



***Digital - Advanced Wireless Communication (D – AWC) :***  
**Peluang Masa Depan Dunia Ilmu Pengetahuan dan**  
**Teknologi Indonesia Emas 2045**

**Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, ST., MT., IPM., Asean-Eng**

**Pidato Pengukuhan Guru Besar Bidang Ilmu Teknik Elektro**  
**Universitas Mercu Buana**  
**2023**

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ, وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ

**Apabila engkau telah selesai (dengan suatu kebajikan), teruslah bekerja keras (untuk kebajikan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmu berharaplah!**

**QS Al Insyirah ayat 7-8**

قُلْ لَوْ كَانَ أَلْبَحْرُ مِدَادًا لَكَلِمَاتِ رَبِّي لَنَفِدَ أَلْبَحْرُ قَبْلَ أَنْ تَنْفَدَ كَلِمَاتُ رَبِّي وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِ مَدَدًا

**Katakanlah: Sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat Tuhanku, sungguh habislah lautan itu sebelum habis (ditulis) kalimat-kalimat Tuhanku, meskipun Kami datangkan tambahan sebanyak itu (pula)".**

**QS Al Kahf ayat 109**

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

**Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga. (HR Muslim, no. 2699).**

## SALAM PEMBUKA

Assalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala penghormatan, keberkatan, keselamatan dan pujian hanya milik Allah SWT, puji-pujian dan rasa syukur sebanyak mahluk-Nya yang ada langit dan di bumi. Shalawat dan salam kita haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya dan pengikut 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. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah 3 beserta jajarannya
4. Ketua Yayasan Menara Bhakti
5. Rektor Universitas Mercu Buana beserta jajarannya
6. Ketua, Sekretaris dan Anggota Senat Universitas Mercu Buana
7. Para Dekan, Wakil Dekan, Ketua Program Studi, dan seluruh Sivitas Akademika di lingkungan Universitas Mercu Buana
8. Para keluarga, undangan serta seluruh hadirin yang dimuliakan

Perkenankan pada kesempatan ini saya menyampaikan pidato pengukuhan, intisari dari makalah lengkap berjudul “***Digital - Advanced Wireless Communication ( D – AWC ) : Peluang Masa Depan Dunia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Indonesia Emas 2045***”

Wassalaamu'alaykum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, ST., MT., IPM., Asean-Eng

## DAFTAR ISI

<b>SALAM PEMBUKA</b> .....	<b>3</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>4</b>
<b>Digital - Advanced Wireless Communication: Peluang Masa Depan Dunia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Indonesia Emas 2045</b> .....	<b>5</b>
Mukadimah .....	5
Digital – Advanced Wireless Communication .....	5
Peran 6G Dalam Ketahanan Nasional .....	10
Peran Dalam Menghadapi Kebencanaan .....	10
Peran 6G Dalam Mengawasi Perbatasan Laut Indonesia.....	11
Peran 6G Dalam Menjangkau Kawasan Terpencil .....	12
Peran Dalam Layanan Kesehatan .....	13
Peran 6G Dalam Pertahanan Keamanan .....	13
5G Towards 6G.....	14
Enable 6G.....	15
<i>Quantum Computing</i> Untuk Latensi Rendah.....	17
Keamanan 6G, Tantangan Dan Solusi Potensial .....	18
Dominasi Teknologi AI Pada Transformasi Digital .....	20
Transformasi Digital AI di Dalam Dunia Universitas dan Dunia Industri .....	21
Penutup .....	23
DAFTAR PUSTAKA DAN REFERENSI .....	24
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>25</b>
<b>CURRRICULUM VITAE</b> .....	<b>30</b>
History of Education .....	30
Research Experience in the Last 5 Years.....	31
Experience of Community Service in the Last 5 Years .....	34
Publication of Scientific Articles in Journals / Proceeding [Internasional Bereputasi – Scopus Indexed] in the Last 5 Years .....	35
Scientific Seminar Speaker ( <i>Oral Presentation</i> ) in the Last 5 Years.....	46
Books in the Last 5 Years.....	50
Acquisition of Intellectual Property Rights in the Last 5-10 Years .....	50
Awards in the Last 10 Years (From Government, Associations or other institutions) .....	53

## ***Digital - Advanced Wireless Communication : Peluang Masa Depan Dunia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Indonesia Emas 2045***

### **Mukadimah**

Pada sebuah siaran pers pemerintah (Kominfo, 2022) telah berkomitmen untuk melakukan lompatan besar untuk mengakselerasikan transformasi digital yang tidak hanya pada pos dan telekomunikasi, tapi juga mendorong memperluas akses dan kebermanfaatan teknologi digital agar dapat dirasakan secara nyata oleh seluruh lapisan masyarakat Indonesia tanpa terkecuali. Program strategis yang disiapkan antara lain penyediaan infrastruktur teknologi dan komunikasi dengan pemanfaatan, pengelolaan spektrum frekuensi, standar perangkat, layanan publik dan dukungan manajemen.

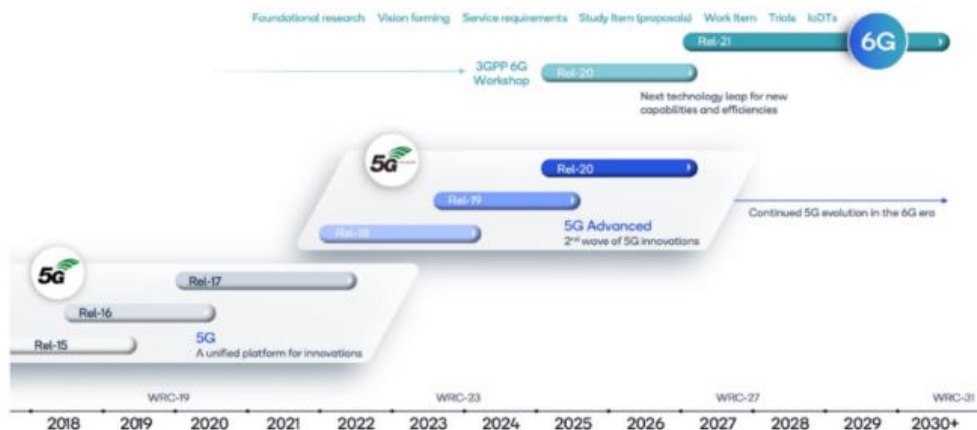
Di tengah dinamika geopolitik yang semakin kompleks dan ancaman dampak teknologi yang semakin beragam, banyak negara, termasuk Indonesia, memprioritaskan ketahanan nasional. Ketahanan nasional bukan lagi hanya tentang kekuatan militer tradisional, melainkan juga tentang kemampuan untuk melindungi infrastruktur kritis, menghadapi ancaman siber, dan menjaga komunikasi yang andal.

Memasuki era transformasi digital yang berkembang ke arah *artificial intelligent* (AI), grup riset D-AWC mulai meneliti ke arah pemanfaatan teknologi 6G untuk ketahanan nasional. Rakyat Indonesia sedang menuju dunia yang semakin digital saling terhubung dan berbasis data, yang menuntut layananan konektivitas tanpa batas. Belum jelas apa yang akan dilakukan 6G, namun akan melampaui kemampuan 5G (Budiyo, 2020b), lebih khusus lagi akan dipengaruhi oleh cara yang digunakan dalam mengumpulkan data, memproses, dan selanjutnya mengirim data melalui jaringan nirkabel yang andal atau *wireless-advanced*.

### **Digital – Advanced Wireless Communication**

Teknologi lahir karena imajinasi manusia. Robot adalah salah satu teknologi yang sudah terbiasa dengan kehidupan manusia dalam tiga decade terakhir telah berkembang ke arah kecerdasan buatan (*artificial intelligent*, AI) dengan dilengkapi dengan sensor-sensor. Sensor adalah komponen penting dalam pengembangan dan pengoperasian sistem AI. Sensor merupakan perangkat keras yang digunakan untuk mengumpulkan

data dari lingkungan fisik atau dunia nyata. Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian dapat digunakan sebagai input untuk sistem AI yang kemudian digunakan untuk analisis, pengambilan keputusan, dan tindakan yang sesuai. Teknologi 6G (Precision, 2023) dengan dukungan kemajuan sensor dan jaringan sensor (*sensor network*) dan algoritma AI memungkinkan sistem untuk memahami dan berinteraksi dengan dunia nyata. Ini membuka berbagai peluang dalam berbagai bidang, termasuk transportasi, kesehatan, lingkungan, industri, dan banyak lagi yang lainnya.



Gambar 1. 5G towards 6G

Seperti terlihat pada Gambar 1, sebagai kelanjutan dari perkembangan jaringan nirkabel generasi sebelumnya, 6G adalah generasi selanjutnya dalam evolusi teknologi komunikasi. Ini akan menjadi penerus dari jaringan 5G yang saat ini sudah mulai mengubah dunia komunikasi dan konektivitas. Teknologi ini diharapkan dapat memungkinkan kecepatan dan koneksi yang jauh lebih tinggi, latensi yang hampir nol, dan kapasitas yang jauh lebih besar dibandingkan dengan 5G.

Teknologi 5G memiliki beberapa kelemahan yang mendorong kita mengembangkan lebih lanjut teknologi 6G di masa mendatang. Kelemahan-kelemahan pada tersebut di antaranya:

- (1) Spektrum yang terbatas (Sadreddini, 2017). Padatnya spektrum frekuensi yang sudah diatur oleh Depkominfo mengakibatkan perluasan alokasi frekuensi 5G tidak fleksibel lagi.

(2) Latensi yang masih tinggi menjadi penyebab kertelambatan penyelesaian pengiriman paket data (Jun, 2021). Alat produksi saat ini sebagian besar masih menggunakan perangkat-perangkat *legacy* yang belum di-*upgrade*.

(3) Walaupun kecepatan 5G sudah jauh lebih baik dibandingkan dengan teknologi sebelumnya namun kapasitas yang dibatasi oleh pita frekuensi (Shannon, 1948) menjadikan sebuah masalah tersendiri.

(4) Dan yang lebih penting lagi adalah kebijakan keamanan jaringan dan privasi terhadap informasi pengguna (Porambage, 2021), dimana terdapat potensi data-data warga negara Indonesia akan dibajak oleh vendor-vendor pembuat teknologi perangkat yang hampir seluruhnya dari negara asing.

(5) Terakhir yang tidak kalah pentingnya adalah masalah geografis negara kita yang terdapat daerah 3T dimana pulau-pulau tidak semuanya terjangkau oleh jaringan 5G yang hanya tersedia pada kawasan tertentu di kota-kota besar (PMK, 2012). Namun Pemerintah ingin meningkatkan SDM yang unggul pada daerah 3T seperti di kota.

Teknologi baru yang meng-*enable*-kan dunia *virtual* dengan kecerdasan dan *digital* untuk mengatasi tantangan dan *obstacle* dalam berkomunikasi setelah 2030. Umat manusia akan melupakan kontroversi seputar 5G karena kita akan tenggelam dalam 6G. Gambar 2 menunjukkan bagaimana setiap sendi terintegrasi oleh jaringan. Manusia berinteraksi, berkomunikasi dari jarak yang jauh, tidak lagi dalam ruang fisik yang



Gambar 2. Merancang 6G untuk lebih efektif mengatasi pertumbuhan ekonomi dan keberlanjutan masyarakat.

sama, namun akan dibuat seolah-olah bersebelahan dan tidak terasa jarak yang memisahkan.

Meskipun aplikasi konvensional seperti *streaming* multimedia akan tetap ada, namun literatur melihat domain aplikasi baru untuk sistem 6G seperti aplikasi *multisensory extended reality*, *Connected Robotics* and *Autonomous Systems*, dan *brain computer interaction*. Begitu pula *Telepresence*, holografik, *eHealth*, system koordinasi dalam tubuh akan menjadi komponen penggunaan 6G. Tantangan ini menuntut kecepatan data yang sangat tinggi, latensi sangat rendah, dan keandalan yang sangat tinggi.

Kemunculan 6G dirancang untuk memberikan kecepatan data yang sangat tinggi lebih cepat ratusan bahkan ribuan kali dibandingkan 5G. Pengiriman informasi sangat penting dalam situasi darurat atau keamanan nasional di mana setiap detik sangat berharga. Teknologi komputasi kuantum menyokong proses transmisi sehingga menghasilkan latensi yang rendah bahkan mendekati nol dan tidak ada lagi waktu tunda atau *delay*. Selain kecepatan, 6G juga akan memberikan kapasitas jaringan yang luar biasa. Ini akan memungkinkan ribuan perangkat terhubung secara bersamaan tanpa mengalami penurunan kualitas layanan. Pentingnya untuk komunikasi *real-time* diperlukan dalam situasi darurat, seperti operasi medis jarak jauh, kendaraan otonom, dan sistem kontrol otomatis.



Gambar 3. 6G Akan menyatukan kemajuan nirkabel evolusioner dan revolusioner.

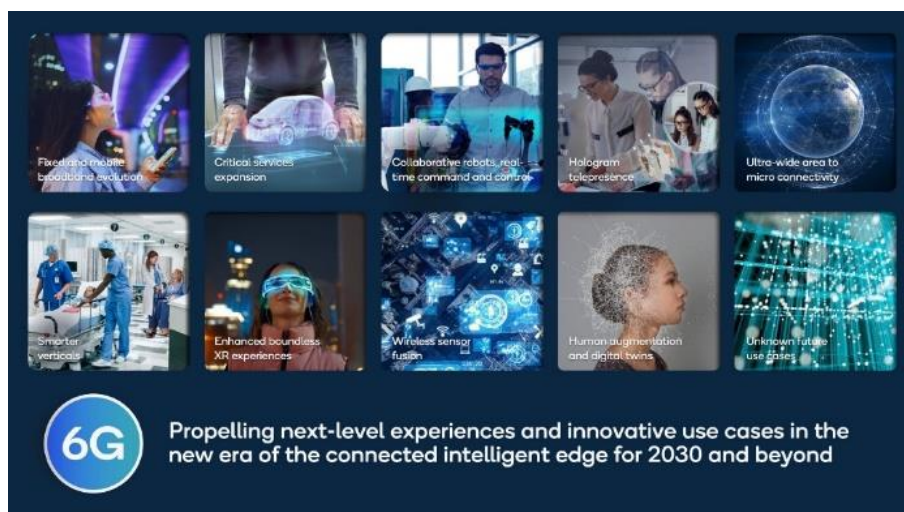
Penerapan *edge computing* juga meningkat untuk mendukung 6G untuk mengurangi latensi. Gambar 3 menampilkan evolusi jaringan nirkabel untuk berbagai keperluan.



Agar beroperasi dengan baik untuk mendapatkan keunggulan yang sudah saya sebutkan di atas, 6G harus ditempatkan pada frekuensi yang jauh lebih tinggi daripada 5G, termasuk spektrum *Terahertz* dan pada gelombang milimeter. Sehingga hukum (Shannon, 1948) tepat untuk diterapkan untuk mendapatkan kapasitas *Terabit* per detik.

Keamanan dan privasi adalah dua aspek kritis dalam pengembangan dan penggunaan jaringan 6G. Mengingat potensi perkembangan pesat dalam teknologi ini dan peran yang sangat penting dalam ketahanan nasional, perlindungan terhadap data dan jaringan menjadi lebih vital daripada sebelumnya.

Menuju 6G, kita menyaksikan berbagai tren teknologi termasuk keterbukaan jaringan dan sistem komunikasi seluler berbasis SW yang bersifat *open source*, AI jaringan, perlindungan privasi, virtualisasi dan containerisasi, serta komputasi kuantum. Tren ini diperkirakan akan membawa ancaman keamanan baru. Keterbukaan arsitektur jaringan dan adopsi *open source* secara luas dapat meningkatkan permukaan serangan dalam sistem. Penyerang mungkin mencoba mengelabui jaringan akses radio/jaringan inti berbasis AI untuk menyebabkan malfungsi menggunakan teknik pembelajaran mesin adversarial (AML). Teknologi personalisasi yang tergambar pada Gambar 4 di 6G juga membuka pintu bagi pelanggaran privasi yang menyeluruh. Adopsi virtualisasi dan containerisasi juga memperkenalkan jalur serangan baru, dan pengenalan komputasi kuantum diperkirakan akan mempengaruhi keamanan algoritma kriptografi yang digunakan dalam jaringan seluler saat ini. Perkembangan ini memerlukan analisis terhadap potensi ancaman baru yang disebabkan oleh pengenalan teknologi baru dan menyajikan kemungkinan mitigasi untuk mengatasi ancaman tersebut.



Gambar 4. 6G Akan menghadirkan pengalaman bagi pengguna baru.

### **Peran 6G Dalam Ketahanan Nasional**

Peningkatan kecepatan dan kapasitas jaringan, latensi rendah, dan sistem enkripsi mutakhir adalah salah satu aspek utama yang membuat 6G menjadi peran penting dalam mendukung komunikasi kritis dalam konteks ketahanan nasional.

Teknologi 6G memiliki peran yang sangat penting dalam ketahanan nasional. Teknologi ini tidak hanya akan mengubah cara kita berkomunikasi, tetapi juga akan memberikan kontribusi signifikan dalam menjaga keamanan dan kemandirian negara. Beberapa peran utama 6G dalam konteks ketahanan nasional di antaranya:

### **Peran Dalam Menghadapi Kebencanaan**

Kita dapat memanfaatkan teknologi 6G dalam menghadapi kebencanaan. Teknologi 6G memiliki peran yang sangat penting dalam menghadapi bencana gempa bumi. Gempa bumi adalah salah satu bencana alam yang sering terjadi di berbagai wilayah dunia, termasuk Indonesia. BMKG mengatakan bahwa belum ada teknologi yang dapat memprediksi akan terjadinya gempa bumi. Namun Ketika gempa bumi telah terjadi, teknologi 6G dapat diandalkan seperti pemantauan yang memberikan informasi yang lebih akurat dimana sumber gempa, lokasi mana saja yang terdampak dan terdampak parah yang membutuhkan penanggulangan lebih, dan yang lebih bermanfaat lagi adalah informasi yang diperoleh real-time berkat sensor-sensor yang dipasang di penjuru negeri ini. Dengan pendeteksian dini maka memberikan waktu yang sangat berharga bagi kita untuk mengambil langkah-langkah penyelamatan dan meminimalisir korban. Sensor-sensor juga dipasang untuk mengambil informasi tentang kerusakan bangunan dan infrastruktur seperti gedung-gedung, jembatan, jalan akibat gempa. Dan selanjutnya sistem evakuasi darurat yang dapat memberikan panduan kepada penduduk untuk menghindari daerah yang berpotensi berbahaya untuk menuju tempat yang lebih aman. Penggunaan *drone* dan robot akan lebih membantu dalam mencari korban-korban yang terperangkap melalui pemantaun di udara maupun di darat. Analisis data yang cepat yang dilengkapi oleh *quantum computing* memungkinkan menggambarkan dampak gempa dan mendukung pengambilan keputusan yang cepat (Budiyo, 2020a). Selain keperluan informasi pengiriman bantuan logistik pasca-gempa dengan menyediakan konektivitas, 6G juga dapat digunakan untuk layanan kesehatan.

Bencana tsunami selalu akibat dari gempa bumi. Berbeda dengan gempa bumi, tsunami sudah memiliki peringatan awal (*early warning*) yang dipasang oleh BMKG. Hingga saat ini BMKG masih menggunakan layanan SMS untuk menyebarluaskan peringatan awal tsunami. Teknologi 6G akan memungkinkan pemantauan lingkungan yang lebih akurat, termasuk pengukuran perubahan ombak laut dan kondisi laut secara *real-time*. Ini dapat membantu dalam mendeteksi anomali yang mengindikasikan potensi terjadinya tsunami. Teknologi 6G dapat mendukung penggunaan sensor yang lebih canggih, andal, dan cepat, yang terhubung di sepanjang pantai Indonesia. Sensor-sensor ini dapat mengukur parameter seperti perubahan tekanan air, suhu laut, dan aktivitas gempa bumi yang dapat menjadi indikator awal tsunami, sehingga peringatan dikirimkan dalam hitungan detik. 6G dapat membantu memodelkan dan prediksi dampak pergerakan tsunami pada wilayah pesisir Indonesia. Kolaborasi *drone* yang dilengkapi 6G dan satelit memudahkan dalam memantai dan evaluasi setelah terjadi tsunami, dan membangun data visual tentang paparan kerusakan yang terjadi sehingga kebutuhan bantuan akan lebih cepat sampai informasinya. Catatan penting bahwa mitigasi tsunami memerlukan investasi 6G baik infrastruktur, pengembangan sistem, dan tak kalah pentingnya adalah tenaga ahli yang mengoperasikan dan menganalisis demi menyelamatkan nyawa dan melindungi masyarakat Indonesia.

### **Peran 6G Dalam Mengawasi Perbatasan Laut Indonesia**

Indonesia memiliki salah satu perbatasan laut terpanjang di dunia, yang merupakan tantangan besar dalam menjaga kedaulatan, keamanan, dan perlindungan sumber daya lautnya. Sensor dan jaringan sensor di sepanjang pantai dengan dukungan 6G dapat memonitor suhu air laut, perubahan tekanan air, kecepatan arus, dan mendeteksi aktivitas ilegal seperti perburuan tak berizin, penyelundupan dan ancaman keamanan lainnya. Keakuratan dan kecepatan pemantauan sangat membantu otoritas keamanan untuk cepat tanggap terhadap gangguan keamanan laut. Hal ini memungkinkan dengan pemasangan teknologi 6G pada kapal patroli dan pesawat pengawas dan pengintai sehingga pertukaran data antar-kapal dan pesawat jadi lebih cepat dan efisien.

Keperluan data analitik yang lebih baik 6G dapat pemrosesan lebih cepan dan lebih mendalam mengidentifikasi pola aktivitas dan pengambilan tindakan yang sesuai. Dengan demikian Indonesia dapat meningkatkan kemampuan pengawasan perbatasan lautnya, mengidentifikasi dan merespons ancaman dengan lebih cepat, dan menjaga

kedaulatan serta keamanan perairannya. Hal ini akan mendukung perlindungan sumber daya laut yang penting bagi negara.

### **Peran 6G Dalam Menjangkau Kawasan Terpencil**

Indonesia terdiri atas ribuan pulau besar dan kecil yang sangat luas. Tidak mudah untuk membangun infrastruktur telekomunikasi seperti di Singapura atau negara hanya berukuran kabupaten. Penggelaran serat optik sudah dilakukan, namun pemerataan masih membutuhkan waktu. Teknologi 6G memiliki potensi besar dalam meningkatkan konektivitas dan menjangkau daerah terpencil di Indonesia. Daerah terpencil seringkali memiliki tantangan aksesibilitas dan konektivitas yang signifikan, dan teknologi 6G dapat memainkan peran penting dalam mengatasi masalah tersebut. Peran teknologi 6G dalam menjangkau daerah terpencil di Indonesia dapat dibantu oleh satelit orbit rendah yang memiliki latensi rendah sehingga menjangkau seluruh daerah. Penggunaan *drone* yang dilengkapi 6G akan mudah memantau daerah-daerah terpencil.

Dengan bantuan teknologi 6G, akses internet cepat yang lebih merata di seluruh Indonesia, termasuk di daerah-daerah terpencil akan dapat diperoleh masyarakat. Ini akan membantu dalam mendukung pendidikan jarak jauh, layanan kesehatan telemedis, dan pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut. Di daerah terpencil yang bergantung pada pertanian dan sektor ekonomi lokal, teknologi 6G dapat membantu dalam memberikan informasi dan dukungan yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanan ekonomi. Dan yang terpenting akses yang lebih baik ke layanan kesehatan jarak jauh dan telemedis dapat diwujudkan melalui teknologi 6G, membantu penduduk di daerah terpencil untuk mendapatkan perawatan kesehatan yang lebih baik.

Sulitnya masyarakat yang berada di daerah terpencil dalam menjangkau pendidikan adalah tantangan yang harus segera diselesaikan oleh kita dalam mewujudkan tujuan bangsa kita yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa. Sementara saat ini sekolah-sekolah dan universitas-universitas masih berada di kota-kota harus segera pemeratakan penyebaran ilmu pengetahuan menggunakan pendidikan jarak jauh yang lebih efisien. Teknologi 6G memungkinkan tujuan bangsa ini tercapai. Bahkan dengan pembelajaran jarak jauh, kebutuhan tenaga pengajar seperti guru dan dosen dapat disediakan melalui koneksi internet yang disediakan melalui 6G tanpa terhambat dan keterbatasan konektivitas.

Pengembangan Ekonomi Lokal lebih baik ke pasar dan pelanggan melalui konektivitas 6G, daerah terpencil dapat mengembangkan sektor ekonomi lokal mereka dan meningkatkan taraf hidup penduduk. Potensi besar dalam mengurangi kesenjangan kesejahteraan antara kota dengan daerah terpencil memerlukan investasi 6G dari kerja sama pemerintah, sektor swasta, dan Lembaga yang terkait untuk memastikan manfaatnya merata di seluruh negeri ini.

### **Peran Dalam Layanan Kesehatan**

Teknologi 6G memiliki peran yang sangat penting dalam kemajuan sektor kesehatan di Indonesia. Kesehatan adalah salah satu bagian penting dalam kesejahteraan masyarakat, dan teknologi 6G dapat membantu meningkatkan layanan kesehatan, aksesibilitas, dan efisiensi di seluruh negeri. Telemedisin yang lebih maju dengan kualitas gambar dan suara yang lebih baik, serta konektivitas yang lebih cepat. Ini akan memungkinkan dokter dan pasien untuk melakukan konsultasi jarak jauh dengan lebih baik, memungkinkan diagnosis dan perawatan yang lebih baik bahkan di daerah terpencil. Pelayanan kesehatan jarak jauh memudahkan tenaga medis melayani penduduk di daerah terpencil atau terisolasi untuk mengakses pelayanan kesehatan jarak jauh dengan lebih mudah, termasuk pemantauan kondisi kronis, dan layanan darurat.

Penggunaan AI dan analitik untuk mendiagnosis penyakit, memprediksi wabah, dan mengoptimalkan manajemen pasien. Penanggulangan pandemi dengan kalkulasi *machine learning* dan *deep learning* menghambat atau mengisolasi suatu daerah terdampak dengan penyampaian informasi melalui 6G kepada pemerintah maupun *stakeholder*. Dengan bantuan sensor-sensor kesehatan yang terhubung untuk pemantauan kondisi pasien secara *real-time*. Ini akan membantu pasien dan dokter dalam mengelola kondisi kesehatan dengan lebih baik.

Mengingat luasnya Indonesia dan tantangan aksesibilitas di beberapa wilayah, teknologi 6G memiliki potensi besar untuk mengatasi masalah aksesibilitas dan meningkatkan layanan kesehatan di seluruh negeri, termasuk di daerah-daerah terpencil. Hal ini akan membantu meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

### **Peran 6G Dalam Pertahanan Keamanan**

Kebutuhan militer terhadap teknologi 6G sangat berkaitan dengan peningkatan kemampuan dan efektivitas operasional dalam berbagai aspek pertahanan dan keamanan. Kemampuan untuk mengirim dan menerima data dalam waktu nyata adalah

kunci dalam operasi militer. Teknologi 6G dapat memberikan konektivitas yang sangat cepat dan stabil di medan perang yang mungkin berubah-ubah. Sensor-sensor canggih yang terhubung melalui jaringan 6G dapat memberikan pemantauan situasi yang lebih akurat dan *real-time* di medan perang. Ini termasuk pemantauan pergerakan pasukan musuh, deteksi ancaman, dan pemantauan lingkungan. Teknologi 6G dapat memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi dalam komunikasi militer melalui enkripsi yang kuat dan jaringan terenkripsi. Ini penting dalam menjaga kerahasiaan informasi militer. Penggunaan *drone* dan kendaraan otonom dalam operasi militer dapat ditingkatkan dengan teknologi 6G. Ini termasuk penggunaan *drone* untuk pengintaian, pengawasan, dan serangan udara, serta kendaraan otonom untuk logistik dan pengangkutan. Teknologi 6G dapat memungkinkan kendali jarak jauh yang lebih canggih terhadap sistem senjata, kendaraan militer, dan peralatan lainnya. Ini dapat mengurangi risiko bagi personel militer. Dengan konektivitas yang sangat tinggi, sistem peringatan dini untuk ancaman seperti serangan rudal, serangan siber, atau serangan teroris dapat ditingkatkan untuk merespons lebih cepat. Teknologi 6G dapat mendukung operasi bersama antara berbagai cabang militer dan bahkan antara negara-negara sekutu. Ini memungkinkan koordinasi yang lebih baik dalam operasi militer kompleks. Dalam era ancaman siber yang semakin meningkat, teknologi 6G dapat membantu dalam deteksi dan pertahanan terhadap serangan siber yang kompleks.

Penting untuk mencatat bahwa dengan keuntungan dalam konektivitas, sensor, dan kecerdasan buatan yang ditawarkan oleh teknologi 6G, ada pula tantangan dan pertimbangan etis yang harus diperhatikan, termasuk masalah privasi, penggunaan teknologi untuk tujuan yang aman, dan regulasi yang tepat dalam konteks militer. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi teknologi 6G dalam lingkup militer harus didukung oleh kerangka kerja etis dan hukum yang ketat.

### **5G Towards 6G**

Sejak pengerjaan 5G di 3GPP dimulai pada awal tahun 2016, kembali dijelaskan pada Gambar 1 kemajuan luar biasa telah dicapai baik dalam standardisasi maupun penerapan komersial. 3GPP kini memasuki fase kedua standardisasi 5G, yang disebut 5G-*Advanced*, yang dibangun di atas fondasi 5G dari 3GPP Rilis 15, 16, dan 17. 3 GPP Rilis 18, awal dari 5G-*Advanced*, yang mencakup banyak fitur termasuk perangkat dan evolusi jaringan, memberikan pertumbuhan yang seimbang dalam *broadband cellular* dan ekspansi vertikal lebih lanjut serta memenuhi kebutuhan bisnis jangka pendek dan

jangka panjang. *5G-Advanced* akan memperluas kemampuan 5G secara signifikan, mengatasi banyak kasus penggunaan baru, mengubah pengalaman konektivitas, dan merupakan langkah penting dalam evolusi komunikasi seluler menuju 6G. Perkembangan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan 5G-Advanced 3GPP, memperkenalkan teknologi canggih utama yang diteliti dalam 3GPP, dan mengidentifikasi arah pengembangan utama untuk penelitian dan standarisasi di masa depan (Chen, 2023). 3GPP Rilis 18 menandai dimulainya 5G Lanjutan. 5G Advanced dibangun berdasarkan dasar 5G yang ditentukan oleh 3GPP pada Rilis 15, 16, dan 17. Peningkatan lebih lanjut pada sistem 5G *Advanced* diharapkan pada Rilis 19 mendatang yang akan dimulai pada tahun 2024. Pembelajaran awal diperoleh dari jaringan 5G komersial yang telah diterapkan di sebagian besar dunia. Selain itu, kebutuhan akan evolusi jaringan 5G yang berkelanjutan dengan mendukung segmen pasar dan kasus penggunaan baru telah mendorong 3GPP untuk memulai standarisasi terkait sistem 5G *Advanced*. 5G *Advanced* juga memberikan batu loncatan di bidang-bidang yang akan menjadi penting dalam sistem 6G di masa depan. Setelah studi awal, standarisasi sistem 6G baru secara resmi dapat dimulai dari Rilis 21. Kembali pada Gambar 1 memberikan pandangan tentang garis waktu 5G- *Advanced* dan 6G 3GPP yang menunjukkan penyelesaian rilis 5G Lanjutan pertama pada awal tahun 2024 dan penyelesaian rilis pertama. Kenaikan 6G pada tahun 2028, diikuti oleh evolusi 6G.

### **Enable 6G**

Investasi pada jaringan *wireless* terutama komunikasi bergerak adalah penting karena pada akhirnya teknologi jaringan akan menuju ke sana. Dengan mengembangkan jaringan *wireless* menurut (Budiyo, 2020c) menjangkau lebih banyak pengguna dan pelaku bisnis, akan mengurangi keharusan untuk bertemu secara fisik sehingga mengurangi emisi karbon. Konektivitas *Wireless* teknologi 6G menyediakan *video conferencing* tanpa kendala kapasitas dan latensi lagi.

Untuk dapat memenuhi kebutuhan akan kapasitas yang besar, Claude Shannon mengatakan bahwa kapasitas berbanding lurus dengan *bandwidth*. Untuk mendapatkan kapasitas 100 Gbps idealnya pita frekuensi yang dipakai adalah 100 GHz. Tentunya untuk menduduki seluas itu tanpa mengganggu layanan sudah berjalan 6G harus berada pada rentang TeraHz atau sub-TeraHz (Uwaechia & Mahyuddin, 2020). Persamaan (1) menjelaskan panjang gelombang dan frekuensi yang untuk jaringan 6G.

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{1}$$

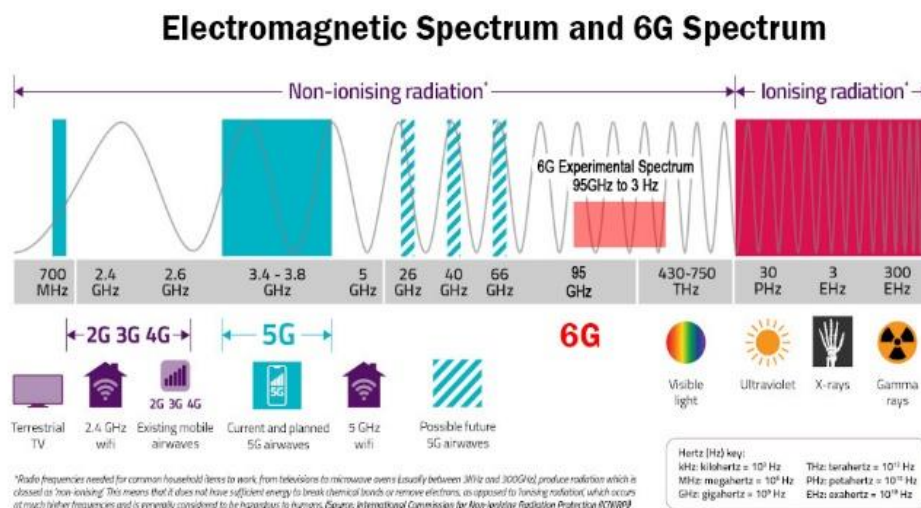
Dimana:

$\lambda$  = panjang gelombang

$c$  = kecepatan cahaya

$f$  = frekuensi

Ketika frekuensi yang digunakan harus berada pada *Y band* yang menempati rentang 300 GHz sampai 1 THz, dan dengan ketetapan kecepatan Cahaya 300.000 km per detik, maka panjang gelombang yang digunakan sudah berada pada ordo milimeter. Inilah kenapa dikatakan perlunya gelombang milimeter atau *mmWave*. *Tera Hertz* memberikan akses ke frekuensi yang lebih luas. Pembukaan spektrum frekuensi tersebut harus sejalan dengan program pemerintah Indonesia di bawah naungan Kementerian Kominfo. Gambar 5 menampilkan posisi 6G pada spektrum frekuensi. Terlihat bahwa 6G sudah dimulai pada frekuensi 95 GHz. Lembaga komite penyiaran Amerika yang dikenal dengan *Federal Communications Commission* telah membuka frekuensi dari 95 GHz sampai 3000 GHz (3 THz) untuk memfasilitasi keingintahuan insinyur untuk teknologi ini. Spektrum tersebut, yang dulu dianggap tidak berguna, dapat menawarkan layanan internet berkecepatan super tinggi untuk aplikasi intensif data, seperti aplikasi pencitraan dan penginderaan resolusi super tinggi.



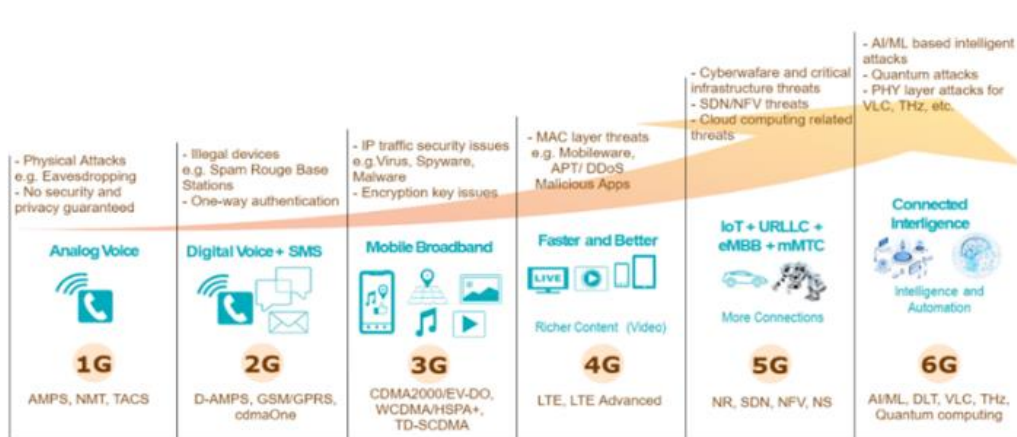
Gambar 5. Posisi 6G pada spektrum frekuensi.



### Quantum Computing Untuk Latensi Rendah

Latensi adalah waktu yang dibutuhkan oleh data atau potongan-potongan data berupa paket data untuk tiba pada tujuan. Kapasitas yang tinggi memang satu di antara pemenuhan kecepatan pengiriman. Namun tidak berarti banyak pada latensi jika setiap persimpangan yang dilewati melakukan proses *forwarding* yang lama. Hal ini dikarenakan banyak hal, seperti algoritma yang masih terlalu panjang, kemampuan *processor* yang rendah, dan memori yang rendah. Pada 5G, *ultra-reliable and low latency communications* (URLLC) dirancang untuk aplikasi-aplikasi penting. Lebih lanjut, seperti terlihat pada Gambar 6, di masa yang akan datang di era 6G URLLC memiliki kemampuan jauh melebihi versi 5G yang dinamakan *enhance URLLC* (eURLLC) yang tentunya sasarannya latensi yang jauh lebih rendah lagi.

Teknologi 6G di masa depan akan menimbulkan persyaratan yang ketat dan memerlukan kemampuan jaringan yang diperluas dibandingkan dengan jaringan 5G yang dikembangkan saat ini. Persyaratan ini adalah dirangkum dalam Gambar 6. Mereka dibentuk untuk memungkinkan berbagai kasus penggunaan utama 6G dan dengan demikian dapat dikategorikan demikian. Hal ini juga mempunyai implikasi besar pada cara kerja 6G keamanan diterapkan. Untuk *Enhanced Ultra-Reliable, Low Latency Communication* (ERLLC/eURLLC), dampak latensi alur kerja keamanan akan dipertimbangkan untuk memastikan layanan kualitas. Demikian pula, persyaratan keandalan yang tinggi memerlukan hal yang sangat penting solusi keamanan yang efisien melindungi ketersediaan layanan dan sumber daya.



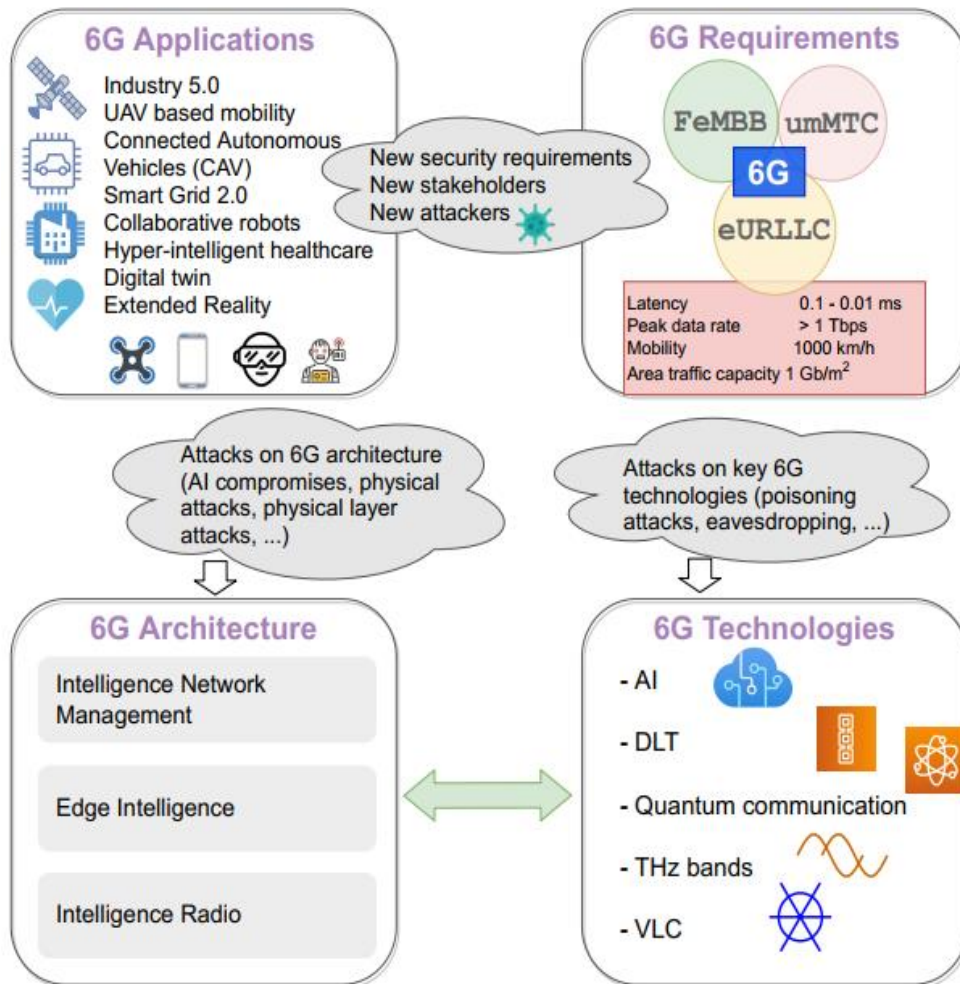
Gambar 6. Pemetaan latensi setiap generasi Selular.

### **Keamanan 6G, Tantangan Dan Solusi Potensial**

Saat ini jaringan 5G belum diteliti sepenuhnya, namun visi teknologi dan elemen kunci 6G sudah muncul untuk dibahas. Meskipun spesifikasi 5G masih terus berkembang dan cakupan 5G belum sepenuhnya tersedia. Kekuatan pendorong yang signifikan dalam lompatan 6G adalah hubungan yang dekat dengan kecerdasan buatan, AI. Namun, hubungan erat antara 6G dan AI menurut definisinya tidak menghasilkan keamanan dan privasi yang lebih baik. Hal ini juga dapat menjadi sarana atau alat untuk melakukan pelanggaran mereka dalam berbagai kasus. Evolusi lanskap keamanan jaringan telekomunikasi dari 1G ke 5G dan kemudian ke 6G yang dibayangkan seperti yang diilustrasikan pada bagian sebelumnya. Selain itu, ada banyak upaya/usulan untuk memadukan teknologi baru tersebut seperti *blockchain*, komunikasi cahaya tampak (VLC), THz, dan fitur.

Fungsi standar dan spesifikasi 6G adalah belum dapat didefinisikan, literatur yang membahas hal tersebut masih sangat terbatas dengan jelas memberikan wawasan keamanan dan privasi jaringan 6G. Gambar 7 menampilkan lanskap komposisi keamanan jaringan 6G. Komponen 6G di antaranya aplikasi,, persyaratan, arsitektur, dan teknologi itu sendiri memiliki potensi celah keamanan masing-masing.

Menuju 6G, kita menyaksikan berbagai tren teknologi termasuk keterbukaan jaringan dan sistem komunikasi seluler berbasis SW yang bersifat *open source*, AI jaringan, perlindungan privasi, virtualisasi dan kontainerisasi, serta komputasi kuantum. Tren ini diperkirakan akan membawa ancaman keamanan baru. Keterbukaan arsitektur jaringan dan adopsi *open source* secara luas dapat meningkatkan permukaan serangan dalam sistem. Penyerang mungkin mencoba mengelabui jaringan akses radio/jaringan inti berbasis AI untuk menyebabkan malfungsi menggunakan teknik pembelajaran mesin adversarial (*Adversarial Machine Learning*). Teknologi personalisasi di 6G juga membuka pintu bagi pelanggaran privasi yang menyeluruh. Adopsi virtualisasi dan kontainerisasi juga memperkenalkan jalur serangan baru, dan pengenalan komputasi kuantum diperkirakan akan mempengaruhi keamanan algoritma kriptografi yang digunakan dalam jaringan seluler saat ini. Dalam Perkembangan ini menganalisis potensi ancaman baru yang disebabkan oleh pengenalan teknologi baru dan menyajikan kemungkinan mitigasi untuk mengatasi ancaman tersebut (Jung, 2021).



Gambar 7. Lanskap komposisi keamanan jaringan 6G

Dengan *further enhanced mobile broadband* (FeMBB) atau pita frekuensi untuk selular yang ditingkatkan (Rasti, 2022), kecepatan data yang ekstrim akan menimbulkan tantangan terkait pemrosesan lalu lintas untuk keamanan seperti deteksi serangan, AI/ML saluran pipa, analisis lalu lintas, dan enkripsi pervasif. Masalah itu dapat diatasi dengan solusi keamanan terdistribusi sejak saat itu lalu lintas harus diproses secara lokal dan *on-the-fly* di tempat yang berbeda segmen jaringan, mulai dari *edge* hingga *core* awan layanan. Pada titik ini, DLT akan berperan penting atribut transparansi, keamanan dan redundansi. Sangat besar Komunikasi Jenis Mesin (umMTC) akan berfungsi penting kasus penggunaan yang menerapkan persyaratan keamanan yang jauh lebih ketat dibandingkan dengan 5G. Khususnya, *Internet of everything* (IoE), apapun diinternet-kan, dengan kemampuan yang sangat beragam akan menantang penerapan dan pengoperasian solusi keamanan seperti terdistribusi AI/ML dan masalah privasi. Aspek penting adalah bagaimana caranya mengintegrasikan pendukung keamanan baru dalam sumber daya yang berlimpah perangkat yang dibatasi. Meski demikian, penegakan

keamanan akan lebih kompleks karena entitas jaringan akan lebih banyak lebih *mobile*, sering mengubah jaringan *edge* dan mendapatkan layanan di domain administratif yang berbeda.

### **Dominasi Teknologi AI Pada Tranformasi Digital**

AI akan mendominasi transformasi digital di beberapa bidang di antaranya komponen dan mikro-elektronika, solusi LJC (Layanan dan Jaringan Cerdas), “*cloudification*” yang berbasis pada komputasi terdistribusi, jaringan Buatan Cerdas (ASN/*Artificial Smart Network*), keamanan dan privasi, dan basis ilmu pengetahuan.

Di bidang komponen dan mikro-elektronika, dominasi ini menargetkan langkah-langkah solutif melalui kegiatan riset/penelitian sehingga memastikan rantai pasokan (*supply chain*) terhadap produk, komponen, bahan, dan pengetahuan telah terdiversifikasi. Diversifikasi merupakan suatu aktivitas atau praktik memvariasikan produk, usaha, jenis aset, investasi, serta berbagai hal lainnya yang bertujuan untuk mengurangi tingkat risiko yang mungkin terjadi. Hasil kajian literatur telah ditemukan cara untuk mengatasinya yang terbukti efektif dilakukan di Eropa yaitu melalui identifikasi sinergi dengan kemitraan Uni Eropa sehingga menjadi peluang bagi Indonesia sebagai pangsa pasar terbesar yang memiliki negara dengan wilayah terluas untuk melakukan sinergi kemitraan. Selanjutnya, dominasi teknologi yang menghasilkan inovasi terhadap solusi LJC. Supaya memastikan bahwa setiap hasil LJC telah mencapai kesimpulan yang diterima secara luas. Seluruhnya itu harus bekerja di bawah regulasi teknologi yang netral, tidak menyingkirkan arsitektur apa pun tetapi menghasilkan solusi yang efisien dan paling cocok bagi para pemangku kepentingan (*stakeholders*).

Infrastruktur cloud berbasis komputasi terdistribusi (*interoperability*) telah dimiliki oleh sistem cerdas untuk saling berkomunikasi dan berinteraksi sehingga memungkinkan pertukaran data atau informasi antara aplikasi melalui protokol dan jalur komunikasi yang disetujui bersama. Jaringan buatan cerdas memerlukan kerangka kerja yang diterima secara global. Pada AI/ML (*Artificial Intelligence/Machine Learning*) yang dijadikan sebagai titik ukur dan validasi yang diperoleh dari hasil pengumpulan dan pengolahan data *training*. Hal ini dapat dikembangkan didalam konteks tindakan riset/penelitian yang menghasilkan inovasi sehingga memungkinkan interkoneksi dan interoperasi AI, *digital twins*, dan komponen cerdas lainnya di berbagai pemangku

kepentingan (*stakeholders*). Solusi antarmuka standar yang dipilih dengan baik diperlukan untuk pelatihan dan pelaksanaan model AI.

Pada bagian dominasi teknologi untuk menciptakan lingkungan kolaboratif bagi publik dan swasta untuk mencakup berbagai kebutuhan lengkap dari kegiatan riset/penelitian, mengembangkan solusi keamanan dalam modul perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dan mendorong solusi yang sesuai dengan kebijakan dan undang-undang Republik Indonesia.

Dan yang tidak kalah menariknya bahkan sangat penting adalah kegiatan riset/penelitian dan inovasi harus secara aktif berkontribusi terhadap integrasi yang tepat waktu dari basis ilmu pengetahuan yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan dalam proses pendidikan di tingkat Universitas dan langkah-langkah untuk menciptakan basis para ahli/pakar di Indonesia.

Akhirnya, AI diterima secara global sebagai target utama untuk keberlanjutan. Istilah ini mencakup solusi baru untuk Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang berkelanjutan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan kerangka kerja yang berfungsi untuk evaluasi solusi yang dirancang dalam mendukung keberlanjutan Sains, Teknologi, Sosial dan Ekonomi yang diukur dengan indikator kinerja utama.

### **Transformasi Digital AI di Dalam Dunia Universitas dan Dunia Industri**

Dewasa ini, telah kita saksikan perubahan dari teknologi 5G (*5-Generation*) dengan evolusi teknologi dan aplikasinya yang terus berkembang, diantaranya AI/ML (*Artificial Intelligence* dan *Machine Learning*), *High Performance Computing* (HPC), *Cybersecurity*, *Internet of Things* (IoT), dan lain-lain. Kerjasama dengan Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia (KEMKOMINFO RI), mengajukan misi utama yaitu menyiapkan proposal kemitraan nasional untuk Layanan dan Jaringan Cerdas yang diimplementasikan untuk Visi Indonesia Digital (VID).

Mendorong teknologi layanan *digital* Indonesia dengan menerapkan program riset/penelitian dan inovasi (*Research & Innovations*) yang mengarah pada konsepsi dan standarisasi menuju Visi Indonesia Digital 2045. Persiapan ini mendorong untuk penelitian teknologi 6G dan layanan digital pada akhir dekade ini. Mobilisasi pemangku kepentingan (*stakeholders*) sebagai kunci pengentasan area strategis terhadap rantai teknologi yang berkisar pada layanan *network-edge* dan layanan *cloud-based* hingga peluang pasar dalam penyediaan komponen dan perangkat baru di luar *smartphone*.

Meningkatkan pemahaman terhadap 6G dalam pandangan mengembangkan pasar prospek digital yang memungkinkan transisi digital dan *green economy* untuk masyarakat.

Potential 6G Applications	Security Requirements							Expected Security and Implantation Challenges										
	Ultra Lightweight Security	Extremely Low latency	Extreme Scalability	Zero-touch Security	High Privacy	Proactive Security	Security via Edge	Domain specific security	Limited resources	Diversity of Devices	High Mobility	Physical Tempering	Terrorist Attacks	Intermittent Connectivity	Localized environment	Lack of Security Standards	E2E Security orchestration	Energy Efficiency
UAV based mobility	M	H	H	H	L	M	H	L	H	M	H	M	H	L	L	L	H	H
Connected Autonomous Vehicles	L	H	H	H	M	H	H	H	L	M	H	M	H	L	L	L	H	M
Smart Grid 2.0	H	L	H	M	M	H	L	H	H	L	L	H	H	H	L	L	L	M
Collaborative Robots	M	H	M	H	L	L	H	H	M	L	M	M	L	L	H	L	M	M
Hyper-Intelligent Healthcare	H	H	H	M	H	M	H	H	H	H	M	M	L	M	H	M	H	H
Industry 5.0	M	H	H	H	L	H	H	H	H	H	M	L	M	L	H	M	H	H
Extended Reality	H	H	H	M	H	L	H	L	H	M	M	H	L	L	L	H	H	H

L Low Level Requirement/Impact     
 M Medium Level Requirement/Impact     
 H High Level Requirement/Impact

Gambar 8. 6G Applications: Security requirement and Possible Challenges.

Karena terobosan ilmiah dan teknologi yang terus berkembang pada setiap tahunnya, sangat penting bagi industri di Indonesia, Komunitas Riset dan Akademisi untuk memiliki strategi yang jelas terhadap Visi Indonesia Digital menuju 2045, dimana Indonesia harus memposisikan dirinya untuk memastikan kepemimpinan Indonesia untuk layanan dan jaringan cerdas melalui pengembangan sistem, aplikasi, dan layanan canggih, merancang dan menawarkan solusi konektivitas yang kompetitif dengan mempertimbangkan *full value chain*, dan berkontribusi pada kedaulatan teknologi, meningkatkan standar operasi industri digital dengan mengidentifikasi kebutuhan dan menawarkan solusi, menyediakan infrastruktur canggih, dan menciptakan ekosistem bisnis yang sehat, serta mengatasi kebutuhan masyarakat dan tujuan kebijakan dengan memenuhi tujuan pembangunan berkelanjutan yang relevan, yaitu dengan cara menjaga keamanan dan privasi.

Di penghujung artikel ini, kami dari grup riset D-AWC memandang begitu banyak potensi celah penelitian yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemajuan dunia pendidikan dan industri. Gambar 8 menampilkan peluang-peluang penelitian (Porambage, 2021).

Akhirnya, sangat penting bagi semua pemangku kepentingan (*stakeholder*) dari komunitas swasta, publik, penelitian dan pendidikan bekerja sama secara timbal balik untuk mengembangkan transformasi digital AI yang diterima secara global. Selain itu,

digitalisasi sekarang telah memodernisasi banyak sektor. Oleh sebab itu, merupakan kepentingan bisnis yang jelas bahwa standar dan spesifikasi yang diterima secara global akan dikembangkan untuk produk dan layanan digital yang terkait dengan sektor industri strategis di Indonesia, misalnya, sektor manufaktur, kesehatan, transportasi, energi, jasa keuangan, kota pintar dan pertanian di era transformasi digital AI.

### **Penutup**

Memiliki visi ke depan tentang teknologi *wireless* terhadap ketahanan nasional Indonesia, pusat riset D-AWC (*Digital Wireless-Advanced Wireless Communication*) yang beranggotakan para periset, berkontribusi pada kebijakan Undang-Undang Republik Indonesia dibidang penelitian berkaitan teknologi radio hijau, komunikasi nirkabel (*wireless communication*) dan pemrosesan sinyal (*signal processing*), teknologi perangkat infrastruktur komunikasi dan infrastruktur eksperimental. Uraian dalam orasi ini rangkuman dari perjalanan riset D-AWC yang membuka peluang berkolaborasi dengan *stakeholder* seperti sivitas akademika maupun pemerintah.

## DAFTAR PUSTAKA DAN REFERENSI

- Budiyo, S. (2020a, 17-18 Dec. 2020). *Bandpass Filter Design using the Square Loop Resonator on 3 GHz Frequency for Radar Applications*. Paper presented at the 2020 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat).
- Budiyo, S. (2020b, 17-18 Dec. 2020). *Coexistence Analysis of 5G and Satellite Networks at 3.5 GHz Frequency*. Paper presented at the 2020 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat).
- Budiyo, S. (2020c, 28-30 Sept. 2020). *Design of 2.4 GHz and 5.8 GHz Microstrip Antenna on Wi-Fi Network*. Paper presented at the 2020 2nd International Conference on Broadband Communications, Wireless Sensors and Powering (BCWSP).
- Chen, W. (2023). 5G-Advanced Toward 6G: Past, Present, and Future. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 41(6), 1592-1619. doi:10.1109/JSAC.2023.3274037
- Jun, S. (2021, 20-22 Oct. 2021). *Considerations on Ultra broadband, High reliable and Low latency services in 6G system*. Paper presented at the 2021 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC).
- Jung, J. (2021). Toward 6G Security: Technology Trends, Threats, and Solutions. *IEEE Communications Standards Magazine*, 5(3), 64-71. doi:10.1109/MCOMSTD.011.2000065
- Kominfo. (2022). Komitmen Pemerintah Ciptakan Lompatan Besar Inovasi Lewat Akselerasi Transformasi Digital. Retrieved from [https://www.kominfo.go.id/content/detail/44570/siaran-pers-no-440hmkominfo092022-tentang-komitmen-pemerintah-ciptakan-lompatan-besar-inovasi-lewat-akselerasi-transformasi-digital/0/siaran\\_pers](https://www.kominfo.go.id/content/detail/44570/siaran-pers-no-440hmkominfo092022-tentang-komitmen-pemerintah-ciptakan-lompatan-besar-inovasi-lewat-akselerasi-transformasi-digital/0/siaran_pers)
- PMK, K. (2012). Bangun SDM Unggul, Pemerintah Berkomitmen Penuhi Kebutuhan Logistik Sampai Wilayah 3T. Retrieved from <https://www.kemenkopmk.go.id/index.php/bangun-sdm-unggul-pemerintah-berkomitmen-penuhi-kebutuhan-logistik-sampai-wilayah-3t>
- Porambage, P. (2021, 8-11 June 2021). *6G Security Challenges and Potential Solutions*. Paper presented at the 2021 Joint European Conference on Networks and Communications & 6G Summit (EuCNC/6G Summit).
- Precision. (2023). What is 6G? Retrieved from <https://precisionmmw.com/what-is-6g/>
- Rasti, M. (2022). Evolution Toward 6G Multi-Band Wireless Networks: A Resource Management Perspective. *IEEE Wireless Communications*, 29(4), 118-125. doi:10.1109/MWC.006.2100536
- Sadreddini, Z. (2017, 15-18 May 2017). *Dynamic decision-based spectrum sharing framework for next-generation (5G) systems*. Paper presented at the 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU).
- Shannon, C. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*.
- Uwaechia, A. N., & Mahyuddin, N. M. (2020). A Comprehensive Survey on Millimeter Wave Communications for Fifth-Generation Wireless Networks: Feasibility and Challenges. *IEEE Access*, 8, 62367-62414. doi:10.1109/ACCESS.2020.2984204



## UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh

Para hadirin yang saya hormati, akhirnya perkenankanlah saya pada akhir pidato pengukuhan ini memanjatkan rasa syukur yang mendalam ke *hadirat Ilahi Robbi* atas limpahan nikmat dan karunia-NYA yang telah diberikan kepada saya dan keluarga selama ini. Alhamdulillah.

Perkenankan pula saya menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Bapak Nadiem Makarim, B.A., MBA., yang telah memberikan kepercayaan kepada saya, serta kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Bapak Prof. Ir. Nizam. M.Sc., DIC., Ph.D., Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah 3, Bapak Prof. Dr. Toni Toharudin, S.Si., M.Sc beserta jajarannya. Pendiri Yayasan Menara Bhakti, Alm. H. Probo Sutedjo beserta seluruh keluarga., Rektor Universitas Mercu Buana, Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., beserta jajarannya, Ketua Senat Universitas Mercu Buana, Prof. Dr. Ir. Chandrasa Soekardi, DEA, beserta jajarannya.

Tak lupa saya ucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada Prof. Dr. Ir. Arisetyanto Nugroho, MM Rektor Universitas Mercu Buana periode 2010 – 2018 yang telah menerima saya menjadi bagian dari keluarga besar Universitas Mercu Buana serta telah memberikan banyak peluang untuk saya bisa studi lanjut Program Doktor Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Indonesia (Tahun 2012 – 2016), menjadi Sekretaris Program Studi &/ Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Mercu Buana (Tahun 2012 – 2021), dan memberikan ijin kepada saya untuk dapat mengikuti Program Pendidikan Reguler Angkatan LVI, Lembaga Ketahanan Nasional (Lemhannas) RI (Tahun 2017). Dihaturkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Ngadino Surip, MS Rektor Universitas Mercu Buana periode 2018 – 2022 dan Dr. Ir. Harwikarya, MT Plt. Rektor Universitas Mercu Buana (2022) yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menjadi Direktur Pemasaran dan Teknologi, dan Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng Rektor Universitas Mercu Buana periode 2022 – 2026 yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menjadi Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro , Fakultas Teknik UMB periode 2023 – 2026.

Awal karir kami sebagai dosen di mulai TMT pada bulan Agustus 2009, dengan Jabatan Akademik sebagai: Asisten Ahli pada Juni 2011, selanjutnya Jabatan Lektor kami dapatkan pada Mei 2014. Sedangkan Jabatan Lektor Kepala kami dapatkan pada September 2019. Kami sangat bersyukur dan berterimakasih kepada Allah SWT, Alhamdulillah bertepatan dengan usia kami genap 40 tahun di bulan Agustus 2023, kami mendapatkan anugerah yang luar biasa menerima SK sebagai Profesor dalam bidang ilmu Teknik Elektro. Latar belakang pendidikan kami; S1 (Teknik Elektro, Tahun 2007); S2 (Teknik Elektro, Tahun 2010) dan S3 Teknik Elektro, Lulus Tahun 2016 dari Departemen Teknik Elektro – Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Selain dari pada itu, pada tahun 2017 kami menyelesaikan Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LVI di Lembaga Ketahanan Nasional (Lemhannas) RI.

Hadirin yang saya hormati,

Terima kasih yang setulus-tulusnya saya haturkan kepada Bapak dan Ibu Guru di TK Pertiwi Ngesrep, Ngemplak, Boyolali, SD Negeri Ngesrep 2, Boyolali, SMP Negeri 1 Surakarta, SMA Negeri 3 Surakarta, serta dosen saya tercinta di Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung, Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia dan Doktor Teknik Elektro Universitas Indonesia, Mentor, Senior, Tutor saya di Lembaga Ketahanan Nasional RI yang telah sangat berjasa membimbing dan mendidik saya. Mereka adalah pahlawan tanpa tanda jasa.

Terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada pembimbing skripsi saya, Dharma Kusumah, MT, Pembimbing Tesis saya Prof. Dr. Ir. Muhammad Asvial, M. Eng serta Promotor Doktor Teknik Elektro saya, Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M. Eng., alm. Prof. Dr. Ir. Adit Kurniawan, M. Eng. Merekalah yang telah menerima saya, membimbing saya, mengajarkan saya mencintai dunia riset, memberikan kebebasan bagi saya dalam berkarya. Terima kasih kepada rekan-rekan di Lembaga Ketahanan Nasional (Lemhannas) RI, Mayjend TNI Rido Hermawan, Laksda TNI Denih Hendrata, Marsdya TNI A. Gustaf Brugman, Irjen Pol Ahmad Luthfi, Bhimo Widyo Andoko, Brigjen TNI Alvis Anwar, Dr. Bambang Setia Nugroho, Drs. Imam Gunarto, Marsda TNI Palito Sitorus, Prof. Dr. Dahlan Abdullah, Prof. Dr. Ir. Sri Puryono Karto Soedarmo, Prof. Taufik, dan masih banyak lagi yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Terima kasih kepada seluruh staf pengajar dan tenaga kependidikan di Fakultas Teknik dan Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, Prof. Dr. Ing. Mudrik Alaydrus,

Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, Dr. Joni Hardi, Dr. Heru Suwoyo, Dr. Afiyati, Dr. Iwan Krisnadi, Dr. Denny Setiawan, M. Hafizd Ibnu Hajar, Ketty Siti Salamah, Lukman M. Silalahi, serta semua dosen dan tenaga kependidikan di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah senantiasa mendukung. Tak lupa rasa terima kasih saya kepada seluruh pengurus dan anggota Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia, Dr. Dedet Chandra Riawan, Dr. Arief Udiarto, Dr. Dian Retno Sawitri, Dr. Siti Sendari, Prof. Dr. Ing. Seno Panjaitan, Dr. Ucuk Darussalam, Prof. Dr. Iskandar Fitri, Prof. Dr. Meilinda Nurbanasri serta semua kolega yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada seluruh mitra riset saya, Prof. Gao Hongmin dari Beijing Institute of Technology, Prof. Taufik dari California Polytechnic State University, San Luis Obispo, USA, Prof. Yifan Chen dari University of Waikato, Australia, Dr. Henry B. Sitorus, Dr. Septi Andriyana, M. Darsono, serta semua kolega yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Kepada seluruh anggota *Wireless and Signal Processing* (WaSP) Riset Group Universitas Indonesia: Dr. Riko Arlando Saragih, Dr. I Ketut Agung Enriko, Dr. Melinda, Dr. Nur Afny, dan semua anggota WaSP UI yang tidak dapat saya sebutkan satu per satau.

Kepada seluruh mahasiswa bimbingan saya baik S1 maupun S2 yang tergabung dalam *Digital – Advanced Wireless Communication* (D-AWC) Riset Group: Indra Iskandar, Masrajuddin, Agustina, Nurwan Reza, dan semuanya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu. Setelah menyelesaikan studi Doktor Teknik Elektro pada tahun 2016, Kami mendirikan Riset Group yang kami namakan: *Digital – Advanced Wireless Communication* (D-AWC). Sampai dengan saat ini, memasuki tahun ke-8 berjalan, riset group kami sudah menghasilkan lebih dari 60 artikel publikasi internasional bereputasi terindeks Scopus.com serta h-Indeks scopus.com kami saat ini 10, HAKI, Paten, buku, pendanaan hibah penelitian dari berbagai lembaga, serta sudah meluluskan 35 mahasiswa Magister Teknik Elektro dan ratusan mahasiswa Sarjana Teknik Elektro.

Hadirin yang saya muliakan,

Pada kesempatan yang membahagiakan sekaligus mengharukan ini, perkenalkan saya menyampaikan rasa terima kasih kepada mereka yang mempunyai arti yang teramat penting dalam perjalanan hidup saya. Kepada kedua orang tua saya, Alm. Drs. Slamet

Samiyono bin Yoso Soehardjo dan Hj. Siti Rahayu binti Padmo Soemarto, yang telah memberikan dukungan yang begitu luar biasa dan tidak dapat dibalas dengan apapun. Kesabaran dan kasih sayang mereka tiada bertepi. Ananda haturkan selalu doa untuk beliau berdua.

Kepada istri tercinta, Fajar Rahayu Ikhwannul Mariati, MT, yang telah menjadi teman hidup setia dalam suka dan duka, yang selalu mencurahkan kasih sayang dan dukungan penuh, serta begitu besar pengorbanannya pada saya agar dapat seimbang menjalani kehidupan sebagai suami, ayah dan berkarir sebagai dosen. Kepada anak pertama saya, Danish Ibrahim Budiyanto. Terima kasih mas telah menemani ayah berjuang mulai S3 bahkan sering kali bobo di laboratorium, selama ayah riset di lab. Sekarang pun membantu ayah dan bunda menjaga adikmu, Danisha Azzahra Budiyanto. Terima kasih telah menjadi Qurrota A'yun ayah dan bunda. Adek Nisha, teman berantem mu sekarang menjadi **Mas PROF ...**

Juga terima kasih kepada Papa MaMa Mertua : Ir. H. Dwi Margono dan Hj. Sri Wiludjeng, MP; kakak dan adik saya mbak Indry, Alm. Mas Bambang, Dek Novi, Dek Ahsan, om Yanto, Bulik Nunung (yang punya panggilan special untuk saya **Le Prof.** ), serta semua bude/bulik, pakde/om, dan sepupu-sepupu serta ponakan-ponakan.

Dalam momen yang bersejarah ini, mari kita bersama-sama menjelajahi masa depan *digital* dengan inovasi khususnya pada bidang *Advanced Wireless Communication*. Teknologi ini membangun fondasi masyarakat global yang semakin terkoneksi, menciptakan dunia yang lebih cerdas, cepat, dan efisien dalam berkomunikasi. Inovasi-inovasi ini membentuk landasan transformasi besar dalam tata kehidupan. Indonesia harus menjadi pelopor bahkan menjadi pemimpin yang mengembangkan teknologi inovasi *Advanced Wireless Communication*. Memperhatikan hal tersebut, teknologi *wireless* yang pesat adalah perkembangan teknologi seluler dari 4G hingga 5G. Teknologi 5G memberikan langkah revolusioner dalam hal kecepatan dan ketersediaan yang mumpuni untuk mendukung teknologi seperti *Massive Multiple Input Multiple Output* (MIMO), *Beamforming*, *Network Slicing*, hingga *Internet of Things* (IoT).

Kemajuan ini menghadirkan tantangan ancaman keamanan dan privasi data yang serius. Dalam menghadapinya, kita perlu fokus pada riset keamanan jaringan, enkripsi data, dan pengelolaan risiko. Kerjasama antara akademik dan industri menjadi tonggak penyatuan ilmu pengetahuan dan ilmu praktisi dalam memastikan teknologi *wireless*

yang aman dan nyaman serta menjadikan Indonesia sebagai pemain utama dalam revolusi teknologi khususnya dalam riset dan implementasi *Advanced Wireless Communication*. Teknologi komunikasi *wireless* merupakan tulang punggung infrastruktur telekomunikasi. Sebagai Profesor dalam bidang ilmu Teknik Elektro, kami berkomitmen untuk mendorong serta memimpin riset dan kolaborasi yang memacu perkembangan teknologi *Advanced Wireless Communication*; memastikan Indonesia berada di garda terdepan penelitian dan implementasi teknologi komunikasi *wireless* yang mutakhir guna tercapainya Visi Indonesia Emas di tahun 2045.

Pencapaian jabatan fungsional tertinggi ini merupakan amanat bagi saya pribadi untuk dapat terus menyumbangsihkan ilmu pengetahuan bagi almamater, bangsa, dan negara tercinta. Untuk itu, saya memohon doa dari hadirin semua, agar saya senantiasa diberikan kemudahan dan kesuksesan dalam menunaikan amanah ini dalam rangka meraih ridho Ilahi Robbi.

Semoga Allah SWT menyatukan hati-hati kita dan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya selalu. Aamiin ya robbal 'alamiin.

Wassalaamu'alaykum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, ST., MT., IPM., Asean-Eng

## CURRRICULUM VITAE

1	Full Name	<b>Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, ST., MT., IPM., Asean-Eng</b>
2	Gender	Male
3	Functional	Guru Besar / Profesor (922 Kum, TMT 1 Agustus 2023)
4	NIP/NIK/Other ID No	1 1282 0342
5	NIDN	03 121182 06
6	Scopus ID / SINTA ID	56043571200 / 6004413
7	Date of Birth	Surakarta, 12 November 1982 (40 tahun)
8	E-mail	sbudiyo@mercubuana.ac.id
9	Phone Number	081802569956
10	Office Address	Jl Meruya Selatan No. 1 Jakarta Barat
11	Office Phone/Fax	-
12	Graduates that have been produced	S-1=....orang; S-2= 35 orang; S-3=...orang
13	Subjects Courses	1 Analog and Digital Telecommunications
		2 Basic Telecommunications
		3 Digital System Design

### History of Education

Program:	S-1	S-2	S-3
University Institution	Institut Teknologi Nasional Bandung	Universitas Indonesia	Universitas Indonesia
Knowledge Field	Teknik Elektro	Teknik Elektro	Teknik Elektro
Entry Year – Graduation Year	2000 – 2007	2008 – 2010	2012 – 2016
Thesis Title	Perancangan dan Implementasi Sepeda Elektrik	Analisis Jumlah Operator Seluler	Peningkatan Kinerja <i>Load Balancing</i> dan <i>UMTS – IEEE 802.11g</i>

	menggunakan Mikrokontroller ATMEL 89S51	Indonesia dengan <i>Chaos Teori</i>	<i>Offload</i> dengan Model Baru <i>Genetic Zone Routing Protocol</i>
Advisor Name/Promotor	Dharma Kusumah, ST. MT	Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng	Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng

### Research Experience in the Last 5 Years

No.	Year	Research Title	Funding	
			Source*	Amount (Million Rupiah)
1	2022	Comparison of LTE-Advanced Network Performance Using the Inter-Band Carrier Aggregation Method	UMB	20
2	2022	Analisa Quality of Service Voice over Internet Protocol (QoS-VoIP) Menggunakan Perbandingan Generic Routing Encapsulation Tunnel+Internet Protocol Security (GRE+IPSec) Dan Internet Protocol In Internet Protocol (IPIP) Berbasis Session Initiation Protocol (SIP)	DIKTI	21,9
3	2022	Analisis Kualitas Layanan Pada Voice over Internet Protocol dengan Virtual Private Network Menggunakan Metode Secure Socket Layer dan Layer 2 Tunneling Protocol Internet Protocol Security	DIKTI	16,3
4	2021	Development of the Spirometry Method Using the ECSC EQUATION Method In The Monitoring System For Body And Lung Temperature	UMB	20
5	2021	Development of a New Fuzzy Model for a Smart Incubator Based on the Internet of Things	UMB	20
6	2021	Analisis Efektivitas Sistem Pembelajaran Elektronik Secara Daring Menggunakan Manajemen Performansi Jaringan Trafik Data Untuk Mensukseskan Merdeka	UMB	10

		Belajar – Kampus Merdeka Di Masa Pandemi Covid-19		
7	2020	Virtual Walk Test Method For Optimizing Lte-Advanced Networks At Indoor Building Coverage	UMB	20
8	2020	Optimalisasi Kinerja Sistem Lampu Penerangan Ruang Genset Power Station Berbasis Internet Of Things Menggunakan ESP32	UMB	10
9	2020	Integrasi Sistem Pemantauan Liftingpump Berbasis Internet Of Things Menggunakan ESP32 Dan Hostinger	UMB	10
10	2020	Pembaharuan Skema Object Recognition Pada Sistem Pemantauan Gedung Parkir Berbasis Iot	UMB	10
11	2020	Optimalisasi Sistem Monitoring Sinar Radiasi Pesawat Rontgen Menggunakan Sistem Android Berbasis Internet Of Things	DIKTI	34,927
12	2020	Analisis Tekno Ekonomi Pembangunan High Throughput Satelite Di Indonesia	DIKTI	35,922
13	2020	Performance Improvement Of Digital Data Communication In HF Radio Wave Using New Model - Advanced Encryption Standard	UMB	20
14	2020	Implementasi Wireless Sensor Network Topologi Star Pada Monitoring Suhu Badan Dan Detak Jantung Manusia	UMB	10
15	2020	Pengembangan Sistem Fertigasi Berbasis Internet Of Things Untuk Peningkatan Produktivitas Perkebunan Nilam Di Nangroe Aceh Darussalam	UMB	10
16	2019	Pengembangan Fuzzy Inference System Sugeno Dalam Rangka Optimalisasi Management Bandwidth Automated Teller Machine Berbasis Wireless Machine To Machine	UMB	9
17	2018	Pengembangan Teknik Rehoming Pada Redundancy Perangkat Bsc Dan Rnc Off Service Micro Cluster Platinum	UMB	9
18	2017	Peningkatan Peran Perguruan Tinggi Di Bidang Informasi Dan Teknologi Guna Mewujudkan Kesejahteraan Masyarakat Di	Lemhannas RI	PPRA LVI



		Wilayah Perbatasan Dalam Rangka Ketahanan Nasional (Kertas Karya Perorangan – TASKAP)		
19	2017	Optimalisasi Kinerja Jaringan Telekomunikasi untuk Pencapaian Jakarta sebagai Kota Ramah Lingkungan (Tahun Kedua)	DIKTI	50
20	2017	Analisa Performansi Skema Sinkronisasi Clock Pada Jaringan IEEE 1588v2	UMB	5
21	2017	Uji Performansi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Pada Aplikasi Triple Play	UMB	5
22	2016	Optimalisasi Kinerja Jaringan Telekomunikasi untuk Pencapaian Jakarta sebagai Kota Ramah Lingkungan (Tahun Pertama)	DIKTI	50
23	2016	Receive Total Wideband Power (RTWP) sebagai Media Uji Performansi Jaringan Multi Operator in-Building Coverage	UMB	3,5
24	2016	Transmisi Gelombang Radio sebagai Media Uji Performansi Radio Internet Protocol (IP)	UMB	3,5
25	2015	Perancangan Routing Protokol Pada Sistem Offloading Jaringan Wi-Fi dan Seluler untuk Optimalisasi Spektrum	DIKTI	183
26	2015	Peningkatan Efisiensi Kinerja Sistem Komunikasi Nirkabel Menggunakan Load Balancing dan Wi-Fi Offload pada Jaringan Mobile Advanced Delivery Networks (MADNET)	DIKTI	50
27	2015	Adaptive Modulation and Coding (AMC) Sebagai Uji Performansi MIMO - OFDM	UMB	3,5
28	2015	Analisa Performansi Kinerja Perangkat NSN Surpass 7070 Series Sebagai Alternatif Media Ethernet Over SDH	UMB	3,5
29	2014	Perancangan Load Balancing trafik Data dan Wi-Fi Offload Radio Kognitif sebagai alternatif solusi bottle neck trafik sistem komunikasi seluler (tahun – kedua)	DIKTI	199,7

30	2014	Analisa Infrastruktur Layanan Voice over Internet Protokol (VoIP) Pada PT. XYZ	UMB	3,5
31	2014	Analisa Quality of Service Aplikasi Video Conference pada Jaringan Wireless System Ad Hoc On-demand Distance Vector	UMB	3,5
32	2013	Perancangan Load Balancing trafik Data dan Wi-Fi Offload Radio Kognitif sebagai alternatif solusi bottle neck trafik sistem komunikasi seluler (tahun – pertama)	DIKTI	173,2
33	2013	Perancangan antena mikrostrip Dual Layer Wideband - Multiband menggunakan aplikasi Ansoft HFSS	UMB	3,5
34	2013	Analisis dimensioning trafik data jaringan 3G menggunakan metode Linier Trimmed Squares (LTS)	UMB	3,5
35	2012	Analisis tingkat kepuasan pelanggan layanan Voice GSM (Studi Kasus Pelanggan di Kawasan Segitiga Emas - Jakarta)	UMB	3,5

#### Experience of Community Service in the Last 5 Years

No.	Year	Title of Community Services	Funding	
			Source*	Amount (Million Rupiah)
1	2020	Pelatihan Aplikasi Jualan On Line Bagi PKBM di Meruya Selatan	UMB	4
2	2019	Pelatihan Dasar Penggunaan Software Matlab Untuk Pengolahan Citra Digital Untuk Siswa/I Sma Di Meruya Selatan Universitas Mercu Buana Jakarta Barat	UMB	3,5
3	2018	Pelatihan Aplikasi Jualan On Line Bagi Masyarakat Di Lingkungan Meruya Selatan	UMB	3,5
4	2017	Pembekalan Kewirausahaan di Bidang Teknologi Informasi Bagi Siswa SMU di Lingkungan Universitas Mercu Buana	UMB	3,5

5	2017	Pelatihan Pengenalan Software Wireshark - Bagi Siswa SMU di Lingkungan Universitas Mercu Buana	UMB	3,5
6	2016	Pelatihan Penerapan Teknologi Informasi sebagai Sarana Kewirausahaan bagi Siswa SMU di Lingkungan Universitas Mercu Buana III (Siswa/i SMUN 87 Jakarta)	UMB	3,5
7	2015	Pelatihan Pengenalan Software Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tools (SEAMCAT)	UMB	3,5
8	2014	Pelatihan Pengenalan software Matlab Programming	UMB	3,5
9	2013	Pelatihan penerapan Teknologi Informasi Sebagai Sarana kewirausahaan angkatan II (Siswa/i SMUN 101 Jakarta)	UMB	1,5
10	2012	Pelatihan penerapan Teknologi Informasi Sebagai Sarana kewirausahaan angkatan I (Siswa/i SMUN 87 Jakarta)	UMB	1,5

\* Write down the source of funding both from the DIKTI research scheme and from other sources

**Publication of Scientific Articles in Journals / Proceeding [Internasional Bereputasi – Scopus Indexed] in the Last 5 Years**

No.	Year	Scientific Articles Title	Journal Name	Volume / Number / Year
1	2023	Comparative Analysis of VPN Protocols at Layer 2 Focusing on Voice over Internet Protocol	IEEE Access	IEEE Access Vol. 11, June 2023 pp. 60853-60865
2	2022	PELATIHAN APLIKASI JUALAN ONLINE BAGI PKBM DI MERUYA SELATAN	Minda Baharu	Minda Baharu Vol. 6, No. 2, Dec 2022 pp. 276-282
3	2023	Auto Discover Virtual Private Network Using Border Gateway Protocol Route Reflector	2022 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)   Conference Proceeding	vol: 2023-Jan   issue:   2022-01-02 pp. 123-129

4	2023	QoS Analysis on VoIP with VPN using SSL and L2TP IPSec Method	2022 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)     Conference Proceeding	vol: 2023-Jan   issue:   2022-01-02 pp. 130-136
5	2022	Smart Door Lock Prototype Design at Internet of Things-Based Airport	5 <sup>Th</sup> IEEE International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)     Conference Proceeding	vol: 2022-Dec   issue:   2022-12-09 pp. 331-334
6	2022	Designing a Thief Detection Prototype using Banana Pi M2+ Based Image Visual Capture Method and Email Notifications	5 <sup>Th</sup> IEEE International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)     Conference Proceeding	vol: 2022-Dec   issue:   2022-12-09 pp. 293-296
7	2022	Analysis QoS VoIP using GRE+IPSec Tunnel and IPIP Based on Session Initiation Protocol	5 <sup>Th</sup> IEEE International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)     Conference Proceeding	vol: 2022-Dec   issue:   2022-12-09 pp. 47-54
8	2022	Internet of things implementation and analysis of fuzzy Tsukamoto in prototype irrigation of rice.	International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)	IJECE Vol. 12, No. 6, Dec 2022 pp. 6022-6033
9	2022	Design a Temporary Package Storage System Using Arduino Mega 2560-Based Password	2021 3rd International Conference on Research and Academic Community Services (ICRACOS)     Conference Proceeding	vol: 2022-Feb   issue:   2022-02-09 pp. 214-218
10	2022	Development of Internet of Things Based Fertigation System for Improving Productivity of Patchouli Plantation	2021 3rd International Conference on Research and Academic Community Services (ICRACOS)     Conference Proceeding	vol: 2022-Feb   issue:   2022-02-09 pp. 230-233
11	2022	Optimizing the Performance of The Power Station Generator Space Lighting System Performance Based on	2021 3rd International Conference on Research and Academic Community Services (ICRACOS)     Conference Proceeding	vol: 2022-Feb   issue:   2022-02-09 pp. 219-224

		Internet of Things Using ESP32		
12	2022	Integration of Lifting Pump Monitoring System Using ESP32 And Hostinger With Internet of Things Based	2021 3rd International Conference on Research and Academic Community Services (ICRACOS)     Conference Proceeding	vol: 2022-Feb   issue:   2022-02-09 pp. 225-229
13	2022	1 X 1000 KVA Transformator Measurement Analysis Using Vector Group Dyn-11 and Off Load Tap Changer	Conference on Broad Exposure to Science and Technology 2021 (BEST 2021)     Conference Proceeding	vol: 2022-Feb   issue:   2022-02-01 pp. 155-159
14	2022	Simulation of X-Ray Plane Using Visual Basic Applications	Conference on Broad Exposure to Science and Technology 2021 (BEST 2021)     Conference Proceeding	vol: 2022-Feb   issue:   2022-02-01 pp. 160-165
15	2022	Analysis of LTE 900 Implementation to Increase Coverage and Capacity of 4g Lte Network on Telkomsel Provider	Conference on Broad Exposure to Science and Technology 2021 (BEST 2021)     Conference Proceeding	vol: 2022-Feb   issue:   2022-02-01 pp. 166-172
16	2022	Closed-loop Dual Comparator and Its Applications	2021 3rd International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering (ICECIE)    Conference Proceeding	vol: 2022-Jan   issue:   2022-01-07 pp. 1-6
17	2021	Perancangan Purwarupa Pendeteksian Masker Menggunakan Mobilenetv2 dan Sensor Suhu GY-906 MLX-90614 Berbasis OpenCV	PETIR	PETIR Vol. 15, No. 1, Dec 2021 pp. 102-112
18	2021	Analysis of The Effectiveness of Online Electronic Learning System Using Data Traffic Network Performance Management to Succeed Merdeka Learning –	INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS	iJET Vol. 67, No. 4, Nov 2021 pp. 595-601

		Merdeka Campus During the Covid-19 Pandemic		
19	2021	Optimization of X-ray parameter monitor wireless system based on internet of things	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering     Conference Proceeding	Vol: 2021-Oct   Issue:  2021-10-20 p. 012024
20	2021	Delivery of Data Digital High Frequency Radio Wave Using Advanced Encryption Standard Security Mechanism	2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)    Conference Proceeding	vol: 2021-Aug   issue:   2021-08-04 pp. 386-390
21	2021	Improvement ff Quality and Signal Coverage LTE In Bali Province Using Drive Test Method	2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)    Conference Proceeding	vol: 2021-Aug   issue:   2021-08-04 pp. 376-380
22	2021	Real-Time Examination System for New Students at Pandemic Time Covid 19 Using Fuzzy Logic	2021 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)    Conference Proceeding	vol: 2021-Sept   issue:   2021-09-10 pp. 219-224
23	2021	1 X 1000 KVA Transformator Measurement Analysis Using Vector Group Dyn-11 and Off Load Tap Changer	Journal of Integrated and Advanced Engineering (JIAE)	JIAE Vol. 2, No. 2, Sept 2021 pp. 53-64
24	2021	LOAD BALANCE OPTIMIZATION IN PEER CLASSIFIER ROBIN METHOD AS HYBRID FROM PEER CONNECTION CLASSIFIER AND ROUND ROBIN METHODS	Journal of Engineering Science and Technology (JESTEC)	JESTEC Vol. 16, No. 3, June 2021 pp. 2528-2543
25	2021	Design a Monitoring and Control in Irrigation Systems using Arduino Wemos with the Internet of Things	Journal of Integrated and Advanced Engineering (JIAE)	JIAE Vol. 1, No. 1, March 2021 pp. 53-64

26	2021	A PENGENALAN KOMPONEN ELEKTRONIKA RASPBERRY PI UNTUK KALANGAN SISWA DAN SISWI DI KEMBANGAN UTARA: PENGENALAN KOMPONEN ELEKTRONIKA RASPBERRY PI UNTUK KALANGAN SISWA DAN SISWI DI KEMBANGAN UTARA	Jurnal Abdimas ADPI Sains dan Teknologi	Jurnal Abdimas ADPI Sains dan Teknologi Vol. 1, No. 2, June 2021: pp. 24-32
27	2021	A queue theory in the cross-polarization of antenna in satellite communication	Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)	IJEECS Vol. 22, No. 2, May 2021 pp. 884-892
28	2021	Economic technology analysis of LTE advanced pro dual spectrum licensed and unlicensed access using discounted cash flow methods	Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)	IJEECS Vol. 22, No. 1, April 2021 pp. 342-351
29	2021	Design and monitoring body temperature and heart rate in humans based on WSN using star topology	Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)	IJEECS Vol. 22, No. 1, April 2021, pp. 342-351
30	2021	The automatic and manual railroad door systems based on IoT	Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)	IJEECS Vol. 21, No. 3, March 2021, pp. 1847-1855
31	2020	PENGENALAN TEKNOLOGI ROBOT MENGGUNAKAN SOFTWARE ROBOMIND 4 UNTUK REMAJA MASJID AL	Minda Baharu	Minda Baharu Vol. 4, No. 2, Dec 2020 pp. 115-121

		HIKMAH TAMAN ARIES JAKARTA BARAT		
32	2020	Coexistence Analysis of 5G and Satellite Networks at 3.5 GHz Frequency	2020 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)     Conference Proceeding	vol: 2021-Jan   issue:   2021-01-25. pp. 1-5
33	2020	Bandpass Filter Design using the Square Loop Resonator on 3 GHz Frequency for Radar Applications	2020 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)     Conference Proceeding	vol: 2021-Jan   issue:   2021-01-25. pp. 106-110
34	2020	Techno-Economics on Implementation of FTTH Network for Broadband Services	2020 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)     Conference Proceeding	vol: 2021-Jan   issue:   2021-01-25. pp. 148-153
35	2020	Design of a conductive material detection system	International Journal of Robotics and Automation (IJRA)	IJRA Vol. 9, No. 4, Dec 2020 pp. 292-299
36	2020	Optimization of Sugeno Fuzzy Logic Based on Wireless Sensor Network in Forest Fire Monitoring System	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Industrial Electrical and Electronics (ICIEE)     Conference Proceeding	Vol: 2020-Dec   Issue:  2020-12-07 pp. 126-134
37	2020	Integration of OpenCV raspberry pi 3B+ and camera sensor in access control of vehicle ignition key system	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering     Conference Proceeding	Vol: 2020-Oct   Issue:   2020-11-10 p. 012002
38	2020	Design of control and monitoring tools for electricity use loads, and home security systems with internet of things system based on Arduino Mega 2560	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering     Conference Proceeding	Vol: 2020-Oct   Issue:   2020-11-10 p. 012002
39	2020	A Novel Op-Amp Based LC Oscillator for Wireless Communications	IECON 2020 - The 46 <sup>th</sup> Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IES)	Vol: 2020- Nov   2020-11-18   pp. 2243-2248



40	2020	Design of 2.4 GHz and 5.8 GHz Microstrip Antenna on Wi-Fi Network	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	vol: 2020-Sept   issue:   2020-11-09. pp. 6-11
41	2020	Classification of Network Status in Academic Information Systems using Naive Bayes Algorithm Method	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	vol: 2020-Sept   issue:   2020-11-09. pp. 107-112
42	2020	Improvement of Policy Charging Control Flow Based on Internet Subscribers Behavior	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	vol: 2020-Sept   issue:   2020-11-09. pp. 113-118
43	2020	The Utilisation of Information Systems for VSAT Development in Rural Areas	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	vol: 2020-Sept   issue:   2020-11-09. pp. 119-122
44	2020	LTE Implementation Model with Combination Carrier Aggregation Based on Area Demographics	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	vol: 2020-Sept   issue:   2020-11-09. pp. 123-128
45	2020	Feasibility Analysis the Implementation of the Dual Spectrum Licensed and Unlicensed Enhanced License Assisted Access (ELAA) on LTE Networks with the Techno-Economic Method	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	vol: 2020-Sept   issue:   2020-11-09. pp. 129-134
46	2020	Sensor Selection Comparison Between Fuzzy Topsis	Sinergi	SINERGI Vol. 24, No. 3, Oct 2020 pp. 207-212

		Algorithm and Simple Additive Weighting Algorithm In Automatic Infuse Monitoring System Application		
47	2020	Overcurrent Relay Coordination using an Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems (ANFIS)	Electrotehnică, Electronică, Automatică (EEA)	EEA, Vol. 68, No. 3, Sept 2020 pp.55-62
48	2020	Soil Micro Energy Harvester for IoT-WSN Application	Technology Reports of Kansai University (TRKU)	TRKU Vol. 62, Issue 05, June 2020 pp. 2493 - 2499
49	2020	Techno-economic analysis of satellite implementation as a broadband internet provider in Indonesia	Journal of Physics: Conference Series	vol: 2020-Oct   issue:   2020-05-28. p. 012082
50	2020	Public street lighting control and monitoring system using the internet of things	AIP Conference Proceedings	vol: 2020-Apr   issue:   2020-04-13. p. 030103
51	2020	Design of a telemedicine robot using behavior-based control architecture	AIP Conference Proceedings	vol: 2020-Apr   issue:   2020-04-13. p. 030092
52	2020	Optimalisasi Devstack / Private Cloud Storage Guna Meningkatkan Performansi Network Function Virtual	TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol	TELKA Vol. 6, No. 1, May 2020 pp. 1-9
53	2020	New Method to Improve The Quality of Data Recording Odontogram Through Occlusal Dental Photography For Forensic Odontology	International Journal of Advanced Science and Technology (IJAST)	IJAST Vol. 29, No. 6, April 2020 pp. 1235-1251
54	2020	Stepper motor movement design based on FPGA	International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)	Vol. 10, No. 1, February 2020 pp. 151~159

55	2019	Design of Telemedicine Robot using Behavior-based Control Architecture with Two-Step Fuzzy Logic Optimization	Journal of Computer Science	Journal of Computer Science 2019, Vol. 15, No. 11 pp. 1617.1626
56	2019	Depression and Anxiety Detection Through The Closed-Loop Method Using DASS-21	TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control	Telkomnika Vol. 17, No.4, Aug 2019 pp. 2087-2097
57	2019	Analisis Kelayakan Project Loon di Indonesia	Elkomika,   Journal Nasional Terakreditasi Kemenristekdikti	Elkomika Vol. 7, No. 2, May 2019, pp.392-403
58	2019	New design of lightweight authentication protocol in wearable technology	TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control.   Journal Internasional bereputasi	Telkomnika Vol. 17, No. 2, April 2019 pp. 561-572
59	2018	RTP analysis for the video transmission process on WhatsApp and Skype against signal strength variant	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering   Conference Proceeding	vol: 453-Nov 2018   issue:   2018-11-29.
60	2018	Upgrading the S-NCI Key Establishment Protocol Scheme to be Secure and Applicable	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering   Conference Proceeding	vol: 453-Nov 2018   issue:   2018-11-29.
61	2018	Dynamic Traffic Light Timing Control System using Fuzzy TOPSIS Algorithm	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering   Conference Proceeding	vol: 453-Nov 2018   issue:   2018-11-29.
62	2018	Eigenvalues of Antiadjacency Matrix of Directed Cyclic Dumbbell Graph	Journal of Physics: Conference Series     Conference Proceeding	vol: 1108   issue: 1   2018-12-04
63	2018	Design and analysis QoS VoIP using routing Border Gateway Protocol (BGP)	2017 International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering,	vol: 2018-January   issue:   2018-01-29

			BCWSP 2017    Conference Proceeding	
64	2017	A New Model of Genetic Zone Routing Protocol (GZRP): The Process of Load Balancing and Offloading on The UMTS - IEEE 802.11g Hybrid Networks	TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control.	Vol.15, No.2, June 2017, pp. 698-705
65	2017	IP over Radio: a Performance Evaluation for IoT System with Various Data Transmission Technique	Advanced Science Letters, American Scientific Publishers	Volume 23, Number 6, June 2017, pp. 5581-5583(3)
66	2016	Improved Performance of Hybrid Algorithm for 3G – WiFi Offload Networks	Jurnal Teknologi ( <i>Science and Engineering</i> )	Vol 78, No 5-9, June 2016 pp. 7 – 11
67	2016	Performance Test of Various Types of Antenna Arrays in Real Propagation Environment	Institute of Physics Publishing (IOP) Conference Series: Materials Science and Engineering	Volume 105, Number 1, 2016
68	2016	Achieving Robust and Stable Data Transmission on MPLS-TP Based Network using Ring Protection	Global Journal of Engineering and Technology Review	Vol. 1 (1) 41 – 48 (2016)
69	2016	Optimization Backhaul Capacity for LTE Network Using Ethernet Based Technique	Global Journal of Engineering and Technology Review	Vol. 1 (1) 63 – 68 (2016)
70	2014	An intelligent load balancing and offloading in 3G - WiFi offload network using hybrid and distance vector algorithm	IEEE Symposium on Wireless Technology and Applications, ISWTA	-

71	2014	Performance Analysis of Genetic Zone Routing Protocol Combined with Vertical Handover Algorithm in 3G – WiFi Offload	Journal of ICT Research and Applications	Vol. 8 no.1 pp. 49 – 63, Mei 2014 (Nama Pertama)
72	2014	Implementation Dedicated Sensing Receiver (DSR) in 3G - WiFi Offload	Proceedings - 2014 International Conference on Smart Green Technology in Electrical and Information Systems: Towards Greener Globe Through Smart Technology, ICSGTEIS 2014	-
73	2013	Implementation of genetic zone routing protocol (GZRP) in 3G-WiFi Offload Multi Base Station	IEEE Region 10 Annual International Conference, Proceedings/TENCON	-
74	2012	Analisis Quality of Service Aplikasi Video Conference pada Jaringan Wireless Sistem Ad Hoc	Tesla	14/2/2012 Oktober 2012
75	2011	Reposisi Pengelolaan bisnis VSAT PT Telekomunikasi Indonesia di subdivisi Satelit	Faktor	Oktober 2011
76	2011	Kebijakan pengembangan broadband di masa depan Studi kasus : Roadmap broadband di Indonesia	Terra Hertz	5/1/2011 Februari 2011
77	2010	Pengaruh perencanaan strategis terhadap kinerja finansial divisi-divisi pada PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk	Faktor	Desember 2010

\* Write down the source of funding both from the DIKTI research scheme and from other sources

**Scientific Seminar Speaker (Oral Presentation) in the Last 5 Years**

No	Scientific Seminar Speaker	Journal Name	Date and Time
1	2020 9 <sup>th</sup> IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)	Coexistence Analysis of 5G and Satellite Networks at 3.5 GHz Frequency	17 - 18 December 2020, Institut Teknologi Batam, Indonesia
2	2020 9 <sup>th</sup> IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)	Bandpass Filter Design using the Square Loop Resonator on 3 GHz Frequency for Radar Applications	17 - 18 December 2020, Institut Teknologi Batam, Indonesia
3	2020 9 <sup>th</sup> IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)	Techno-Economics on Implementation of FTTH Network for Broadband Services	17 - 18 December 2020, Institut Teknologi Batam, Indonesia
4	IECON 2020 - The 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IES)	A Novel Op-Amp Based LC Oscillator for Wireless Communications	18 - 21 Oktober 2020, Marina Bay Sands Expo and Convention Centre, Singapore
5	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	Design of 2.4 GHz and 5.8 GHz Microstrip Antenna on Wi-Fi Network	28 - 30 September 2020, Yogyakarta - Indonesia
6	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband	Classification of Network Status in Academic Information Systems using	28 - 30 September 2020, Yogyakarta - Indonesia

	Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	Naive Bayes Algorithm Method	
7	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	Improvement of Policy Charging Control Flow Based on Internet Subscribers Behavior	28 - 30 September 2020, Yogyakarta - Indonesia
8	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	The Utilisation of Information Systems for VSAT Development in Rural Areas	28 - 30 September 2020, Yogyakarta - Indonesia
9	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	LTE Implementation Model with Combination Carrier Aggregation Based on Area Demographics	28 - 30 September 2020, Yogyakarta - Indonesia
10	2020 2 <sup>nd</sup> International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2020     Conference Proceeding	Feasibility Analysis the Implementation of the Dual Spectrum Licensed and Unlicensed Enhanced License Assisted Access (ELAA) on LTE Networks with the Techno-Economic Method	28 - 30 September 2020, Yogyakarta - Indonesia
11	28th World Conference on Applied Science Engineering & Technology (WCASET)	New method to improve the quality of data recording odontogram through occlusal dental photography for forensic odontology	29 April 2020, Jakarta - Indonesia

12	1st Borobudur International Symposium on Applied Science and Engineering (BIS-ASE) 2019	Techno-economic analysis of satellite implementation as a broadband internet provider in Indonesia	16 October 2019, Magelang, Indonesia
13	2018 International Conference on Design, Engineering and Computer Sciences 2018 (ICDECS 2018)	Upgrading the S-NCI Key Establishment Protocol Scheme to be Secure and Applicable	9 Agustus 2018, Jakarta - Indonesia
14	2017 Temu Nasional - Forum Teknik Elektro Indonesia	Strategi Pengembangan Skema Load Balancing Multicarrier Trafik Data Pada Jaringan Heterogen	18 – 21 Oktober 2017, Gorontalo – Indonesia
15	2016 Advanced Research in Electronic Engineering and Information Technology International Conference (AVAREIT)	Smart BTS : Design and Implementation of System Clearance of Base Transceiver Station Used Password	23 – 25 Agustus 2016, Bali Indonesia
16	2016 3rd International Conference on Computer, Communication (I4CT)	IP over Radio: a Performance Evaluation for IoT System with Various Data Transmission Technique	19 – 21 April 2016, Kinabalu, Sabah - Malaysia
17	2015 Advanced Research in Electrical and Electronic Engineering Technology	Optimization of Spectrum in the Mobile Advanced Delivery Networks Using Hybrid Algorithm	24 – 26 November 2015, Bandung Indonesia
18	International Conference on Engineering Technology for Sustainable Development (ICET4SD) 2015	Performance Test of Various Types of Antenna Arrays in Real Propagation Environment	11 – 12 November 2015, Yogyakarta Indonesia



19	International Conference on Smart Green Technology in Electrical and Information Systems	Implementation of Dedicated Sensing Receiver (DSR) in 3G - WiFi Offload	5 – 7 November 2014, Bali Indonesia
20	International Joint Research University of Indonesia – University of Western Australia	Load Balancing and WiFi Offload in MANET : An Alternative Solution for Bottle Neck Traffic in Mobile Communication Systems	Oktober 2014, Perth – Western Australia
21	IEEE Symposium on Wireless and Technology Application	An Intelligent Load Balancing and Offloading in 3G – WiFi Offload Network Using Hybrid and Distance Vector Algorithm	28 September – 1 Oktober 2014, Kota Kinabalu - Malaysia
22	IEEE Tencon - 2013	Implementation of Genetic Zone Routing Protocol (GZRP) in 3G-WiFi Offload Multi Base Station	22 – 25 Oktober 2013, Xi'an - China
23	Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu	Efisiensi performansi penerapan teknologi jaringan GSM dengan UMTS dan HSDPA	8 Desember 2012, Jakarta - Indonesia
24	3rd Makassar International Conference on Electrical Engineering and Informatics	Load Balancing and Wi-Fi Offload at Cognitive Radio as a medium for efficient use of traffic capacity between Node-B	28 November – 1 Desember 2012, Makassar - Indonesia
25	Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Telekomunikasi	Analisa QOS Aplikasi <i>Video Convergence</i> pada Jaringan <i>Wireless System Ad Hoc</i>	14 November 2012, Jakarta – Indonesia
26	Seminar Nasional – Rekayasa Sains dan Teknologi	Penghapusan Pengkodean Untuk Aplikasi Video Real Time dengan Cepat	14 November 2012, Padang – Indonesia
27	Seminar Nasional Pengaplikasian Telematika	Keamanan Transaksi Internet Banking dengan Digital Signature Standard (DSS)	7 Juli 2012, Jakarta - Indonesia
28	The 6th Electrical Power, Electronis, Communication,	Improvement in Performance of WLAN 802.11e Using Genetic Fuzzy Admission Control	30 – 31 Mei 2012, Malang - Indonesia

	Controls and Informatics Seminar		
29	Seminar Nasional Pengkajian dan Penerapan Teknologi Industri ke-3	Simulasi Penghitungan Bit Error Rate dengan Pengkodean Hamming	28 April 2012, Jakarta – Indonesia

\* Write down the source of funding both from the DIKTI research scheme and from other sources

### Books in the Last 5 Years

No	Book	Year	Total Pages	Publisher
1	Peningkatan Peran Perguruan Tinggi Di Bidang Informasi dan Teknologi ISBN: 978-623-91927-1-6	2019	90	Andi Offset
2	Peningkatan Kinerja Load Balancing Dan UMTS - IEEE 802.11g Offload Dengan Model Baru Genetic Zone Routing Protocol. ISBN: 978-623-91927-0-9	2019	192	Andi Offset
3	SISTEM FUZZY: Panduan Lengkap Aplikatif ISBN : 978-623-01-1167-9	2021	160	Andi Offset

### Acquisition of Intellectual Property Rights in the Last 5-10 Years

No	Title/Theme of Intellectual Property Rights	Year	Type	P/ID Number
1	Traktor Otomatis Pengolah Tanaman Padi	2019	Patent, Registration Creation - Patent	Patent Number : IDP000057688
2	Protokol Lightweight Authentication Sebagai Perlindungan Pencurian Smartphone pada Wearable Technology	2018	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Registration Number : 000110329, 1 Mei 2018
3	Peningkatan Kinerja Electronic Data Capture	2018	Intellectual Property Rights, Registration	Registration Number :

No	Title/Theme of Intellectual Property Rights	Year	Type	P/ID Number
	Dengan Adaptive Neuro Fuzzy Interference System(ANFIS).		Creation – Scientific Work	000110327, 1 April 2018
4	Peningkatan Peran Pendidikan Kewirausahaan Di Perguruan Tinggi Guna Meningkatkan Semangat Bela Negara Dalam Rangka Penguatan Ketahanan Nasional.	2018	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Registration Number : 000110983, 4 Juni 2018
5	Antisipasi Perubahan Iklim Guna Menjaga Keberlanjutan Pembangunan Dalam Rangka Ketahanan Nasional.	2018	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Registration Number : 000109764, 1 Februari 2018
6	Peningkatan Kinerja Jaringan Voice Over Internet Protocol Menggunakan Model Baru Routing Gateway Protocol.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110325, 1 Desember 2017
7	Peningkatan Peran Perguruan Tinggi Di Bidang Informasi dan Teknologi Guna Mewujudkan Kesejahteraan Masyarakat Di Wilayah Perbatasan Dalam Rangka Ketahanan Nasional.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110328, 1 Oktober 2017
8	Revitalisasi Ekonomi Berbasis Konstitusi UUD NRI 1945 Guna Mengatasi Ketimpangan Dalam Rangka Ketahanan Nasional.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110320, 1 Desember 2017
9	Penguatan Sistem Pertahanan Negara Yang Berorientasi Kemaritiman Guna Mewujudkan Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110984, 3 April 2017
10	Optimalisasi Ristek Guna Meningkatkan Produktivitas Nasional Di Era Revolusi Industri.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110985, 1 Juli 2017

No	Title/Theme of Intellectual Property Rights	Year	Type	P/ID Number
11	Penguatan Kebijakan Pemerintah Guna Menciptakan Tata Kelola Yang Baik Dalam Rangka Mewujudkan Ketahanan Nasional.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110324, 1 Juli 2017
12	Pengelolaan Sumber Daya Kelautan Yang Berdaulat Dan Berkelanjutan Guna Pembangunan Keunggulan Kompetitif Perokonomian Yang Berkeadilan Dalam Rangka Ketahanan Nasional.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110323, 3 Oktober 2017
13	Konsistensi Penerapan Azas Persamaan Di Hadapan Hukum Guna Meningkatkan Kepercayaan Dan Partisipasi Masyarakat Dalam Rangka Pembangunan Nasional.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110322, 1 Mei 2017
14	Meningkatkan Toleransi Keagamaan Guna Menanggulangi Terosisme Dalam Rangka Ketahanan Nasional.	2017	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000109765, 1 Desember 2017
15	Peningkatan Kinerja Load Balancing Dan UMTS - IEEE 802.11g Offload Dengan Model Baru Genetic Zone Routing Protocol.	2016	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 000110326, 1 Mei 2016
16	Perancangan Load Balancing Trafik Data dan WI-FI Offload Radio Kognitif sebagai Alternatif Solusi Bottle Neck Trafik Sistem Komunikasi Seluler.	2014	Intellectual Property Rights, Registration Creation – Scientific Work	Nomor pencatatan : 069994, 22 Agustus 2014

**Awards in the Last 10 Years (From Government, Associations or other institutions)**

No	Award Type	Awarding Institution	Year
1	Beasiswa Program Peningkatan Kualitas Publikasi Internasional (Sandwich Like – 2013)	DIKTI	2013
2	Beasiswa Program Pasca Sarjana (BPPS)	DIKTI	2012 - 2015
3	Program Pendidikan Reguler Angkatan LVI (Ikatan Keluarga Alumni Lemhannas RI)	Lembaga Ketahanan Nasional – Republik Indonesia (Lemhannas RI)	2017