



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

**Profesor Nana Rachmana Syambas**

**MENGANTISIPASI PERKEMBANGAN  
TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI  
DI MASA DEPAN**

28 Juli 2018  
Aula Barat Institut Teknologi Bandung

**Orasi Ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung**  
28 Juli 2018

**Profesor Nana Rachmana Syambas**

**MENGANTISIPASI PERKEMBANGAN  
TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI  
DI MASA DEPAN**



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: MENGANTISIPASI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI  
TELEKOMUNIKASI DI MASA DEPAN  
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,  
tanggal 28 Juli 2018.

**Hak Cipta dilindungi undang-undang.**

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

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

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

Hak Cipta ada pada penulis  
Data katalog dalam terbitan

Nana Rachmana Syambas  
MENGANTISIPASI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI  
DI MASA DEPAN  
Disunting oleh Nana Rachmana Syambas

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2018  
vi+58 h., 17,5 x 25 cm  
**ISBN 978-602-6624-16-1**

1. Teknologi Telekomunikasi 1. Nana Rachmana Syambas

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Kuasa, Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, bahwasanya atas segala berkat dan rahmatNya, saya dapat menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini. Penghargaan dan rasa hormat serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung, atas perkenannya saya menyampaikan orasi ilmiah ini pada Sidang Terbuka Forum Guru Besar yang terhormat ini.

Orasi ilmiah yang disampaikan ini berjudul: “MENGANTISIPASI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI DI MASA DEPAN”, merupakan suatu rekam jejak penelitian sebagai seorang dosen, komitmen dan pertanggungjawaban secara akademik setelah saya diangkat sebagai seorang guru besar di bidang Telekomunikasi.

Semoga tulisan ini dapat memberikan wawasan, dan inspirasi yang bermanfaat bagi para pembaca untuk terus bisa mengikuti perkembangan teknologi, khususnya dibidang Teknologi Jaringan Telekomunikasi.

Bandung, 28 Juli 2018

**Nana Rachmana Syambas**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
1. PENDAHULUAN .....	1
2. TELAAH LITERATUR DAN PUSTAKA .....	6
2.1. Jaringan Telekomunikasi .....	6
2.1.1. Jaringan Telekomunikasi Berbasis IP .....	7
2.1.2. Jaringan Telekomunikasi Berbasis Konten (NDN) .....	9
2.2. Teknologi Radar (Radio Detection and Ranging) .....	15
2.2.1. Radar Bawah Tanah (GPR) .....	17
2.2.2. Radar Cuaca .....	19
3. RISET DALAM MENGANTISIPASI PERKEMBANGAN .....	24
3.1. Riset di Bidang Radar .....	24
3.2. Riset di Bidang Jaringan .....	33
4. PENUTUP .....	41
5. UCAPAN TERIMA KASIH .....	42
6. DAFTAR PUSTAKA .....	44
7. CURRICULUM VITAE .....	47

# MENGANTISIPASI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI DI MASA DEPAN

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi berjalan dengan sangat cepat dan pesat. Oleh karena itu, upaya penguasaan teknologi telekomunikasi juga harus dilakukan agar bangsa Indonesia dapat berperan di dalam pengembangan teknologi telekomunikasi dan tidak hanya sebagai konsumen teknologi yang berasal dari luar negeri. Di sisi lain, peran teknologi telekomunikasi di dalam pembangunan ekonomi suatu negara sudah tidak dapat disangkal lagi. Pemerataan infrastruktur telekomunikasi pada suatu negara dapat membantu peningkatan laju ekonomi negara yang bersangkutan yang pada gilirannya akan mensejahterakan masyarakat bangsa itu sendiri.

Membahas tentang telekomunikasi, tidak terlepas dari bagian inti yang penting, yaitu jaringan. Teknologi jaringan telekomunikasi ini sangat dinamis dan cepat transformasi perubahannya dari mulai yang konvensional, disebut generasi 1 (*telephone networks*, yang fokus pada koneksi kabel), berupa sistem jaringan telepon dimana dari sudut jaringan merupakan interkoneksi perkabelan dari pemanggil ke yang dipanggil (*end-to-end* yang sifatnya *call-centric*). Era telekomunikasi ini dimulai pada tahun 1876 dengan teknologi *switch-board manual*, dimana proses penyambungan dilakukan secara manual oleh orang. Kemudian

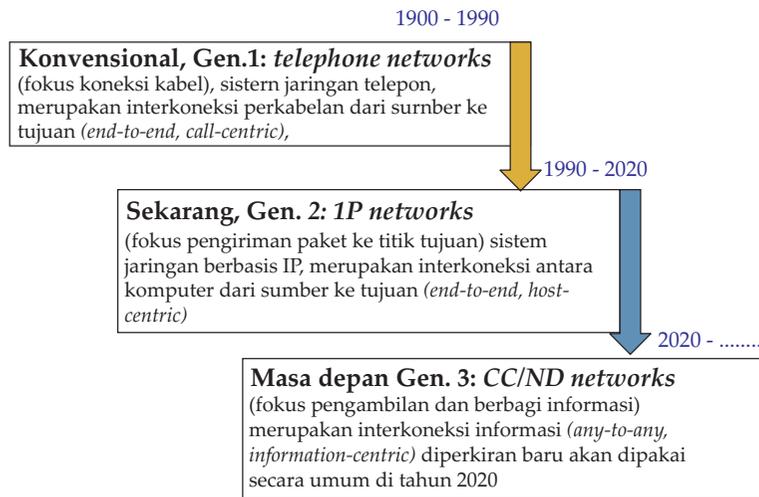
berkembang di awal abad 20 secara semi otomatis dengan menggunakan rele-rele elektromagnetis dan terakhir diakhir abad 20, secara otomatis penuh dengan menggunakan gerbang elektronis (IC) dengan pengendalian berbasis komputer (SPC). Di era ini ketika saluran komunikasi digunakan oleh pihak yang berkomunikasi tidak dapat digunakan oleh pihak lain.

Era teknologi sekarang dikenal dengan generasi 2. (*IP networks*, yang fokus pada pengiriman paket ke titik tujuan) berupa sistem jaringan berbasis IP dimana terjadi interkoneksi antara mesin/komputer dari sumber ke tujuan (*end-to-end* yang sifatnya *host-centric*). Era Internet (Chen, 2009) dimulai diakhir abad 20, didanai oleh Advance Research Project Agency. Konsep telekomunikasi berkembang dan menggunakan komunikasi berbasis paket, di mana data yang dikirimkan oleh setiap pengguna dibagi menjadi paket, dengan header IP sebagai protokol lapisan jaringan, dengan ukuran tertentu untuk ditransmisikan melalui jaringan. Menggunakan IP, permintaan dari pengguna diteruskan melalui node (router) lain dalam jaringan. Balasan permintaan data dikirim ke pengguna melalui jalur tertentu yang telah dibentuk melalui proses routing di jaringan. Perkembangan media sosial yang masif kearah broadband dan bersifat global, mendorong kebutuhan jaringan yang jauh lebih kompleks dan dituntut respon delay yang cepat (misalnya teknologi wireless 5G mempersyaratkan delay akses tidak lebih dari 1 msec.). Peningkatan lalu lintas data global untuk 2019 diperkirakan 64 kali lipat dari data lalu lintas 2005 (Dehghan, 2016). Metode tradisional yang

meningkatkan jumlah kapasitas atau spektrum diperkirakan sudah tidak bisa lagi memenuhi kebutuhan. Dengan kata lain, jaringan berbasis IP yang ada sekarang akan mengalami banyak kesulitan dan inefisiensi untuk bisa memenuhi kebutuhan dimasa mendatang.

Teknologi yang akan datang, di era revolusi Industri 4.0, yang diperkirakan baru akan dipakai secara umum di tahun 2020, yaitu generasi 3 (CCN/NDN Networks), yang fokus pada pengambilan dan berbagi informasi merupakan interkoneksi informasi (*any-to-any* yang sifatnya *information-centric*). Pada tahun 2009, Jacobson dkk (Jacobson, 2009) mengusulkan paradigma baru berupa jaringan berbasis konten. Konsep ini telah diangkat beberapa tahun sebelumnya dalam proyek-proyek penelitiannya dan diberi nama Konten-Centric Networking (CCN) yang awalnya dikembangkan di Xerox's Palo Alto Research Center dan saat ini berkembang menjadi Named Data Network yang diprakarsai oleh NSF-Funded Future Internet Architecture Project. Konsep ini menggantikan paradigma 'di mana' dengan konsep 'apa', di mana permintaan pengguna tidak lagi ditujukan ke address IP tertentu, tetapi ditujukan untuk konten tertentu. Paradigma ini menyebabkan respons terhadap permintaan konten tidak hanya dilayani oleh server tertentu, tetapi juga dapat dilayani oleh perangkat terdekat yang memiliki data yang diminta. Untuk mendukung konsep ini, node router NDN harus dilengkapi dengan penyimpanan konten untuk menyimpan data. Gambar 1.1, memperlihatkan bagaimana proses transformasi dari generasi tersebut.

## Transformasi Jaringan Telekomunikasi



Gambar 1.1. Transformasi Jaringan Telekomunikasi

Hal penting lainnya di bidang telekomunikasi sekarang dan ke depan ini, khususnya untuk di Indonesia adalah teknologi Radar. Teknologi radar ini, walaupun prinsip dasarnya adalah sama, namun aplikasinya sangat luas diantaranya untuk radar udara, laut, pantai, cuaca, darat dan yang juga tidak kalah pentingnya adalah radar yang dipakai untuk mendeteksi benda-benda yang ada dibawah permukaan tanah yang dikenal dengan Ground Penetrating Radar.

Teknologi radar ini sangat penting dalam rangka menjaga dan mengawasi keamanan dan pertahanan wilayah NKRI yang sangat luas yang lebih 17.000 pulau-pulau tersebar dengan 2/3 wilayah terdiri dari

lautan, sehingga dapat dicegah tindakan-tindakan yang dapat merugikan atau mengancam kedaulatan NKRI termasuk wilayah Zona Ekonomi Eksklusif-nya.

Pemetaan atau penginderaan jarak jauh (*Remote Sensing*) wilayah Indonesia juga dapat dilakukan dengan menggunakan radar yang dipasang di pesawat udara. Melalui penggunaan Radar maka dapat diketahui antara lain: wilayah-wilayah yang mengalami kebakaran hutan, luas wilayah yang mengalami bencana alam (seperti banjir dan tsunami), luas dan ukuran wilayah tertentu yang hendak dipetakan, wilayah yang mengalami pencemaran dan wilayah-wilayah yang hendak diawasi dengan alasan keamanan negara.

Tingkat frekuensi penerbangan domestik dan internasional di bandara-bandara dalam negeri yang meningkat pesat beberapa tahun terakhir mengharuskan dipasangnya perangkat radar yang andal disetiap bandara sehingga dapat dicegah tabrakan antar pesawat, kecelakaan pesawat dilandasan dan antrian pesawat yang akan turun atau naik.

Radar dapat juga digunakan untuk mendeteksi perubahan cuaca seperti perkiraan akan datangnya hujan, badai angin disertai hujan lebat sehingga dapat dilakukanantisipasi dini supaya akibat negatif yang ditimbulkan menjadi minimal. Informasi dari Radar cuaca ini dapat juga digunakan oleh bandara untuk menghindari kecelakaan pesawat karena faktor cuaca.

Yang juga tidak kalah pentingnya adalah radar yang dipakai untuk

mendeteksi benda-benda yang ada dibawah permukaan tanah seperti ranjau darat, kabel, pipa, dan lainnya. Radar ini dikenal dengan Ground Penetrating Radar. GPR bekerja dengan memancarkan gelombang elektromagnetik kedalam tanah dan menerima sinyal yang dipantulkan untuk mendeteksi dan menentukan letak berbagai objek yang terletak dibawah permukaan tanah.

Jelaslah bahwa penguasaan teknologi radar ini merupakan suatu keharusan bagi bangsa Indonesia hal ini juga tercermin dari renstra KMNRT yang secara eksplisit memprioritaskan riset-riset dibidang ini, namun ironisnya masih sangat sedikit penelitian-penelitian yang telah dilakukan dibidang peradaran.

## 2. TELAAH LITERATUR DAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan dipaparkan kajian pustaka terkait teknologi telekomunikasi khususnya dibidang teknologi jaringan dan juga teknologi radar dimana jejak rekam penulis banyak terlibat dalam berbagai penelitian, pengajaran dan pengabdian kepada masyarakat dibidang tersebut sejak penulis menempuh dan menyelesaikan pendidikan Sarjana, Magister dan Doktor.

### 2.1. Jaringan Telekomunikasi

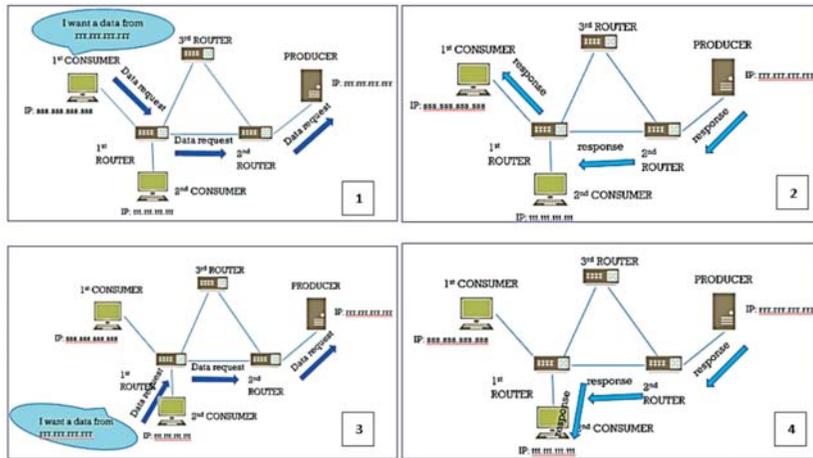
Transformasi jaringan Telekomunikasi, di tengah kebutuhan untuk percepatan pembangunan infrastruktur dalam menyediakan kebutuhan akses dan konektifitas yang cepat dan merata di seluruh wilayah

Indonesia, tidak terasakan sekarang sedang dalam proses transisi. Named Data Network (NDN) sebagai sistem komunikasi kandidat pengganti IP akan lebih efektif dan efisien dalam pemanfaatan bandwidth dan bisa memberikan pengurangan beban jaringan secara signifikan sehingga sumber daya yang harus disediakan dapat diminimalisir.

#### 2.1.1. Jaringan Telekomunikasi Berbasis IP

Tahun 1970-an konsep telekomunikasi berkembang menggunakan komunikasi berdasarkan paket (Kleinrock, 2010). Komunikasi diarahkan agar jaringan dapat digunakan bersama oleh banyak pengguna. Pada sistem ini, data yang dikirimkan oleh setiap pengguna akan dipecah menjadi paket-paket dengan ukuran tertentu untuk kemudian ditransmisikan melalui jaringan. Paket-paket tersebut diberi keterangan agar dapat dikirimkan ke tujuan dengan benar. Keterangan tersebut memuat berbagai informasi termasuk identitas pengirim dan penerima berupa IP. Penggunaan IP yang meluas meliputi IPv4 dan kemudian berkembang pula IPv6 guna mengakomodasi jumlah pengguna yang semakin banyak. Saat ini jaringan internet berjalan menggunakan Internet Protocol (IP). Permintaan user terhadap sebuah data dilakukan dengan cara mengirimkan pesan berisi permintaan layanan ke sebuah server tertentu yang identik dengan sebuah alamat IP. Pesan permintaan ini akan dikirimkan melalui node-node router di dalam jaringan sampai tiba di server yang dituju, sesuai alamat yang dituliskan dalam pesan permintaan dari user tadi. Balasan untuk pesan permintaan tadi dikirimkan oleh server

melalui node-node router hingga nanti sampai ke sisi user. Jika ada user yang lain yang menginginkan informasi yang sama, maka proses permintaan dan balasan tadi akan diulangi kembali. Hal ini menyebabkan tidak efisiennya proses pengiriman paket karena paket selalu dikirim dari server menuju ke setiap user, proses ini seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh proses komunikasi data pada jaringan IP

Untuk menyelesaikan masalah ini, kemudian diusulkan konsep Konten Distribution Network (Pallis, 2006) dimana dibuat server replika yang berisi seluruh data yang ada di server utama yang ditempatkan pada lokasi tertentu yang tetap. Server replika ini jaraknya lebih dekat dengan user sehingga permintaan terhadap konten tertentu akan diarahkan ke server replika dan tidak harus dilayani oleh server asli yang letaknya lebih jauh. Server replika diupdate setiap periode tertentu atau saat ada konten

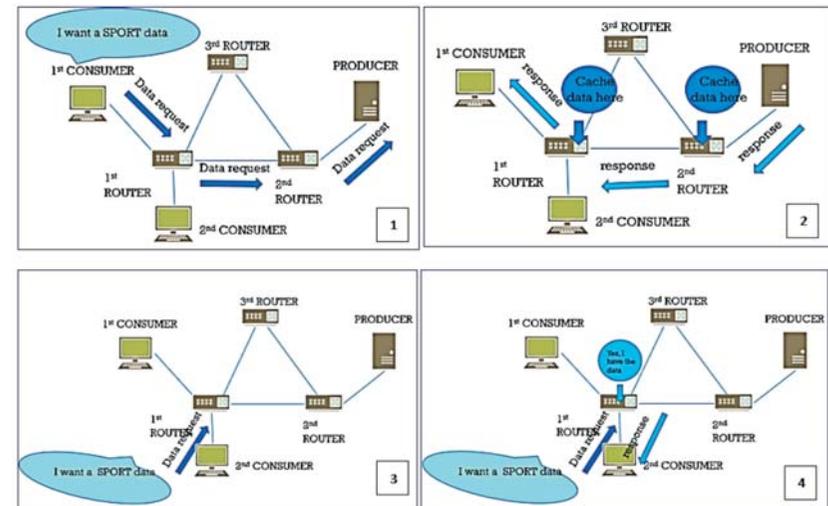
yang berubah di server aslinya. Namun demikian sistem ini akan sulit mendukung mobility dan kondisi perubahan terhadap permintaan konten yang dinamis oleh consumer. Perubahan posisi node user yang makin jauh dari server replika menyebabkan adanya kemungkinan sebuah node consumer tidak dapat lagi dilayani dengan efisien oleh replica server tersebut. Konten Distribution Network yang masih berbasis IP menyebabkan proses permintaan dari user masih selalu ditujukan ke sebuah server tertentu, akibatnya proses tambahan masih diperlukan dimana ada pemetaan terhadap IP yang dituju user dengan posisi server yang terdekat dari user. Server ini yang nantinya akan mengirimkan respon terhadap permintaan user terhadap suatu konten. Jadi sebenarnya sejak awal, fokus permintaan user adalah konten, namun permintaannya ditujukan ke sebuah server dengan IP tertentu.

### 2.1.2. Jaringan Telekomunikasi Berbasis Konten (NDN)

Pada tahun 2009, Jacobson dkk. mengusulkan sebuah ide baru dengan sudut pandang jaringan berbasis konten (Jacobson, 2009). Konsep ini mulai didengungkan beberapa tahun sebelumnya dan kemudian dikembangkan oleh NSF-Funded Future Internet Architecture Project dengan nama Named Data Network. Konsep ini mengubah sudut pandang jaringan yang pada system IP harus mengetahui siapa penyedia kontennya, menjadi konsep dengan sudut pandang konten, dimana user tidak harus mengetahui siapa penyedia kontennya. User menjadi tidak harus meminta data dari sebuah server tertentu, melainkan meminta

sebuah konten kepada jaringan. Jaringan yang akan menentukan siapa yang akan merespon permintaan user ini. Paradigma ini menyebabkan permintaan terhadap suatu konten tidak harus dilayani oleh sebuah server tertentu, tetapi dapat dilayani oleh node manapun di dalam jaringan yang memiliki konten yang dimaksud. Untuk mendukung hal ini, node NDN dilengkapi dengan Konten Store untuk menyimpan data. (Jin dkk, 2017). Proses komunikasi data pada Named Data Network dapat divisualisasikan dengan sederhana seperti pada gambar 2.2.

Dilihat secara umum dari sisi jaringan akses, user pada suatu area lokal tertentu biasanya memiliki minat terhadap sekelompok konten. Misalkan pada suatu area, konten mengenai pertanian, kesehatan, pendidikan, perbankan, dan lain-lain akan banyak diminta oleh user. Pada daerah tertinggal, tipe informasi yang akan banyak diminta akan berhubungan dengan mayoritas mata pencaharian masyarakat di area tersebut, seperti misalnya konten terkait pertanian, perkebunan, perikanan dan lain-lain. Selain itu secara umum konten mengenai kesehatan dan pendidikan juga umum diminati. Konsep Named Data Network dapat mengakomodasi skema ini dengan sangat baik. Konten yang mayoritas diminati akan disimpan secara lokal dan menyebabkan beban keseluruhan jaringan menuju backbone dapat direduksi. Hal ini menyebabkan untuk jaringan akses mungkin tidak perlu disediakan jaringan pita lebar, sehingga biaya operasi juga dapat ditekan dan dapat dialihkan untuk pembangunan sektor lainnya.



Gambar 2.2. Contoh proses komunikasi data pada jaringan NDN

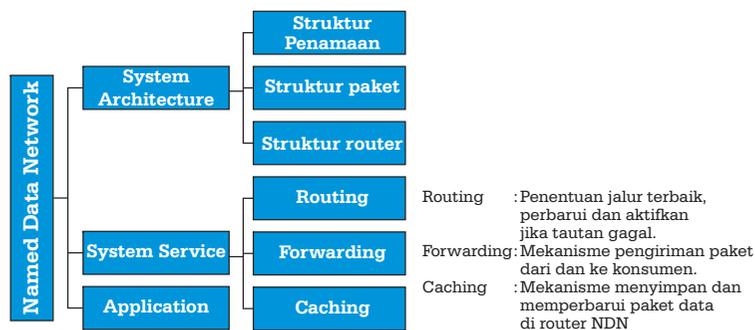
Dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Sistem akses yang efisien dalam penggunaan bandwidth,
- Pembangunan infrastruktur yang cepat dalam mengejar percepatan pembangunan desa tertinggal,
- Penyediaan jaringan akses telekomunikasi yang rendah delay,
- Penyediaan jaringan akses yang mengakomodasi jenis permintaan user secara lokal dan menekan beban trafik ke arah backbone,
- Mendukung jaringan akses dengan user yang bergerak (mobile),

maka NDN merupakan skema jaringan yang sangat cocok, selain diterapkan dan diimplementasikan di metropolitan, juga untuk di daerah

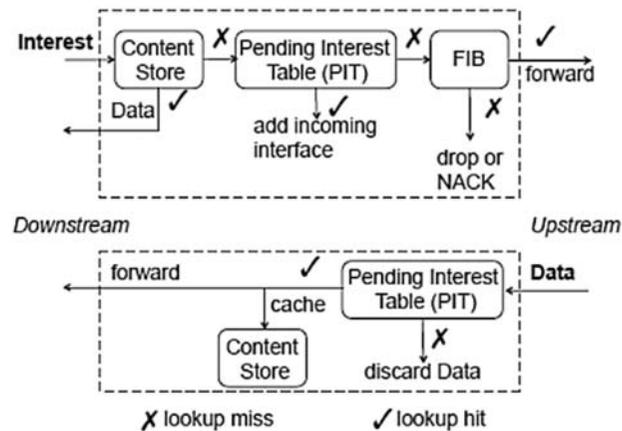
tertinggal maupun daerah lainnya yang sedang mengejar pembangunan infrastruktur jaringan telekomunikasi. Dengan pembangunan sistem ini juga diharapkan percepatan pembangunan di daerah tertinggal Indonesia dapat dilakukan dengan cepat, efektif dan efisien sehingga dapat mendukung pertumbuhan ekonomi seluruh rakyat Indonesia.

Named Data Network (NDN) mengubah konsep pengiriman informasi yang awalnya menggunakan IP menjadi berdasarkan konten. Taksonomi Named Data Network dapat dibagi menjadi 3 komponen, yaitu sistem architecture, sistem service dan application (Saxena dan Roorkee, 2016). Sistem architecture NDN meliputi skema penamaan konten yang harus unik di dalam sistem NDN. Pada NDN, terdapat 2 jenis paket yang beredar di jaringan, yaitu Interest Packet dan Data Packet Interest Packet berisi konten yang diminta oleh consumer dan Data packet adalah paket yang berisi data dari producer ataupun node lainnya yang diminta oleh consumer sebagai respon dari Interest packet yang dikirimkan sebelumnya.



Gambar 2.3. Taksonomi pada NDN

Pada NDN, setiap router memiliki 3 komponen yaitu Konten store (CS), Pending Interest Table (PIT) dan Forwarding Information Based (FIB). Ketika consumer menginginkan sebuah informasi dari produser, konsumen akan mengirimkan permintaan terhadap konten tertentu dengan menggunakan Interest Packet. Interest Packet ini akan dikirimkan dari konsumen, melalui node-node router NDN sampai kemudian tiba di node produser. Selama proses forwarding ini, setiap node akan mencatat di dalam pending interest table (PIT) informasi mengenai tempat permintaan tersebut datang. Informasi yang disimpan di PIT berguna untuk mengirimkan paket data yang diminta dalam arah balik dari produser ke konsumen. Jika node router NDN telah menyimpan konten yang diminta oleh konsumen, maka interest paket yang dikirimkan oleh konsumen tidak akan diteruskan sampai ke produser, melainkan langsung direspon oleh node router tersebut dengan mengirimkan konten yang diminta. Apabila tidak terdapat konten yang dimaksud dalam node router NDN, maka router akan memeriksa dalam Forwarding Information Base (FIB) table kemana seharusnya permintaan tersebut diforward. Konten Storage (CS) Pending Interest Table (PIT) Forwarding Information Base (FIB) Name Data Name Incoming Interfaces Name Outgoing Interfaces CS PIT FIB. Gambar 2.4 memperlihatkan komponen dari router NDN (Saxena dan Roorkee, 2016).



Gambar 2.4 Komponen dari router NDN

Terkait dengan NDN sistem service, terdapat skema routing dan forwarding yang digunakan pada NDN. Pada jaringan IP algoritma routing bertugas untuk mencari jalur terbaik yang dapat ditempuh oleh paket dari sumber ke tujuan. Data ini kemudian disimpan di table routing. Jika sebuah paket datang ke node, maka akan dilihat tujuannya dan diforward sesuai data yang ada di table routing. Pada jaringan NDN routing diperlukan untuk menentukan jalur terbaik pada awal pembentukan FIB table, selanjutnya tugas forwarding adalah mengatur mekanisme pengiriman paket dari node ke node sesuai data di FIB table. Keputusan forwarding dapat menggunakan beberapa parameter, seperti kondisi link, round trip time dan lain-lain. FIB dapat menyusun prioritas interface untuk digunakan dalam mengirimkan paket, selain itu untuk mendukung penyimpanan data sementara di router terdapat mekanisme

caching pada NDN untuk menyimpan konten sehingga dapat sesegera dan sedekat mungkin diakses oleh konsumen jika diperlukan.

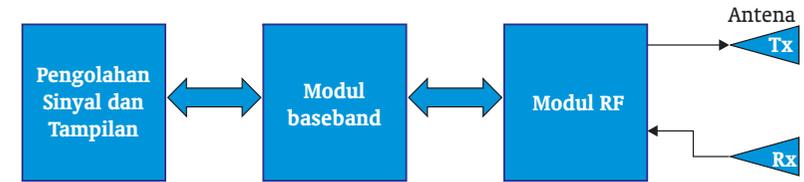
## 2.2. Teknologi Radar (Radio Detection and Ranging)

Radar adalah salah satu sistem untuk mendeteksi suatu objek yang diamati dengan cara mengirimkan gelombang elektromagnetik ke arah objek tersebut, dimana pantulan dan hamburan dari gelombang balik yang berupa 'echo' tersebut sinyalnya dapat dideteksi dan diproses menjadi informasi jarak, kecepatan dan posisi dari objek yang diamati tersebut. Jenis objek yang diamati bermacam macam terutama berupa benda yang dapat memantulkan gelombang elektromagnetik. Begitu juga posisi keberadaan benda tersebut bisa didalam tanah, diatas tanah/air atau diatas langit. Sehingga prinsip dasarnya adalah sama namun aplikasinya bisa bermacam macam sesuai dengan keperluan, seperti Radar bawah tanah (GPR), Radar Cuaca, Radar Surveillance, Radar Tembus dinding (TWR), Radar astronomi, Radar Pesawat udara/laut, Radar militer, Over the Horizon (OTH) Radar, dll., sehingga range frekuensi yang dipakaipun beragam pula, dengan ukuran dan bobot yang bervariasi dari yang ringan dan dapat dijinjing tangan sampai yang berat dan besar. Gambar 2.5 memperlihatkan bermacam aplikasi teknologi yang digunakan.



Gambar 2.5. Macam macam aplikasi penggunaan Radar

Secara umum dilihat dari sinyal yang ditransmisikan teknologi Radar dapat diklasifikasikan dalam dua kelompok besar yaitu berbasis sinyal pulse dan berbasis sinyal kontinyu dengan kelebihan dan kekurangan masing masing. Secara waktu, teknologi berbasis sinyal kontinu berkembang banyak dipakai belakangan ini, walaupun sedikit lebih kompleks (misal perlu 2 buah antenna), tetapi selain lebih hemat dalam penggunaan daya juga bisa lebih presisi dan jangkauan bisa lebih jauh. Secara umum, sistem radar terdiri dari modul-modul yaitu modul baseband, RF, antenna, dan tampilan hasil pengolahan sinyal seperti diperlihatkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Blok diagram umum dari sistem Radar

### 2.2.1. Radar Bawah Tanah (GPR)

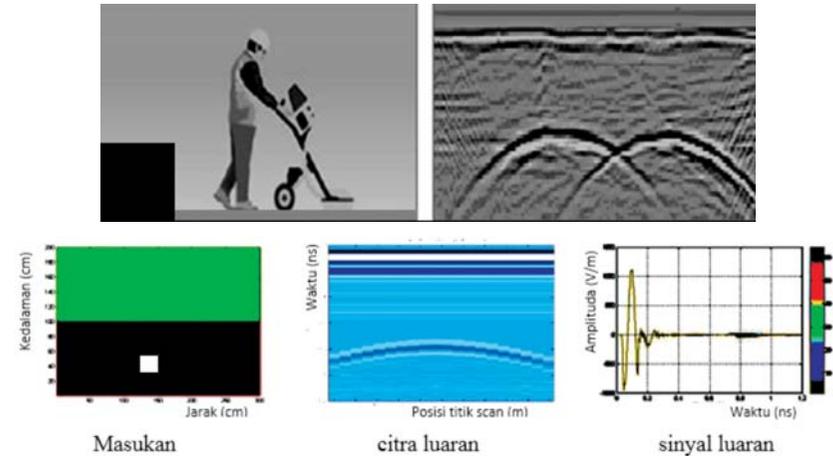
*Ground Penetrating Radar* (GPR) merupakan salah satu jenis teknologi radar yang sekarang ini telah banyak digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi untuk menyelidiki kondisi dibawah permukaan tanah tanpa harus menggali tanah dan merusak permukaan uji. GPR bekerja dengan memancarkan gelombang elektromagnetik kedalam tanah dan menerima sinyal yang dipantulkan untuk mendeteksi dan menentukan letak berbagai objek yang terletak dibawah permukaan tanah. Selain menerima sinyal hasil refleksi dari target yang dideteksi, penerima juga menerima hamburan sinyal lain yang dipantulkan oleh benda di sekitar target, sehingga mengaburkan target yang dideteksi. Teknik pemrosesan sinyal, berperan sangat penting dalam menghilangkan pengaruh hamburan terhadap sinyal refleksi tersebut.

Pada teknik GPR yang ada sekarang ini, output yang didapat hanya berupa data sinyal elektromagnetik. Untuk mendapatkan citra dari target memerlukan tahapan pemrosesan sinyal, sehingga diperoleh output GPR berupa garis lengkung yang hiperbolik sebagai representasi dari target. Banyak penelitian telah dilakukan yang berkaitan dengan

pendeteksian dan pengklasifikasian objek secara otomatis dari data GPR (Daniel, 2004), metoda dan teknik yang sangat beragam dari mulai penggunaan metoda statistik dan probabilitas, algoritma genetik, Markov chain, Fast Fourier Transform, Hough Transform, wavelet Transform, Fuzzy logic, neural network dan yang terbaru teknik compressive sensing.

Satu hal yang menjadi permasalahan dalam penelitian-penelitian tersebut diatas adalah hasil pendeteksian dan interpretasi yang didapat tidak berkaitan dengan bentuk geometris dari benda. Dari penelusuran lietratur tersebut menunjukkan bahwa tidak dapat diturunkan atau diregenerasi secara analitik matematik bentuk visual objek dari data B-scan GPR, karena grafik hiperbolis yang dihasilkan tidak berkaitan dengan representasi geometris dari benda.

Regenerasi geometris pada sistem GPR dapat dilakukan dengan menggunakan mode transmisi/difraksi tomografi yang asalnya dipakai pada bidang kedokteran (CT-scan) seperti terlapor oleh Devaney, Johansson dan Mast, Laksameethansan. Perlu dicatat bahwa dalam kasus ini, data GPR-nya berupa *rectangular area, 2D (C-scan)* bukan dari *B-scan* data, tentunya dengan cara ini akan memerlukan waktu lama dan juga harus melakukan penggalian sehingga merusak tanah.



Gambar 2.7. Contoh sebuah masukan dan luaran data dari GPR

### 2.2.2. Radar Cuaca

Radar cuaca dimanfaatkan untuk mengetahui kondisi cuaca melalui pengamatan terhadap fenomena meteorologi. Sistem radar memancarkan sinyal berupa gelombang elektromagnetik radio frequency (RF). Sinyal ini mengalami pantulan jika mengenai suatu objek, dan sebagian energi dari sinyal pantulan sampai di penerima. Biasanya, sistem pemancar dan penerima berada pada lokasi yang sama. Sinyal di penerima diolah dengan algoritma pengolahan sinyal sehingga diperoleh informasi mengenai objek. Bergantung dari jenis algoritma yang diterapkan serta jenis sinyal dikirimkan, informasi yang diperoleh bisa beragam seperti informasi ada/tidaknya objek, jarak, kecepatan, ukuran, dan bahan. Parameter lazim yang terdapat pada radar cuaca adalah reflektivitas, yang

besarnya sebanding dengan energi yang diterima akibat pantulan objek. Selain itu, kecepatan radial objek adalah parameter yang diperoleh melalui analisis Doppler. Belakangan ini, informasi polarimetric dihasilkan juga oleh radar yang menerapkan diversitas polarisasi.

Reflektivitas merupakan integral cross-section partikel-partikel di dalam satu volume resolusi radar. Volume resolusi radar terkait dengan lebar berkas antenna dan resolusi jarak  $\Delta r$ . Jika ukuran partikel kecil dibandingkan dengan panjang gelombang, besarnya cross-section partikel adalah  $D^6$ , dengan  $D$  adalah diameter partikel. Dikarenakan butiran hujan memiliki diameter dalam orde 1 mm, satuan reflektivitas menjadi  $\text{mm}^6 \text{m}^{-3}$  atau  $\mu\text{m}^3$ .

Besarnya reflektivitas dari suatu target bergantung dari 1) jumlah partikel per satuan volume; 2) ukuran partikel; 3) tipe partikel secara fisis (es atau butiran air) 4) bentuk dan orientasi artikel. Dikarenakan besarnya reflektivitas sebanding dengan banyaknya butiran per unit volume dan diameter pangkat 6 dari butiran, maka reflektivitas digunakan untuk menentukan intensitas hujan dan salju.

Besarnya reflektivitas dapat dihitung dengan mengukur level daya penerima  $P_r$ , lalu dikalibrasi dengan suatu konstanta atau secara matematis (Tim Konsorsium Radar, 2017).

$$Z(r) = C P_r(r) \frac{L_{atm}^2(r)}{|K_w|^2} r^2$$

Parameter Doppler terkait dengan target yang bergerak. Adanya

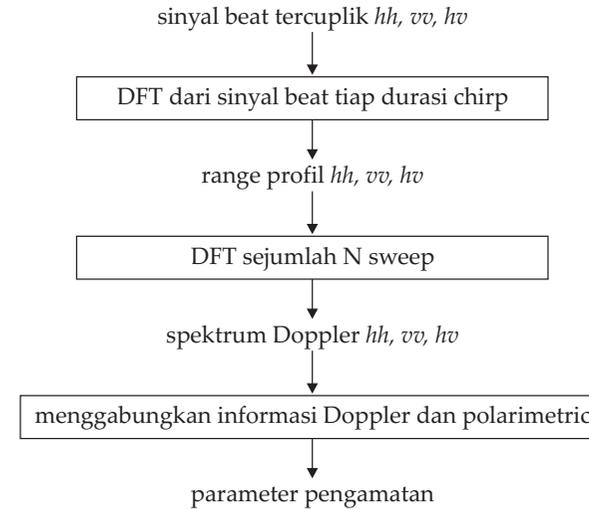
target yang bergerak mengakibatkan pergeseran frekuensi dari gelombang yang dipantulkan, yang disebut sebagai frekuensi Doppler.

Dalam satu volume resolusi pengamatan, banyak partikel-partikel yang bergerak dengan kecepatan dan daya terima yang berbeda-beda. Daya terima partikel-partikel sebagai fungsi kecepatan untuk jangkauan jarak pengamatan tertentu digambarkan dengan spektrum Doppler. Jika distribusi perbedaan kecepatan dan arah angin serta daya terima diasumsikan uniform, maka bentuk spektrum Doppler bergantung dari bentuk pola radiasi antenna, yaitu Gaussian. Dengan demikian, untuk menganalisis spektrum Doppler hanya diperlukan kecepatan rata-rata dan lebar spektrum Doppler.

Radar cuaca yang mengirimkan sinyal lebih dari satu jenis polarisasi menyediakan informasi polarimetric di penerima. Polarisasi ditentukan dari orientasi medan listrik suatu gelombang elektromagnetik. Informasi polarimetric berguna dalam menentukan bentuk dan orientasi dari target. Misalnya, jika gelombang berpolarisasi linear mengenai suatu objek dengan bentuk memanjang dan ukuran jauh lebih kecil dari panjang gelombang, maka daya sinyal pantulan akan jauh lebih besar jika orientasi objek sama dengan orientasi polarisasi jika dibandingkan dengan orientasi objek yang tegak lurus dengan orientasi polarisasi. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk menentukan tipe persipitasi (hujan, salju, atau butiran es) serta ukurannya. Selain itu, informasi polarimetric dapat digunakan untuk melakukan peniadaan efek clutter. Clutter dapat berupa

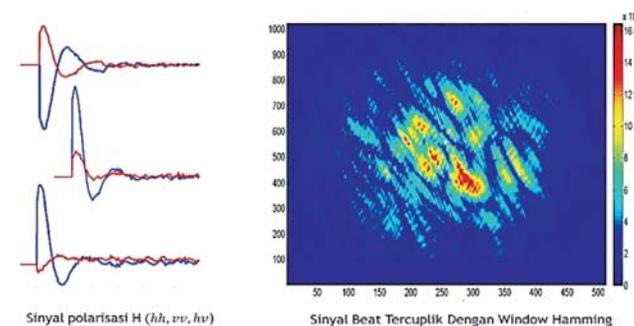
objek diam seperti pepohonan, rerumputan, tetapi juga bisa berupa objek bergerak seperti burung, pesawat, dan kendaraan. Peniadaan efek clutter didasari dengan adanya perbedaan sifat-sifat polarimetric antara sinyal pantulan yang berasal dari fenomena meteorologi dengan pantulan dari clutter. Parameter polarimetric adalah differential reflectivity ( $Z_{dr}$ ), yang merupakan perbandingan reflektivitas antara co-polar horisontal dengan co-polar vertical. Dimana besarnya bergantung  $Z_{dr}$  dari bentuk asimetris, orientasi, dan kelakuan turunnya butiran. Hal yang penting lainnya adalah nilai dipengaruhi oleh perbedaan redaman yang dialami gelombang berpolarisasi horisontal dengan yang vertikal saat terjadi hujan lebat. Secara umum, pengolahan Doppler polarimetric diilustrasikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 8. Sinyal beat tercuplik, masing-masing untuk penerimaan copolar  $hh$  dan  $vv$ , serta crosspolar  $hv$  diolah dengan discrete fourier transform (DFT) sejumlah  $L$  titik, sehingga dihasilkan range profile. Range profile menunjukkan posisi atau jarak target.

Kecepatan target ditentukan dari informasi Doppler. Informasi Doppler diperoleh dengan analisis sejumlah sinyal pantulan berurutan yang diterima pada jarak tertentu. Dengan demikian, frekuensi pencuplikan berbanding terbalik dengan durasi sweep  $T_p$ . Spektrum Doppler copolar  $hh$  dan  $vv$ , serta crosspolar  $hv$  diperoleh dengan melakukan DFT terhadap sejumlah  $N$  sweep pada jarak (range) tertentu (Tim Konsorsium Radar, 2017).



Gambar 2.8. Proses pengolahan Doppler Polarimetric

Pengolahan lebih lanjut dilakukan dengan menggabungkan informasi Doppler dan polarimetric untuk mendapatkan parameter pengamatan, yaitu reflektivitas, differential reflectivity, LDR, kecepatan Doppler rata-rata, dan lebar berkas Doppler.



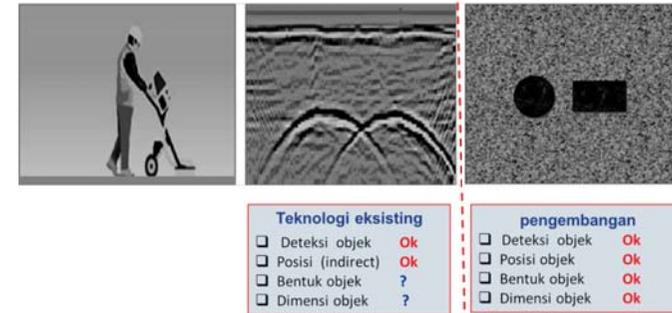
Gambar 2.9. Contoh cuplikan sinyal luaran dan citranya dari radar cuaca

### 3. REKAM JEJAK RISET DALAM MENGANTISIPASI TANTANGAN

Sejak penulis diangkat menjadi dosen tahun 1984 sampai dengan sekarang, telah dipublikasikan lebih dari 70 buah makalah baik di journal dan konferensi Internasional maupun journal dan konferensi nasional, dengan diantara 39 makalah yang terindeks scopus. Karya-karya penelitian dibidang Telekomunikasi khususnya terkait radar dan jaringan telekomunikasi tersebut dapat dicapai karena adanya riset yang dibangun bersama kolega di STEI khususnya KK Telekomunikasi yang secara aktif melakukan kegiatan penelitian. Antara tahun 2002–sekarang, penulis terlibat dalam 18 Judul Penelitian (11 diantaranya sebagai peneliti utama) yang dibiayai dari berbagai sumber seperti riset Inovasi, riset RUT, riset SINAS, riset RAPID, riset Desentralisasi dan riset MP3EI dari kemristek, dikti RI, dan juga riset unggulan dari ITB sendiri.

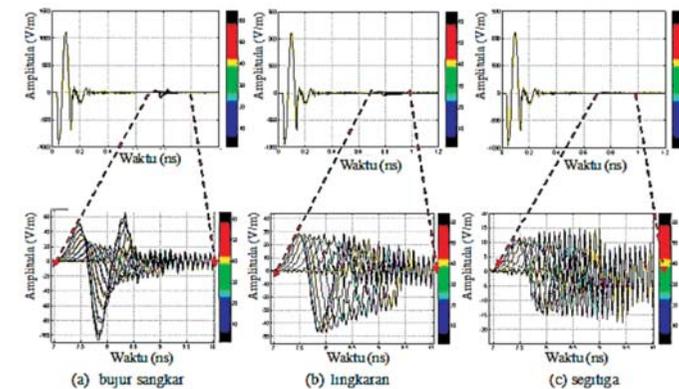
#### 3.1. Riset di Bidang Radar

Telah dilakukan penelitian secara intensif pada radar bawah tanah, dimana dari luaran data GPR dapat dianalisis dan dibangkitkan informasi tentang bentuk dan ukuran objek yang tertanam, sehingga kemampuan GPR luarannya tidak hanya berupa garis lengkung tetapi dapat menginterpretasikan bentuk dan ukuran visual dari target yang terdeteksi tersebut. Gambar 3.1. memperlihatkan kontribusi tersebut.



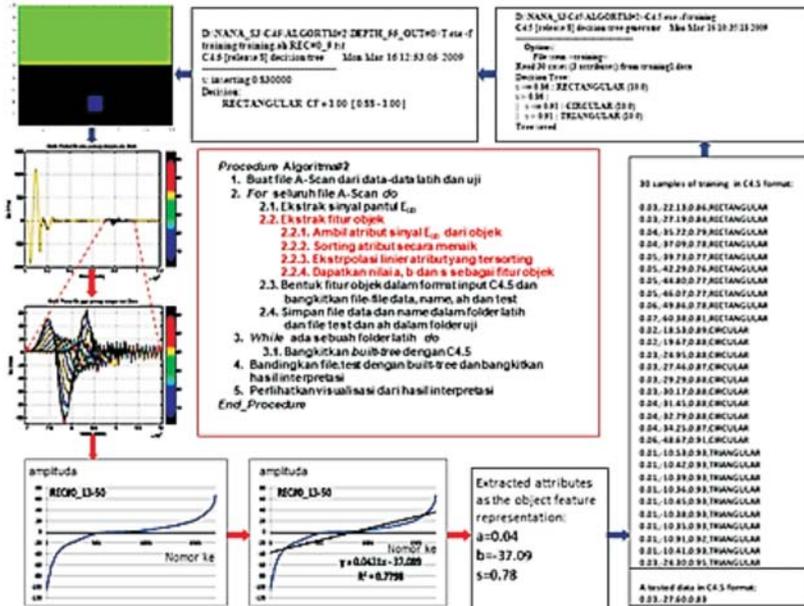
Gambar 3.1. Pengembangan yang telah dilakukan

Dari hasil kajian intensif (Syambas, 2011) bahwa sinyal pantul Ez yang diterima untuk jenis bentuk objek dasar berbeda, didapatkan suatu informasi penting bahwa masing-masing jenis bentuk objek mempunyai pola sinyal pantul yang unik. Sedangkan kondisi lingkungan yang berbeda (kedalaman, permitivitas, permeabilitas, konduktansi) hanya akan mengubah sinyal pantul dari sisi sumbu waktu dan amplituda saja

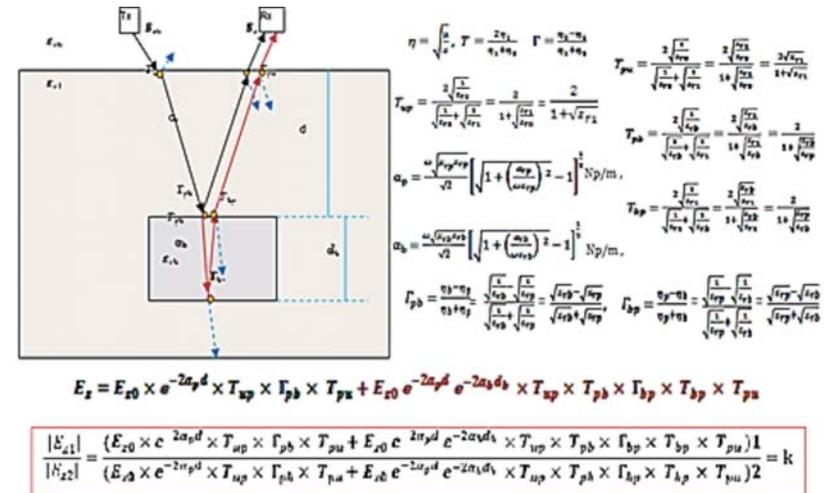


Gambar 3.2. Pola sinyal pantul yang unik objek dasar berbeda

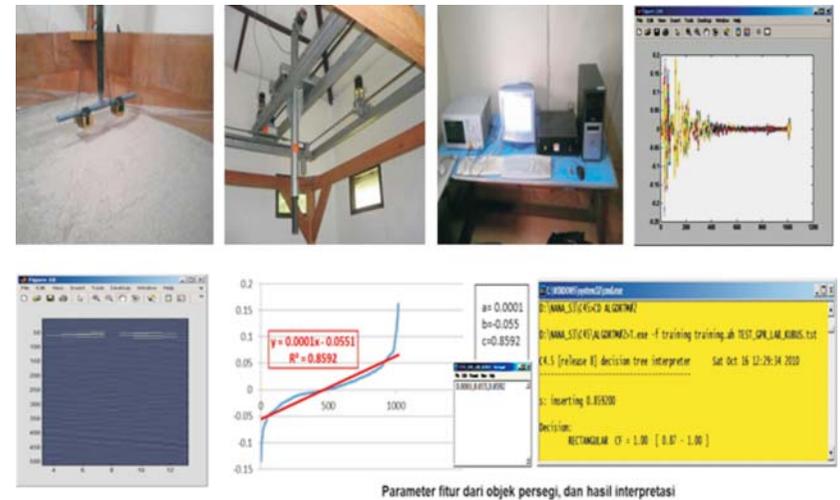
Berdasarkan informasi tersebut kemudian dikembangkan suatu algoritma/metoda baru berupa ekstraksi parameter fitur dari objek, berbasis template matching dan regresi linier. Gambar 3.3 menjelaskan proses dari algoritma tersebut, dan Gambar 3.4 memperlihatkan formula faktor koreksi yang diturunkan untuk mengkompensasi perbedaan antara kondisi ideal dengan kondisi riil lingkungan pengukuran. Gambar 3.5 dan 3.6 memperlihatkan proses riil pengukuran dan hasil yang diperolehnya (Syambas, 2012).



Gambar 3.3. Metoda dan algoritma yang dikembangkan



Gambar 3.4. Faktor koreksi antara kondisi ideal dengan kondisi riil



Gambar 3.5. Eksperimen riil di skala Laboratorium

OBJEK YANG DIUJI			HASIL PENGUJIAN		
Objek ditanam	Ukuran (cm)	Kedalaman (cm)	Polahasil interpretasi	Kedalaman (cm)	Ukuran (cm)
	9	35	 Target objek berpenampang lingkaran	34,7	9,4
	20	25	 Target objek berpenampang segitiga	25,6	-
	8	25	 Target objek berpenampang bujur sangkar	25,3	7,7

Gambar 3.6. Contoh hasil pengujian di laboratorium

Untuk Radar Cuaca, penulis juga terlibat dalam riset inovasi pengembangan dan pembuatan radar nasional yang melibatkan konsorsium berbagai instansi yang mempunyai kemampuan di bidang pe-Radar-an yaitu ITB, INTI, BMKG, PT.LAPI, PT.CMI, LIPI, dimana penulis pada fase awal di tahun 2016 berperan sebagai Team Leader untuk kegiatan tersebut. Riset yang didanai oleh kemristek dikti ini mempunyai tujuan untuk **Membangun kemandirian Industri Radar Nasional**, dengan sasarannya adalah Pengembangan disain modul-modul HW/SW, Prototyping dari Radar Cuaca, Integrasi dan pengujian serta Pembangunan ekosistem Radar Nasional mencakup integrasi sistem manajemen radar nasional dan pembentukan lembaga sertifikasi radar nasional.

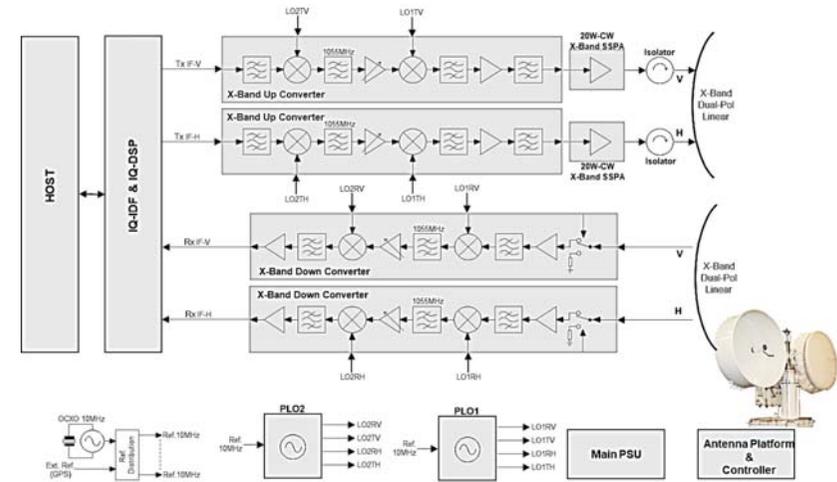
Perubahan iklim yang terjadi secara global memberikan pengaruh yang berdampak besar pada kegiatan pembangunan dan kesejahteraan masyarakat Indonesia secara umum. Pengaruh geografis Indonesia yang berbentuk kepulauan juga menjadi faktor lainnya sehingga memerlukan radar dalam jumlah yang tidak sedikit agar pemerintah dapat memanfaatkan data radar tidak hanya sebatas untuk predictive analysis tapi sudah meningkat untuk prescriptive analytics. Data klimatologi menunjukkan bahwa Indonesia merupakan daerah yang ditengarai menerima dampak fenomena-fenomena cuaca ekstrim di beberapa daerahnya. Contoh-contoh fenomena cuaca ekstrim yang saat ini terjadi di Indonesia adalah bencana kabut asap yang terjadi di kawasan pulau Sumatera dan Kalimantan, badai El Nino, dan fenomena siklon tropis yang ada di Utara Indonesia yang menyebabkan turunnya suhu permukaan air sehingga terjadi kekeringan yang menyebabkan proses pemadaman asap menjadi sulit untuk dikendalikan. Bencana ini menyebabkan terganggunya aktifitas masyarakat dan menyebabkan beberapa penerbangan di berbagai bandara juga terganggu.

Meningkatnya kebutuhan radar cuaca adalah hal yang tidak bisa dihindarkan. Berdasarkan dari data BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika), Indonesia baru memiliki 40 buah radar cuaca yang ditempatkan di beberapa Ibukota Propinsi. Jumlah ini masih jelas sangat kurang memadai untuk dapat meng-cover wilayah Indonesia secara keseluruhan. Sejalan dengan kebutuhan radar cuaca di bandara-bandara didalam negeri, radar air surveillance yang disinyalir jumlahnya

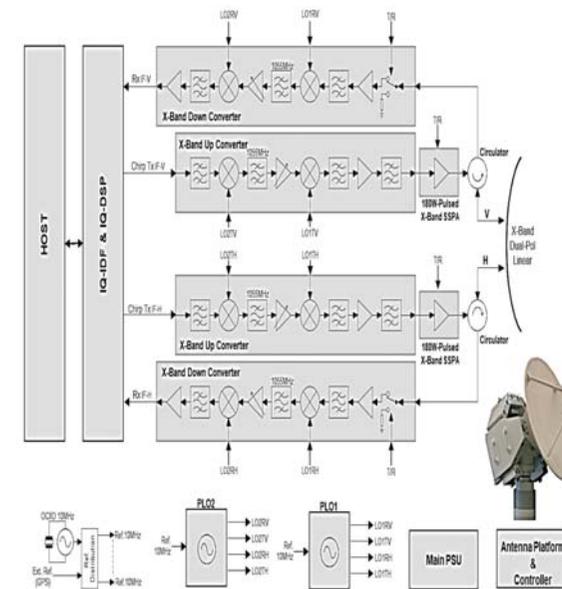
masih sangat kurang juga menjadi faktor yang dapat mengganggu keamanan penerbangan di dalam negeri.

Saat ini kebutuhan radar didalam negeri sebagian besar masih dipenuhi dengan cara impor. Sebagai contoh, AirNav Indonesia tahun 2016 mengimpor lima buah radar air surveillance yang ditempatkan di Jakarta, Yogyakarta, Pekanbaru dan Padang. Selain mengurangi devisa juga membahayakan kemandirian atas teknologi, dengan mengesampingkan faktor keamanan dan kerahasiaan data radar yang sebenarnya bersifat strategis bagi kedaulatan negara. Pentingnya kemandirian dalam pengembangan dan produksi radar nasional adalah langkah yang harus dilakukan oleh pemerintah Republik Indonesia.

Hal yang penting dalam pengembangan ini adalah penguasaan teknologi dari mulai dari hulu ke hilir yakni dari disain modul sirkit HW/SW, integrasi sampai pengujian dilakukan secara mandiri dengan sebanyak mungkin menggunakan kandungan lokal. Di fase awal disain rangkaian dicoba diidentifikasi dan dikembangkan modul-modul yang bisa dipakai bersama baik untuk teknologi radar berbasis sinyal pulse maupun berbasis sinyal kontinyu. Sehingga selain akan lebih efisien dan memungkinkan dikembangkan radar dengan dual mode, yaitu mode pulse dan CW. Gambar 3.7 dan 3.8 (Tim Konsorsium Radar, 2017) memperlihatkan rangkaian kedua jenis tersebut yang terlihat bahwa strukturnya mempunyai banyak modul hardware yang sama, perbedaan yang ada hanya dalam software pemrosesan sinyal.

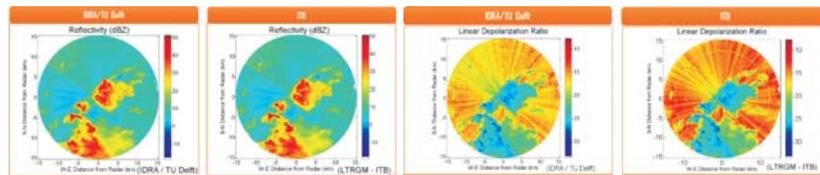


Gambar 3.7. Sirkit Radar cuaca berbasis FMCW yang dikembangkan



Gambar 3.8. Sirkit Radar cuaca berbasis Pulse yang dikembangkan

Begitu pula dalam hal penguasaan softwarena yang merupakan bagian penting dari sistem radar yaitu pemrosesan sinyal radar cuaca. Telah dikembangkan oleh tim ITB, algoritma dan metoda pengolahan spektrum sehingga didapat pengolahan Doppler polarimetric yang menghasilkan parameter-parameter pengamatan penting untuk radar cuaca, yaitu reflektivitas, linear depolarization ratio LDR, differential reflectivity kecepatan dan lebar spektrum Doppler. Gambar 3.9. memperlihatkan hasil perbandingan pemrosesan sinyal yang tim ITB kembangkan dengan hasil pengolahan radar INDRA dari TU-Delf.



Gambar 3.9. Contoh hasil pengolahan citra radar ITB vs.TU-Delf

Dari gambar jelas terlihat bahwa, algoritma yang tim ITB kembangkan menghasilkan pemrosesan spektrum sinyal yang sama baiknya dengan dari produk INDRA dari TU-Delf Belanda, bahkan untuk parameter LDR bisa terlihat lebih tajam.

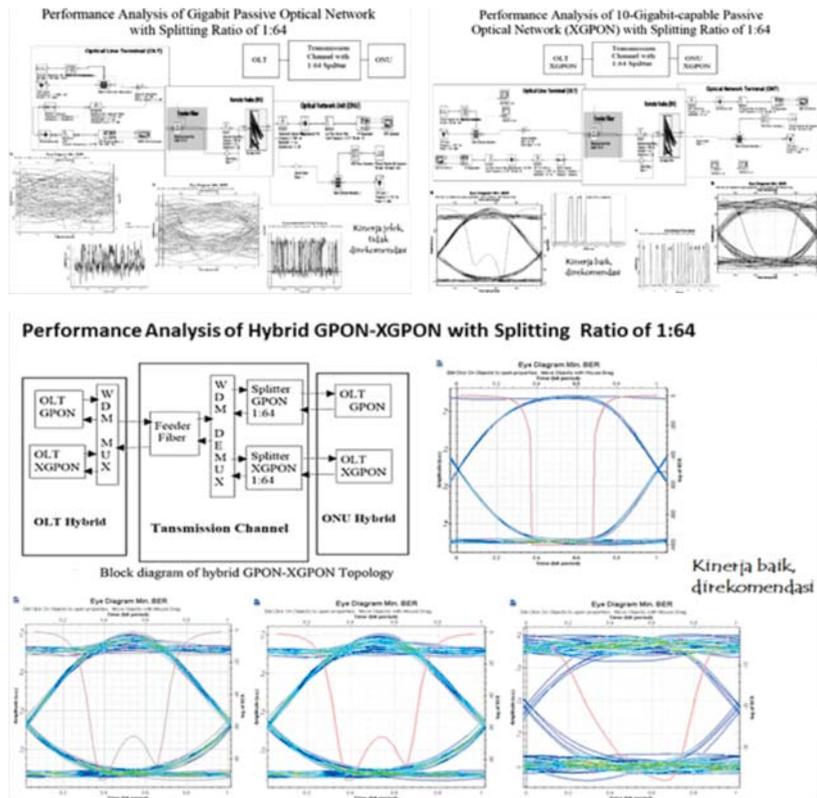
Prototip radar cuaca yang tim konsortium kembangkan masih sedang dilakukan integrasi, pengetesan dan penyempurnaan yang secara fisik sementara ini di instalasi di rooftop lantai 10, PT. INTI. Gambar 3.10 memperlihatkan prototip capaian dari produk inovasi yang dihasilkan dari Konsorsium.



Gambar 3.10. Capaian Produk Inovasi yang dihasilkan dari Konsorsium

### 3.2. Riset di Bidang Jaringan

Pada jaringan secara fisik, untuk masa depan kandidatnya adalah tetap seperti sekarang yaitu jaringan kabel optik dengan keunggulan kapasitasnya yang besar dan digital radio dengan keunggulan fleksibilitas dan mobilitasnya. Penelitian di layer fisik khususnya jaringan optik telah banyak dilakukan penulis, untuk sisi akses maupun di backbone. Isue di sisi akses adalah peningkatan kapasitas pengguna untuk layanan broadband dan penerapan teknologi baru dan bagaimana teknologi lama dan baru masih bisa berdampingan/kolokasi dan bekerjasama sehingga bisa lebih meningkatkan kapasitas dan bernilai ekonomis yang tinggi dan bermanfaat bagi para operator. Gambar 3.11. memperlihatkan kinerja hasil kajian penerapan teknologi GPON, XGPON dan hybridnya.



Gambar 3.11. Kinerja GPON, XGPON dan hybridnya

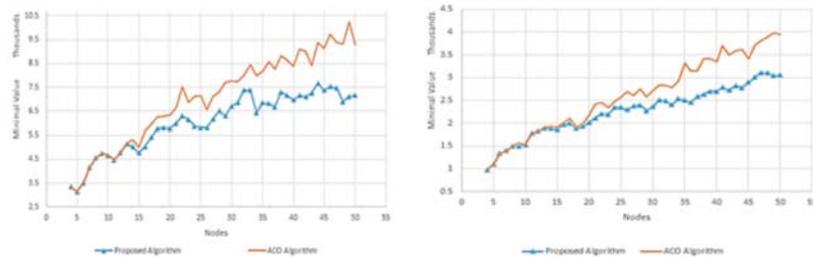
Hasil kajian (Syambas, 2017) menunjukkan bahwa penerapan teknologi GPON disisi akses dengan splitting ratio 1:64, kinerjanya jelek sehingga tidak direkomendasi, sedangkan teknologi XGPON kinerjanya cukup baik sehingga direkomendasi. Sedangkan hybrid keduanya memberikan kinerja yang cukup baik sehingga dapat direkomendasikan.

Untuk jaringan fisik di backbone, topologi jaringan dasarnya adalah topologi ring. Sehingga isue yang utama adalah bagaimana mengembangkan algoritma yang optimum untuk konfigurasi ring. Masalah ini di dunia optimasi dikenal dengan TSP (Travelling Salesman Problem) yang merupakan NP-Hard problem. Algoritma pendekatan yang paling populer dan banyak dipakai sekarang ini adalah algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO), tujuan dari algoritma ini adalah untuk menemukan solusi minimal yang digunakan untuk membentuk topologi ring yang memiliki bobot/biaya/waktu minimum. Penelitian penulis dan tim (Bambang, 2017) dalam pengembangan algoritma yang lebih baik dari algoritma Ant Colony Optimization, baik nilai minimum dan waktu komputasi telah dilakukan. Dari pengujian yang ditunjukkan bahwa algoritma yang diajukan lebih baik daripada ACO. Dari pengujian dengan dua set data test yang berbeda, dapat disimpulkan bahwa untuk jumlah node 20 hingga 50, algoritma yang diusulkan memiliki rata-rata 15% lebih baik daripada ACO untuk menemukan solusi minimal untuk menyelesaikan TSP. Gambar 3.12. menggambarkan algoritma yang dikembangkan dan Gambar 3.13. contoh hasil pengujian dan perbandingannya dengan algoritma ACO untuk 2 set file data test.

**Algorithm 1:** Proposed algorithm to solve TSP

```
Data: Read matrix of cost/weight of nodes/cities
1 Initialization
2 int n (n is variable for numbers of nodes)
3 int st (st is variable for starting/origin node)
4 int nx (nx is variable for next/destination node)
5 connNodes[i]=[ ] (connNodes[i] is list variable to store connected nodes)
6 for i in range n do
7   if i = 0 then
8     Connect st to two nx (nx1 and nx2) that have lower cost/weight
9     connNodes[i] = [(st,nx1),(st,nx2)]
10  end
11  if i = (n- 2) then
12    for item in connNodes[i-1] do
13      st = last index value of item
14      Connect st to one nx except the node in item
15      connNodes[i]=(item,nx)
16    end
17  end
18  if i = (n- 1) then
19    for item in connNodes[i-1] do
20      nx = first index value of item
21      connNodes[i]=(item,nx)
22    end
23  end
24  else
25    for item in connNodes[i-1] do
26      st = last index value of item
27      Connect st to two nx (nx1 and nx2) except the node in item
28      connNodes[i]=(item,nx1),(item,nx2)
29    end
30  end
31  if (i+2)%10 = 0 and i !=0 then
32    Save only 100 elemen of connNodes[i] that have lower cost/weight and
    remove the others
33  end
34 end
35 Return the minimum cost/weight from connNodes [n]
36 Try starting/origin node (st) for 0,1,2,...n. Compare the cost/weight and get the
    minimum one.
```

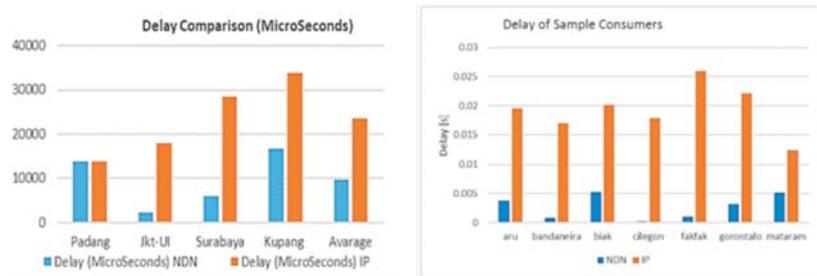
Gambar 3.12. Usulan Algoritma untuk optimasi topologi ring



Gambar 3.13. Perbandingan hasil dengan algoritma ACO

Algoritma ini masih terus disempurnakan dan dijadikan studi kasus dalam kuliah perencanaan jaringan dan diintegrasikan dalam NET2Plan.

Rekam jejak riset penulis dibidang jaringan Telekomunikasi, sekarang terfokus untuk mengantisipasi transformasi jaringan ke generasi 3, yaitu jaringan NDN. Sebelum dilakukan pengembangan produk untuk jaringan generasi ke 3 yang intinya adalah router NDN, sedang dilakukan kajian penerapan di level simulasi untuk jaringan eksisting di Indonesia yaitu pada jaringan Indonesian Higher Education network (Inherent) dan PALAPA Ring, untuk memastikan bahwa jaringan berbasis NDN lebih baik kinerjanya dibandingkan jaringan eksisting yang berbasis IP. Simulasi (Syambas,2018) pada jaringan Inherent dilakukan dengan 2 node produser di Banda Aceh dan Manado, dan node konsumen di Padang, Jkt-UI, Surabaya dan Kupang. Sedangkan untuk jaringan Palapa Ring, dilakukan dengan 7 node konsumen di Aru, Banda Neira, Fakfak, Biak, Cilegon, Gorontalo dan Mataram. Hasil simulasi diperlihatkan pada gambar 3.14. Dari hasil kajian simulasi terlihat bahwa parameter kinerja delay pada jaringan berbasis NDN jauh lebih baik. Begitu pula untuk parameter packet loss dan throughput.

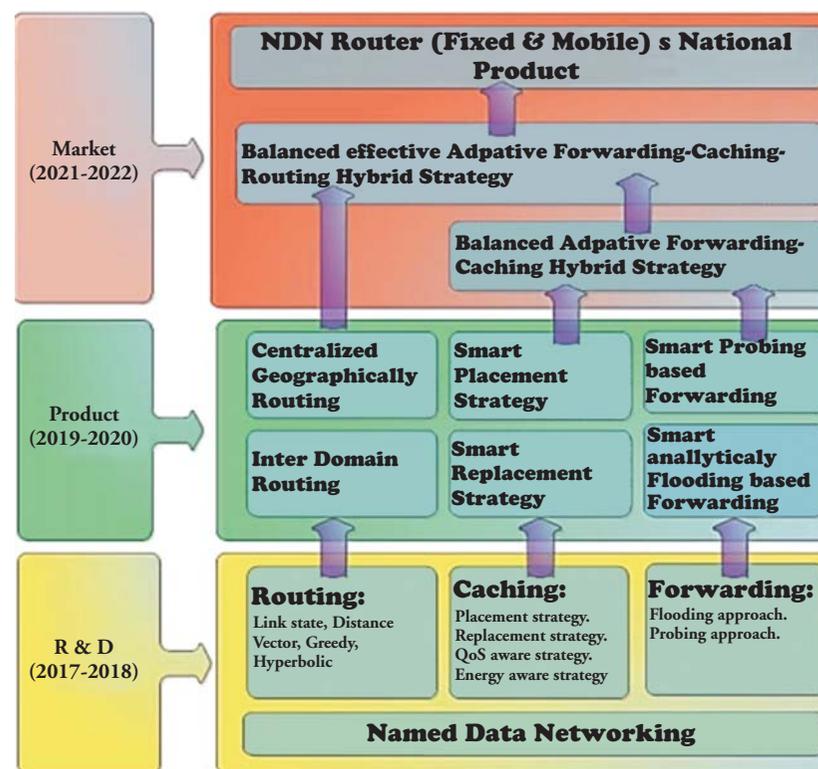


Gambar 3.14. Delay pada Inherent dan palapa Ring untuk NDN Vs IP

Agar tahapan penelitian di bidang NDN menjadi jelas dan dalam rangka pencapaian sebuah produk unggulan nasional maupun internasional, maka perlu dibuat panduan berupa roadmap penelitian. Gambar 3.15 memperlihatkan roadmap tersebut.

Penelitian awal terkait Named Data Network (NDN) sedang dilakukan di tahun 2017-2018. Penelitian ini meliputi kajian mendalam tentang routing, caching dan forwarding pada sistem NDN. Penelitian di fase pertama ini diharapkan dapat memenuhi tingkat kesiapterapan teknologi level 3. Hasil pemetaan ini kemudian akan dievaluasi dan diuji sehingga dapat menjadi model mengenai Router NDN. Pada fase kedua penelitian, yaitu periode tahun 2019-2020 akan dilakukan penelitian mengenai pengembangan metode dan algoritma baru pada routing, caching dan forwarding yang optimal untuk diterapkan, sehingga dapat dihasilkan model sistem jaringan telekomunikasi NDN yang dapat memberikan performansi yang paling baik. Penelitian di fase kedua ini

memenuhi Tingkat Kesiapterapan Teknologi level 4-5. Penelitian selanjutnya di tahun 2021-2022 akan dilakukan dalam upaya hilirisasi produk dimana upaya yang dilakukan antara lain komersialisasi produk unggulan nasional, melakukan evaluasi dari pengguna serta peningkatan produk. Penelitian lanjutan ini diharapkan dapat memenuhi Tingkat Kesiapterapan Teknologi level 6-9.



Gambar 3.15. Roadmap pengembangan produk router NDN nasional

Router berbasis pendekatan NDN yang memiliki karakteristik adaptif, efisien serta mendukung model universalitas layanan. Diharapkan juga algoritma yang dikembangkan bersifat terbuka, global dan transparan tidak mempersyaratkan penciptaan lingkungan khusus dalam proses integrasinya pada jaringan. Routing dibutuhkan dalam jaringan yang berbasis pendekatan NDN sebagai informasi awal bagi router untuk memahami topologi jaringan. Untuk selanjutnya dalam mendeliverikan konten sebuah router NDN akan bertumpu kuat pada aspek forwarding. Dengan pertimbangan ini maka routing NDN direncanakan berupa proses routing yang amat ramping agar performansi router NDN dapat lebih unggul dari router berteknologi konservatif dari aspek kecepatan proses dan konsumsi jaringan yang berupa overhead bagi jaringan. Namun dalam proses penelitiannya akan diawali dengan kajian terhadap teknologi routing yang sudah mapan dewasa ini. Sehingga pengembangan bertahap kami usulkan berupa pengembangan router dengan simplifikasi terfokus pada inter domain hingga menuju routing berbasis geografis terpusat dimana router hanya membutuhkan informasi awal terkait jaringan dari server terpusat pemberi informasi routing global pada saat pertama kali router diinterkoneksi dalam jaringan.

Dalam masalah Caching, perlu dipertimbangkan *Replacement strategy* yaitu strategi yang mencakup cara untuk manajemen berapa lama sebuah konten disimpan dalam cache sebuah router dengan pertimbangan meningkatkan cache hit ratio. Juga *Placement strategy*, yaitu

strategi yang mencakup cara untuk manajemen router mana dalam jaringan NDN yang bertanggung jawab meng-cache konten baru dengan pertimbangan optimasi pembagian beban dalam jaringan. Dalam lingkungan mobile banyak kajian yang perlu dipertimbangkan dalam bentuk model-model yang sudah lazim dikaji dan dipertimbangkan seperti model jaringan yang hirau terhadap QoS dan juga hirau terhadap energi.

#### 4. PENUTUP

Penguasaan teknologi telekomunikasi merupakan suatu keharusan bagi bangsa Indonesia agar dapat berperan penting di dalam pengembangannya untuk membangun kemandirian Industri Telekomunikasi Nasional. Terjadinya transformasi jaringan dari satu generasi ke generasi lain akan mengakibatkan terjadi perubahan mendasar dari sisi keilmuan maupun teknologinya seperti model trafik, model node dan arsitektur, routing dan protokol, fleksibilitas dan skalabilitas, algoritma dan kinerja (QoS), sekuriti, dan manajemen. Semua ini akan berdampak sangat besar terhadap operator, industri dan regulator, khususnya pada model bisnis dan organisasinya. Bagi perguruan tinggi, penelitian dibidang ini sangat terbuka lebar dan menjanjikan penemuan dan terobosan-terobosan baru. Status sampai sekarang belum ada satu kesepakatan standar untuk sistem jaringan masa depan tersebut.

Di sisi lain, peran teknologi telekomunikasi di dalam pembangunan

ekonomi suatu negara sudah tidak dapat disangkal lagi. Pemerataan infrastruktur telekomunikasi pada suatu negara dapat membantu peningkatan laju ekonomi negara yang bersangkutan yang pada gilirannya akan mensejahterakan masyarakat bangsa itu sendiri.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, bahwasannya atas segala karuniaNya yang telah dilimpahkan hingga saat ini. Pada hari yang berbahagia ini, perkenankanlah saya menyampaikan kepada yang terhormat Prof. Kadarsah Suryadi, Rektor ITB serta para Wakil Rektor, Pimpinan dan seluruh Anggota Forum Guru Besar ITB, atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk menyampaikan orasi ilmiah di hadapan para hadirin sekalian pada forum yang terhormat ini.

Ucapan terimakasih juga kepada Dr. Jaka Sembiring, Dekan STEI dan juga Prof. Dwi Hendratmo, WDA STEI, Insya Allah sebentar lagi dekanat STEI Profesor semua, juga dihaturkan terimakasih untuk para Pembimbing disertasi doktor, Prof. Andriyan Bayu Suksmono, Dr. Sugihartono dan Dr. Hendrawan, ketua KK Telekomunikasi, Prof. Adit Kurniawan, para Guru Besar, para sesepuh Prof. Ahmadi Djayasugita (alm), Ir. Herman Judawisastra dan rekan-rekan dosen di laboratorium Telematika dan Laboratorium Telekomunikasi Radio dan Gelombang Mikro, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB yang telah mendorong dan memotivasi saya.

Kepada Prof. Tati Mengko, Prof. Kuspriyanto, Prof. Andriyan Bayu, Prof. John Choi dan Prof. Udi Subakti, yang telah memberikan rekomendasi atas pengajuan Guru Besar saya, dan juga Prof. Yanuarsyah, Prof. Charmadi, Prof. Reynaldo Zoro atas saran dan masukannya dalam proses pengajuan saya ke Guru Besar.

Terimakasih yang tak terbatas saya ucapkan untuk kedua orang tua tercinta saya, Ibu Hj. Exora (alm) dan H. Ahmad Syambas (alm), yang telah dengan dengan ikhlas dan sabar membimbing dan mendidik saya sehingga bisa mengenal arti indahny hidup ini, dengan nasihatnya yang selalu terngiang dipendengaran yaitu “tong keok memeh dipacok” untuk selalu semangat dalam berkarya, dan “jangan tinggalkan sholat dimanapun dan bagaimanapun kamu berada” agar bisa bahagia dunia akhirat. Semoga Allah SWT meng sampuni dan limpahkan rahmatNya dan memberikan tempat yang terbaik bagi keduanya. Kepada kakak dan adik-adikku: dr. Ahmad Sofjan, SPD, Dra Titin Sofjatin, MSc., Prof.Dr.dr. Dedi Rachmadi SPA, Dra. Opip Sofjani, MSc, apt., Ir. Iwan Rachmawan, Dra Mia Rachmiati dan Ir. Rachmat Ginanjar, semoga kekompakan yang ada bisa terus terjalin. Kepada Keluarga besar Bapak dan Ibu Mertua, Bapak KH Drs. Kol. Imron Mawardi Kientang (alm) dan Ibu Hj. Oti Fatihah (alm), serta kakak-adik ipar, Prof. Dr. Efa Laila, SH.MH., Jahid Syuhada SH.MH, Ir. Tita Muntahanah, MM dan M. Kahfi SH., terimakasih atas dorongan dan doanya.

Terakhir dan yang paling penting, kepada istriku tercinta Emy Mu'tamirah SE, yang selalu mendampingi dalam segala keadaan susah

maupun senang, saya ucapkan terimakasih yang tulus, atas cinta, kesetiaan dan kesabarannya dalam mendampingi penulis dalam meniti rumah tangga dan yang tak henti hentinya juga mendorong dan mengingatkan saya untuk meraih Guru Besar. Kepada anak-anakku dan cucuku tercinta Melby Nurahman SH dan Albariah Azzakiah S.Kebid. beserta Kanzia, Kinsya Abdurrahman ST. dan Kristian J ST. beserta Aisha, Raexsyaf Arrahman, dan Kadhan Dalilurahman yang telah menjadi pendorong dan motivasi bagi penulis.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. T. M. Chen, "From Circuit Switched to IP-based Networks," in Encyclopedia of Multimedia Technology and Networking, 2<sup>nd</sup> ed., M. Pagan, Ed. Idea Group Publishing, 2009.
2. M. Dehghan, L. Massoulie, D. Towsley, D. Menasche, and Y. C. Tay, "A Utility Optimization Approach to Network Cache Design," 2016.
3. B. G. Pallis and A. Vakali, "Insight and Perspectives for Konten Delivery Networks," vol. 49, no. 1, pp. 101–106, 2006.
4. V. Jacobson, D. K. Smetters, N. H. Briggs, J. D. Thornton, M. F. Plass, and R. L. Braynard, "Networking Named Konten," in CoNEXT'09, 2009, pp. 1–12.
5. H. Jin, D. Xu, C. Zhao, and D. Liang, "Information-centric mobile caching network frameworks and caching optimization?: a survey," EURASIP J. Wirel. Commun. Netw., vol. 33, pp. 1–32, 2017.
6. Saxena, D., dan Roorkee, I.I.T: Named Data Networking: A Survey, Computer Science Review, 19, 15–55, 2016.
7. Anjali, "Components of Named Data Networking," Int. J. Innov. Eng. Technol., vol. 7, no. 3, pp. 543–552, 2016.
8. Y. Jing, "Evaluating Caching Mechanisms In Future Internet Architectures," Cambridge, USA, MIT-CSAIL-TR-2016-009, 2016.
9. L. V. Yovita and N. R. Syambas, "Konten Storage Effect on the Named Data Network Traffic Load," in The International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications 2017, 2017.
10. N.R. Syambas, A. Mustafa, F. Pratama, H. Tatimma, "Performance Comparison of Named Data and IP-based Networks", 2018 International Conference on Communication and Network Protocol (ICCNP2018), Paris 2018.
11. B. Supriadi, B. Budi, N.R. Syambas, "Comparison of proposed algorithm to ant colony optimization algorithm to form a ring topology with minimum path value", Proceedings - ICWT 2016: 2nd International Conference on Wireless and Telematics 2016.
12. D.J. Daniel, "Ground Penetrating Radar", 2<sup>nd</sup> Edition, The Institution of Electrical Engineers, 2004.
13. N.R. Syambas "Suatu Pendekatan Baru Untuk Interpretasi Pola Target Dari Suatu Objek Dasar Yang Tertanam Dengan Menggunakan Radar Permukaan Tanah", Disertasi doktor, Institut Teknogi Bandung, 2011.
14. N.R. Syambas, "An approach for predicting the shape and size of a

- buried basic object on ground penetrating radar system”,  
International Journal of Antennas and Propagation (IJAP), 2012.
15. Tim konsorsium Radar, “Pengembangan Dan Produksi Radar Nasional”, Laporan Riset Inovasi, 2017.
16. N.R. Syambas, “Hybrid of GPON and XGPON for splitting ratio 1:64”,  
International Journal on Electrical Engineering and Informatics, 2017.

## CURRICULUM VITAE



Nama : **NANA RACHMANA SYAMBAS**

Tmpt. & tgl. lhr. : Subang, 21 Februari 1959

Kel. Keahlian : Teknik Telekomunikasi

Alamat Kantor : Jalan Ganesha 10 Bandung

Nama Istri : Emy Mutamirah

Nama Anak : 1. Melby Nurahman  
2. Kinsya Abdurahman  
3. Raexsyaf Arahman  
4. Kadhan Dalilurahman

### I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Doktor, bidang Teknik Eletro dan Informatik, ITB, Indonesia, 2011.
- Master of Engineering, bidang Communication Engineering, RMIT, Australia, 1991.
- Sarjana Teknik Elektro (Ir), Institut Teknologi Bandung (ITB), 1983.

### II. RIWAYAT KERJA DI ITB

- 1984 - skrg : Staf Pengajar di STEI ITB
- 1994 - 2001 : Ketua Lab. Telematika, Dept. Teknik Elektro, ITB
- 2004 - 2005 : Sekr. Dept. bidang Sumber Daya DTE-ITB
- 2005 - 2006 : PIC kerjasama Univ. Al-Azhar Indonesia (UAI)-ITB

- 2006 - 2007: Ketua Kelompok Keahlian Teknik Telekomunikasi ITB
- 2006 - 2007: Anggota Senat STEI-ITB (Sekr. Komisi Sumberdaya)
- 2006 - 2010: Dir. sektor Telekomunikasi, IRCTR-IB , kerma TU-Delf dengan ITB.
- 2006 - 2012: Komisaris utama PT. Elektroteknika Utama ITB
- 2007 - 2012: Pengawas SABUGA (kerma PT.Gobel Internl.- ITB)
- 2010 - 2015: Ketua Koperasi Keluarga Pegawai ITB
- 2016 - skrg: Wakil Dekan bidang Sumber daya STEI-ITB

### III. RIWAYAT KEPANGKATAN

- Penata Muda III.a 1 Maret 1985
- Penata Muda Tk.I III.b 1 April 1987
- Penata III.c 1 April 1992
- Penata Tk.I III.d 1 Oktober 1995
- Pembina IV.a 1 April 1998
- Pembina Tk.I IV.b 1 Maret 2002

### IV. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Asisten 1 Maret 1985
- Asisten Ahli 1 April 1987
- Lektor Muda 1 Februari 1992
- Lektor Madya 1 Juni 1995
- Lektor 1 September 1997
- Lektor Kepala 1 Januari 2001
- Guru Besar 1 Desember 2017

### V. KEGIATAN PENELITIAN

• Ian Yosef, Iskandar, <b>Nana Rachmana</b> , Hendrawan, dkk: <i>Root Cost Analysis (RCA) untuk layanan internet daerah 3T</i>	Kerma Riset, BP3TI Kominfo, 2017-2018
• <b>Nana Rachmana</b> , Ian Yosef, Andriyan B, <b>M. Ridwan E</b> , dkk. (Consortium ITB,INTI, BMKG): <i>Pengembangan dan Produksi Radar Nasional</i>	Riset Inovasi Kemristekdikti, 2016 - 2018
• Ian Yoesef M, <b>Nana Rachmana</b> : <i>Pengembangan Aplikasi Real Time Monitoring Data Sumber Daya Laut Untuk Meningkatkan Potensi Wilayah</i>	Riset MP3EI, Dikti Kemendiknas RI, 2014-2015
• <b>Nana Rachmana</b> , Iskandar, Hendrawan: <i>Platform untuk pengembangan Aplikasi Mobile TV interaktif pada arsitektur Hybrid jaringan DVB dan Wireless IP</i>	Riset Desentralisasi, Dikti Kemendiknas RI, 2014
• <b>Nana Rachmana</b> , Hendrawan: <i>Pengembangan Jaringan Hybrid DVBT dan Jaringan Unicast Sebagai Platform Pendukung Ekosistem Broadband MP3EI Untuk Aplikasi Pendidikan</i>	Riset MP3EI, Dikti Kemendiknas RI, 2013
• Sigit Arifianto, <b>Nana Rachmana</b> , Yuyu Wahyu: <i>pengembangan software aplikasi monitoring sistem batas laut menggunakan radar pantai</i>	Riset RAPID, Dikti Kemendiknas RI, 2013
• <b>Nana Rachmana</b> , Iskandar,: <i>Kajian Pemanfaatan Spektrum Digital Divide Untuk Teknologi Broadband Wireless Access and TV Digital</i>	Riset MP3EI, Dikti Kemendiknas RI, 2012
• <b>Nana Rachmana</b> , Tutun Juhana, : <i>Perancangan dan Implementasi sistem smart ground penetrating radar</i>	Riset SINAS, Kemenristek RI, 2012

• Doctoral research grant	ITB, 2011
• <b>Team leader</b> on implementation ITB-LBS context aware.	Riset KK, LPPM-ITB, 2010
• Tutun Juhana, <b>Nana Rachmana:</b> <i>Mobile Portal</i>	Riset KK, LPPM-ITB, 2009-2010
• <b>Team Leader</b> on test bed ad hoc Network for NGN-R	Riset unggulan strategis nasional, Diknas, 2009
• <b>Team Leader</b> on Design and Implementation Location Based Context Aware System	RUT, Kemenristek RI 2008
• <b>Team Leader</b> on Design and Implementation ad hoc Network for NGN-R	Riset Unggulan, LPPM-ITB 2008-2009
• <b>Team Leader</b> on Design and Implementation e-ITB Guide	Riset Unggulan, LPPM-ITB 2007
• <b>Team Leader</b> on Design and Implementation Turbo Coding for wireless communications	Riset Unggulan Terpadu, Kemenristek RI 2001- 2003
• <b>Tim leader</b> on Network Interconnection analysis	PT Excelcomindo, PT.Satelindo, 2002
• <b>Team Leader</b> on design new telecommunication infrastructure on PT.Badak NGL area.	PT. BADA NGL 1998
• <b>Team leader</b> on Telephone micro demand forecasting for DIVRE III (West Java areas).	PT.ARIAWEST Internl, 1997-1998
• <b>Team Leader</b> on Design and Implementation single chip CDMA for wireless communication	Riset Unggulan Terpadu, Kemenristek RI 1994 - 1997

## VI. PUBLIKASI (yang terindeks oleh Scopus)

Document title	Authors	Scopus Year	Source
Konten storage effect on the named data network traffic load	Yovita, L.V., Syambas, N.R.	2018	Proc. of 2017 11th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Routing in NDN network: A survey and future perspectives	Tody AW. Syambas, N.R.	2018	Proc. of 2017 11th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
NMS for universal service over NDN: Study on Indonesia higher education network	Situmorang H Syambas, N.R. Juhana T. Ian YME	2018	Proc. of 2017 11th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Effect of overhead flooding on NDN forwarding strategies based on broadcast approach	Ahdan, S. Situmorang, H. Syambas, N.R.	2018	Proc. of 2017 11th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Fast heuristic algorithm for travelling salesman problem	Syambas, N.R. Salsabila, S. Suranegara, GM	2018	Proc. of 2017 11th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications

Document title	Authors	Scopus Year	Source
A new heuristic method for ring topology optimization : A proposal	Guntur P.B.K., Qamar, S. <b>Syambas, N.R.</b>	2018	Proc.of 2017 11 <sup>th</sup> TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Alert application for network management system	<b>Syambas N.R.</b> , Situmorang,H., Hendrawan, Iskandar	2018	Proc.of 2017 11 <sup>th</sup> TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Aspiration and complaint system: From literature survey to implementation	Zakia, I. Fatahillah, A.H. <b>Syambas, N.R.</b> , Mubarok, H.	2018	Proc.of 2017 11 <sup>th</sup> TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Service level measurement based on Uptime data monitoring for rural internet access	Samuels, C.I., <b>Syambas, N.R.</b> Hendrawan, Iskandar, Shalannanda,W	2018	Proc.of 2017 11 <sup>th</sup> TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Network Management System (NMS) using local collector mediation devices	Hendrawan, <b>Syambas, N.R.</b> Iskandar	2017	Proc.of 2016 10 <sup>th</sup> TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications

Document title	Authors	Scopus Year	Source
Proposed new heuristic algorithm for travelling salesman problem from minimum link	Christian, Ashari, W.M., <b>Syambas, N.R.</b>	2017	Proceedings - ICWT 2016: 2 <sup>nd</sup> International Conference on Wireless and Telematics 2016
A new heuristic method for optical network topology optimization	Rahman, I.J., Zain, A.R., <b>Syambas, N.R.</b>	2017	Proceedings - ICWT 2016: 2 <sup>nd</sup> International Conference on Wireless and Telematics 2016
The effect of scaling the size of Topology and Konten Stored on the NDN	Situmorang, H. <b>Syambas, N.R.</b> , Juhana, T.	2017	Proc.of 2016 10 <sup>th</sup> TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Comparison of proposed algorithm to ant colony optimization algorithm to form a ring topology with minimum path value	Supriadi, B., Budi, B., Syambas, N.R.	2017	Proceedings - ICWT 2016: 2 <sup>nd</sup> International Conference on Wireless and Telematics 2016
Model design and Electronic Service Guide (ESG) analysis for DVB broadcast on hybrid platform and unicast network	Suroaji, P.B., Ulilalbab, M., Iskandar, Hendrawan, T., Syambas, N.R.	2017	Proc.of 2016 10 <sup>th</sup> TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications

Document title	Authors	Scopus Year	Source
Hybrid of GPON and XGPON for splitting ratio of 1:64	Syambas,N.R., Farizi, R.	2017	International Journal on Electrical Engineering and Informatics
A blind spectrum sensing for cognitive radio based on Jarque-Bera normality test	Subekti, A., <b>Syambas, N.R</b> Sugihartono, Suksmono, A.B.	2016	International Journal on Electrical Engineering and Informatics
Performance analysis of Gigabit Passive Optical Network with splitting ratio of 1:64	<b>Syambas, N.R,</b> Farizi, R.	2015	Proceedings - ICWT 2015: 1 <sup>st</sup> International Conference on Wireless and Telematics 2015
Mobile TV interactive in DVB-T broadcast network hybrid with WiFi	Sugiharto, N.S., Iskandar, Hendrawan, T., <b>Syambas, N.R</b>	2016	Proceedings - ICWT 2015: 1 <sup>st</sup> International Conference on Wireless and Telematics 2015
Performance analysis of 10-Gigabit-capable Passive Optical Network (XGPON) with splitting ratio of 1:64	<b>Syambas, N.R.</b> Farizi, R.	2016	Proc.of 2015 9th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Simulation of network migration to software-defined	Rahim, M., Hikmatullah, M R	2016	Proc.of 2015 9th TSSA, International Conf. on Telecom Systems

Document title	Authors	Scopus Year	Source
network: Case study : ITB Ganesha campus	Saskara, G.J., Syambas, N.R		Services and Applications
Network migration to SDN using Pareto Optimal Resilience Controller (POCO): Case study in the UPI network	Irawan, A.I., Rahayu, M., Nisa, F., <b>Syambas, N.R.</b>	2016	Proc.of 2015 9th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
The simulation of SDN network using POX controller: Case in Politeknik Caltex Riau	Ramadona, S., Hidayatulloh, B A Siswanto, D.F., <b>Syambas, N.R</b>	2016	Proc.of 2015 9th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
A Jarque-Bera test based spectrum sensing for cognitive radio	Subekti, A., Sugihartono, <b>Syambas, N.R</b> Suksmono, A.B.	2015	Proc.of 2014 8th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
The development of real time application monitoring system for fishery sea resources in Indonesia	Syambas, N.R. Yosef, I., Situmorang,H., Nusantara, H.	2015	Proc.of 2014 8th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications

Document title	Authors	Scopus Year	Source
A HOS-based blind spectrum sensing in noise uncertainty	Subekti, A., Sugihartono, Syambas, N.R Suksmono, A.B.	2015	Journal of ICT Research and Applications
Polling system as a mobile TV interactive application based on DVB and unicast hybrid network	Iskandar, Hendrawan, T., Syambas, N.R Ramadhan, G.F	2015	Proc.of 2014 8th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Development of digital evidence collection methods in case of Digital Forensic using two step inject methods	Syambas, N.R Farisi, N.E.	2015	Proc.of 2014 8th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Indoor positioning system based on received signal strength (RSS) fingerprinting: Case in Politeknik Caltex Riau	Diono, M., Syambas, N.R	2015	Proc.of 2014 8th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
A Cognitive radio spectrum sensing algorithm to improve energy detection at low SNR	Subekti, A., Sugihartono, Syambas, N.R Suksmono, A.B.	2014	Journal Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)

Document title	Authors	Scopus Year	Source
A HOS based spectrum sensing for cognitive radio in noise of uncertain power	Subekti, A., Sugihartono, Syambas, N.R Suksmono, A.B.	2014	2nd International Conf. on Information, Comm Technology, ICoICT 2014
Two-step injection method for collecting digital evidence in digital forensics	Syambas, N.R Farisi, N.E.	2014	Journal of ICT Research and Applications
A blind spectrum sensing method for DTV signal detection	Syambas, N.R Farisi, N.E.	2013	International Conf. of Information and Comm. Technology, ICoICT 2013
Calculation model of SMS interconnection rates via SMS Hubbing in Indonesia and regulatory approach	Syambas, N.R Maulana, M.I.	2012	Proc.of 2012 7th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Image processing and face detection analysis on face verification based on the age stages	Syambas, N.R Purwanto,U.H.	2012	Proc.of 2012 7th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
An approach for predicting the shape and size of a buried basic object on	Syambas, N.R.	2012	International Journal of Antennas and Propagation (IJAP)

Document title	Authors	Scopus Year	Source
surface ground penetrating radar system			
A system for identification of a buried object on GPR using a decision tree method	Syambas, N.R.	2011	Proc.of 2011 6th TSSA, International Conf. on Telecom Systems Services and Applications
Interpretation target pattern of a buried basic object on surface Ground Penetrating radar system	Syambas, N.R Hendrawan, Sugihartono, Suksmono, A.B.	2009	International Journal on Electrical Engineering and Informatics

## VII. PENGHARGAAN

- Tanda Jasa Penghargaan Pengabdian 10 Tahun, Nasional, 2002
- Tanda Jasa Penghargaan Pengabdian 20 Tahun, Nasional, 2010
- Tanda Jasa Penghargaan Pengabdian 25 Tahun, lokal ITB, 2010
- Tanda Jasa Penghargaan Pengabdian 30 Tahun, Nasional, 2016
- Tanda Jasa Penghargaan Bhakti Koperasi, Menteri Koperasi, 2016

## VIII. SERTIFIKASI

- Sertifikasi Dosen, 2008 Kementerian Pendidikan Nasional
- Sertifikasi Asesor, 2016, Badan Nasional Sertifikasi Profesi BNSP
- Sertifikat Kompetensi bidang Telekomunikasi, 2018, BNSP