, pp. 20-23, doi: 10.1109/ICITACEE.2017.8257668.
37. F. Andriyanto and M. Suryanegara, "The QoE assessment model for 5G *mobile* technology," 2017 International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering (BCWSP), Jakarta, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/BCWSP.2017.8272574.
38. S. Arifin, M. Suryanegara, T. S. Firdaus, and M. Asvial, "IoT-Based Maritime Application: An Experiment of Ship Radius Detection," In Proceedings of the International Conference on Big Data and Internet of Thing (BDIOT2017), London, United Kingdom, 2017, pp. 191-194. DOI:<https://doi.org/10.1145/3175684.3175729>
39. M. Suryanegara, A. S. Arifin, and M. Asvial. "The IoT-based Transition Strategy towards 5G". In Proceedings of the International Conference on Big Data and Internet of Thing (BDIOT2017), London, United Kingdom, 2017, pp. 186-190. DOI:<https://doi.org/10.1145/3175684.3175728>
40. K. A. Enriko, M. Suryanegara and D. Gunawan, "My Kardio: A telemedicine system based on machine-to-machine (M2M) technology for cardiovascular patients in rural areas with auto-diagnosis feature using k-Nearest Neighbor algorithm," 2018 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Lyon, 2018, pp. 1775-1780, doi: 10.1109/ICIT.2018.8352452.

41. T. Nugraha, N. Hayati and M. Suryanegara, "The experimental trial of LoRa system for tracking and monitoring patient with mental disorder," 2018 International Conference on Signals and Systems (ICSigSys), Bali, 2018, pp. 191-196, doi: 10.1109/ICSIGSYS.2018.8372663.
42. K. A. Enriko, M. Suryanegara, and D. Gunawan, "Heart Disease Diagnosis System with k-Nearest Neighbors Method Using Real Clinical Medical Records," In Proceedings of the 4th International Conference on Frontiers of Educational Technologies (ICFET '18), Moscow, Russian Federation, 2018, pp.127-131, doi: 10.1145/3233347.3233386
43. G. K. Prayogo, R. Putra, A. H. Prasetyo and M. Suryanegara, "Evaluation of LDPC Code and Polar Code Coding Scheme in 5G Technology - *Massive Machine Type Communication*," 2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical *Engineering* (ICITEE), Kuta, 2018, pp. 170-174, doi: 10.1109/ICITEED.2018.8534937.
44. T. Nugraha, R. Wibowo, M. Suryanegara and N. Hayati, "An IoT-LoRa System for Tracking a Patient with a Mental Disorder: Correlation between Battery *Capacity* and Speed of Movement," 2018 7th International Conference on Computer and Communication *Engineering* (ICCCE), Kuala Lumpur, 2018, pp. 198-201, doi: 10.1109/ICCCE.2018.8539316.
45. M. Suryanegara, "The Economics of 5G: Shifting from Revenue-per-User to Revenue-per-Machine," 2018 18th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT), Bangkok, 2018, pp. 191-194, doi: 10.1109/ISCIT.2018.8588006.
46. B. Pahlevi and M. Suryanegara, "Fixed *Mobile* Convergence (FMC) Services in Indonesia: A Conjoint Analysis of Customer Preference," 2018 18th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT), Bangkok, 2018, pp. 195-198, doi: 10.1109/ISCIT.2018.8587995.

47. L. Sastrawidjaja and M. Suryanegara, "Regulation Challenges of 5G Spectrum Deployment at 3.5 GHz: The Framework for Indonesia," 2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS), Batu, East Java, Indonesia, 2018, pp. 213-217, doi: 10.1109/EECCIS.2018.8692880.
48. Hikmaturokhman, K. Ramli and M. Suryanegara, "Spectrum Considerations for 5G in Indonesia," 2018 International Conference on ICT for Rural Development (IC-ICTRuDev), Badung Regency, Indonesia, 2018, pp. 23-28, doi: 10.1109/ICICTR.2018.8706874.
49. M. Suryanegara, A. S. Arifin, M. Asvial and K. Ramli, "The Use of 5G *Mobile* Technology in Creating a Sustainable Society: A Systems *Engineering* Approach," 2018 Second World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4), London, 2018, pp. 140-144, doi: 10.1109/WorldS4.2018.8611600.
50. S. Arifin, R. M. Putri Erisa and M. Suryanegara, "Sea and Ship Waves Spectrum Measurement Using Wireless Sensor *Network* in Java Sea," 2018 Second World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4), London, 2018, pp. 101-104, doi: 10.1109/WorldS4.2018.8611574.
51. Hikmaturokhman, K. Ramli, and M. Suryanegara, "On Developing a New 5G Spectrum Usage Fee Model for Indonesia," International Journal on *Advanced Science, Engineering* and Information Technology, vol. 9, no. 6, p. 1968, Dec. 2019, doi: 10.18517/ijaseit.9.6.10656.
52. N. Hayati, Y. Suryanto, K. Ramli and M. Suryanegara, "End-to-End Voice Encryption Based on Multiple Circular Chaotic Permutation," 2019 2nd International Conference on Communication *Engineering* and Technology (ICCET), Nagoya, Japan, 2019, pp. 101-106, doi: 10.1109/ICCET.2019.8726890.

53. N. Hayati, K. Ramli, M. Suryanegara and Y. Suryanto, "Potential Development of AES 128-bit Key Generation for LoRaWAN Security," 2019 2nd International Conference on Communication *Engineering and Technology* (ICCET), Nagoya, Japan, 2019, pp. 57-61, doi: 10.1109/ICCET.2019.8726884.
54. L. S. Sastrawidjaja and M. Suryanegara, "Social and economic aspects when allocating a 3.5 GHz frequency band for 5G *Mobile* in Indonesia," 2019 Asia Pacific Conference on Research in Industrial and Systems *Engineering* (APCoRISE), Depok, Indonesia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/APCoRISE46197.2019.9318973.
55. S. D. Damayanti, M. Suryanegara, I. K. A. Enriko and M. I. Nashiruddin, "Designing A LoRa-Based Panic Button for Bali Smart Island Project," 2019 7th International Conference on Smart Computing & Communications (ICSCC), Sarawak, Malaysia, Malaysia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICSCC.2019.8843614.
56. Hikmaturokhman, M. Suryanegara and K. Ramli, "A Comparative Analysis of 5G Channel Model with Varied Frequency: A Case Study in Jakarta," 2019 7th International Conference on Smart Computing & Communications (ICSCC), Sarawak, Malaysia, Malaysia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICSCC.2019.8843632.
57. R. D. Mardian, M. Suryanegara and K. Ramli, "Measuring *Quality of Service* (QoS) and *Quality of Experience* (QoE) on 5G Technology: A Review," 2019 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD), Jakarta, Indonesia, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICIRD47319.2019.9074681.
58. E. S. Santoso, A. Hidayati, M. Suryanegara and M. I. Nashiruddin, "NB-IoT *Network* Planning for Smart Metering Services in Jakarta, Depok, Tangerang, and Bekasi," 2019 16th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer

- Engineering*, Padang, Indonesia, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/QIR.2019.8898262.
59. A. Kusuma and M. Suryanegara, "Upgrading *Mobile Network* to 5G: The Technoeconomic Analysis of Main Cities in Indonesia," 2019 16th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer *Engineering*, Padang, Indonesia, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/QIR.2019.8898260.
 60. M. Suryanegara. and N. Hayati, "An Integrated Model of Technical and Non-Technical Perspectives on Managing IoT Security," In Proceedings of the 9th International Conference on Information Communication and *Management* (ICICM 2019), Prague, Czech Republic, 2019, pp. 142–146, doi: 10.1145/3357419.3357450
 61. R. H. Saputra and M. Suryanegara, "On Developing the Model of Blockchain Technology for Logistic Services in Indonesia," 2019 IEEE R10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)(47129), Depok, West Java, Indonesia, 2019, pp. 269-274, doi: 10.1109/R10-HTC47129.2019.9042452.
 62. H. Prasetyo, M. Suryanegara and M. Asvial, "Evaluation of 5G Performance at 26 GHz and 41 GHz frequencies: The Case of Tropical Suburban Areas in Indonesia," 2019 IEEE 14th Malaysia International Conference on Communication (MICC), Selangor, Malaysia, 2019, pp. 101-105, doi: 10.1109/MICC48337.2019.9037591.
 63. H. Isyanto, A. S. Arifin and M. Suryanegara, "Design and Implementation of IoT-Based Smart Home Voice Commands for disabled people using Google Assistant," 2020 International Conference on Smart Technology and Applications (ICoSTA), Surabaya, Indonesia, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICoSTA48221.2020.1570613925.
 64. D. A. Prasetyo and M. Suryanegara, "Identifying Features for the Improvement of IoT Services: A Kano Model Approach," 2020 International Conference on Electrical, Communication, and Computer *Engineering* (ICECCE), Istanbul, Turkey, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICECCE49384.2020.9179430.

65. T. Anggita and M. Suryanegara, "Outdoor to Indoor Propagation Model of Glass Material Building at 26 GHz for 5G *Mobile Technology*," 2020 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT), Yogyakarta, Indonesia, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICoICT49345.2020.9166323.
66. S. Ariyanti and M. Suryanegara, "Visible Light Communication (VLC) for 6G Technology: The Potency and Research Challenges," 2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4), London, United Kingdom, 2020, pp. 490-493, doi: 10.1109/WorldS450073.2020.9210383.
67. N. Waranugraha and M. Suryanegara, "The Development of IoT-Smart Basket: Performance Comparison between Edge Computing and Cloud Computing System," 2020 3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering (IC2IE), Yogyakarta, Indonesia, 2020, pp. 410-414, doi: 10.1109/IC2IE50715.2020.9274596.
68. K. F. Senewe and M. Suryanegara, "Innovative Design of *Internet of Things* LoRa to Determine Radio Refractivity in Real-Time," 2020 3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering (IC2IE), Yogyakarta, Indonesia, 2020, pp. 399-403, doi: 10.1109/IC2IE50715.2020.9274626.
69. S. Yogapratama and M. Suryanegara, "Dealing with the Latency Problem to Support 5G-URLLC: A Strategic View in the Case of an Indonesian Operator," 2020 2nd International Conference on Broadband Communications, Wireless Sensors and Powering (BCWSP), Yogyakarta, Indonesia, 2020, pp. 96-100, doi: 10.1109/BCWSP50066.2020.9336026.
70. H. Isyanto, A. S. Arifin and M. Suryanegara, "Performance of Smart Personal Assistant Applications Based on Speech Recognition Technology using IoT-based Voice Commands," 2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju Island, 2020, pp. 640-645, doi: 10.1109/ICTC49870.2020.9289160

71. R. Prasetyo, M.Suryanegara, "On Developing the Conceptual Model for Measuring User Acceptance of Islamic Financial Technology Service Based on the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)", International Conference on Business and Technology, ICBT 2020, Istanbul, Turkey, 14-15 November 2020.
72. JT Wibowo, M Suryanegara, "Segmenting the Subscribers of An Indonesian 4G Service Operator Using RFM Method," 2021 IEEE International Conference on Communication, *Networks* and Satellite (COMNETSAT), Purwokerto-Indonesia, 17-18 Juli 2021
73. R Pardomuan, M Suryanegara, "Analysis of the Need for Passengers' Connectivity Aboard The Ship by using Kano Model," 2021 International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology (GECOST), Miri-Malaysia, 7-9 Juli 2021
74. M. Raihan, M. Suryanegara, "Classification of COVID-19 Patients using Deep Learning Architecture of InceptionV3 and Resnet50," 2021 4th International Conference of Computer and Informatics *Engineering* (IC2IE), Depok-Indonesia, 14-15 Sept 2021
75. A.Bagaskara, M. Suryanegara, "Evaluation of VGG-16 and VGG-19 Deep Learning Architecture for Classifying Dementia People," 2021 4th International Conference of Computer and Informatics *Engineering* (IC2IE), Depok-Indonesia, 14-15 Sept 2021
76. R.K Putra, M. Suryanegara, "Performance Comparison of Brain Tumor Segmentation Based on U-Net and ResU-Net Architectural Deep Convolutional Neural *Network*," 2021 8th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical *Engineering* (ICITACEE), Semarang-Indonesia, 23-24 Sept 2021

77. S.Ariyanti, M. Suryanegara, K.Ramli "The Challenges and Opportunities of Visible Light Communication (VLC) Implementation in Indonesia," 2021 2nd International Conference on ICT for Rural Development (IC-ICTRuDev), Online/Virtual, 27-28 Oktober 2021
78. Mia Galina, M. Asvial, M. Suryanegara "A Bibliometric Analysis of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Implementation in Cellular Network," 2022 11th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS), Malang (Hybrid), 23-25 Agustus 2022
79. A.Haq, M. Suryanegara, "Speech Recognition System Using DeepSpeech Architecture Method on VHF Radio Communication for Tanker Ship Officers at Indonesian Sea Ports," 2022 9th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical *Engineering* (ICITACEE), Semarang-Indonesia, 25-26 Agustus 2022

