



TEKNOLOGI KOMUNIKASI NIRKABEL: PERKEMBANGAN TERKINI DAN PELUANG INDONESIA

Oleh :
Gamantyo Hendranto

Pidato Pengukuhan untuk Jabatan Guru Besar
Dalam Bidang Sistem Komunikasi Nirkabel dan Propagasi Radio
Pada Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 10 September 2008

Departemen Pendidikan Nasional
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Bapak dan Ibu Anggota Senat ITS yang saya hormati,

Bapak Rektor dan Jajaran Pimpinan ITS yang saya hormati,

Bapak dan Ibu hadirin yang saya muliakan,

Salam sejahtera, kiranya berkah dan nikmat dari Tuhan Yang Maha Penyayang senantiasa dilimpahkan atas kita, khususnya di bulan yang suci ini.

Hadirin yang saya hormati, dikukuhkan sebagai guru besar adalah suatu kehormatan, khususnya bagi saya yang merasa masih perlu banyak belajar. Momen ini bukan akhir pencapaian, tetapi malahan adalah awal dari suatu pekerjaan besar, yaitu mengabdikan kegurubesaran bagi masyarakat dengan semakin gencar melaksanakan Tri Dharma: mendidik, meneliti, dan mengabdikan kepada masyarakat. Untuk itu saya mohon doa dan restu agar justru setelah pengukuhan hari ini saya makin terpacu untuk maju, dan bukan sebaliknya menjadi pongah, sulit bekerja sama, dan makin sedikit bekerja¹. Sudah tiba masa untuk lebih sering muncul hanya sebagai nama kedua atau ketiga pada makalah-makalah.

Dalam kaitan tersebut, ijinkan saya menyampaikan pidato ilmiah yang mengambil judul:

TEKNOLOGI KOMUNIKASI NIRKABEL: PERKEMBANGAN TERKINI DAN PELUANG INDONESIA

1. Sistem Komunikasi Radio

Sistem komunikasi sudah merambah berbagai aspek kehidupan manusia. Gambar 1 menunjukkan berbagai contoh teknologi komunikasi tanpa kabel yang sudah dikenal. Gambar

¹ "Professors do not like to be asked to move quickly, and particularly not by a man who is not yet thirty. They can move quickly, or so they imagine, but they don't like to be bossed." (Davies, 1981)

1(a) sampai (c) memanfaatkan gelombang elektromagnetik alias radio sebagai pembawa informasi, (d) dan (e) memanfaatkan gelombang akustik, sedangkan (f) memanfaatkan gelombang cahaya alias mata manusia untuk melihat isyarat asap. Tergantung kepada manusia penggunaannya, beberapa di antara teknologi yang berbasis radio bisa berdampak negatif, seperti Gambar 1(a) sampai (c) yang menggambarkan orang menelepon sambil menyetir mobil, menyusuri internet sampai lupa waktu, dan menonton program TV yang kurang mendidik. Namun dampak positif sistem komunikasi radio, jika mau dirinci satu per satu, jauh lebih banyak dan lebih besar.

Cerita bermula ketika manusia mencoba memahami perilaku gelombang elektromagnetik di berbagai medium, yang tergambar dari persamaan-persamaan Maxwell². Radiasi gelombang elektromagnetik yang dipadu dengan proses modulasi memungkinkan manusia menumpangkan sinyal informasi suara, gambar, video, dan data - yang telah dikonversi menjadi sinyal listrik - pada gelombang elektromagnetik yang merambat melalui berbagai medium. Jadilah sistem komunikasi radio.

² Seperti potongan sajak Skobelev (2003) berikut tentang sistem persamaan Maxwell:

“...
In his additional equation
We can see the relation
Of curl E and ∂B by ∂t .
It describes - we shout bravo! -
Faraday's law discovered:
Magnetism gives electricity!

We are thankful to great Maxwell
For the theory he gave
 E keeps right side, H keeps left side,
In this world of waves...
 E keeps right side, H keeps left side,
In this world of waves!”



(a)



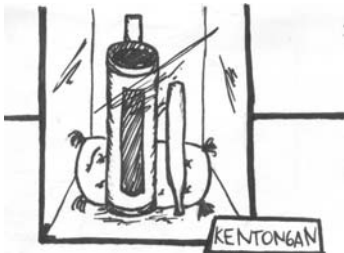
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 1 Berbagai bentuk komunikasi tanpa kabel.

Sistem komunikasi radio menjadi salah satu indikator kemajuan peradaban manusia. Seratus tahun yang lalu hanya gelombang elektromagnetik dari sumber alami saja yang terlepas dari muka bumi ke angkasa raya. Namun sejak didirikannya stasiun pemancar TV yang pertama, sinyal radio berkekuatan tinggi buatan manusia merambah masuk ke alam semesta. Kemunculan stasiun pemancar radio, jaringan seluler, dan lain-lain ikut menambah tingkat pancaran radio dari bumi ke angkasa luar. Sepuluh tahun dari sekarang, seekor mahluk ekstra-terestrial di tata surya lain yang berjarak 10 tahun-cahaya dari bumi akan dapat menerima sinyal siaran TV yang disiarkan hari ini dan menarik kesimpulan seperti apa masyarakat manusia saat ini (Sagan, 1991).

Sistem komunikasi radio terus berkembang dengan munculnya kemampuan manusia melakukan digitalisasi sinyal dan sistem. Tahapan ini memungkinkan orang menyampaikan pesan multimedia kepada para rekannya dengan kapasitas, kualitas, dan keandalan tinggi sambil bergerak. Famili teknologi yang berlabel sistem komunikasi nirkabel pita lebar (*broadband wireless communications*) inilah yang menjadi titik api orasi ini.

2. Model Sistem Komunikasi Digital

Seperti diajarkan dalam berbagai buku teks - misal Proakis (2001) - suatu sistem komunikasi digital tersusun atas tiga komponen utama, yaitu perangkat pemancar, kanal komunikasi, dan perangkat penerima, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Misalkan terdapat deretan informasi digital $\{I_k\}$ yang bisa berasal dari data digital atau sinyal suara atau video yang telah dijadikan digital. Pemancar berfungsi mengubah deretan informasi digital $\{I_k\}$ menjadi bentuk sinyal $x(t)$ yang dapat dikirimkan melalui kanal, sedangkan penerima mengupayakan diperolehnya estimasi informasi asli $\{I_k\}$

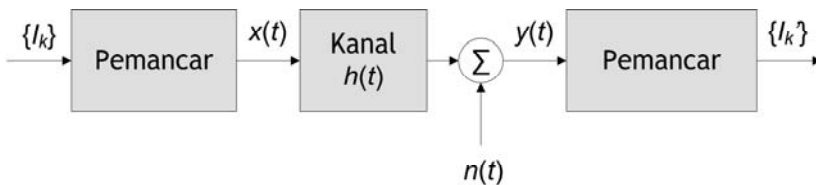
berdasarkan sinyal $y(t)$ yang diterimanya dari kanal. Selama perambatan melalui kanal, sinyal yang membawa informasi mengalami gangguan berupa noise, fading, dan pelebaran pulsa. Jika sinyal yang dihasilkan pemancar adalah $x(t)$ sebagai fungsi waktu t , kanal memiliki karakteristik respon impuls $h(t)$ dan memberikan noise sebesar $n(t)$, maka sinyal yang sampai pada penerima adalah:

$$y(t) = h(t) * x(t) + n(t) \quad (1)$$

dengan $*$ menyatakan operasi konvolusi. Sedangkan $h(t)$ dapat dituliskan sebagai:

$$h(t) = \sum_{n=0}^{N-1} r_n e^{j\theta_n} \delta(t - t_n) \quad (2)$$

yang menyatakan respon impuls dari suatu kanal radio dengan N lintasan, masing-masing memiliki magnitudo, pergeseran fase, dan waktu tunda berturut-turut r_n , θ_n , dan t_n . Apa pun jenis kanalnya, bentuk umum di atas selalu berlaku dengan karakteristik statistik sinyal dan kanal yang bervariasi dari satu aplikasi ke aplikasi lain. Pada sistem dengan pemancar dan/atau penerima berantena banyak, respon kanal biasa dinyatakan dalam bentuk vektor atau matriks.



Gambar 2 Model sederhana sistem komunikasi digital

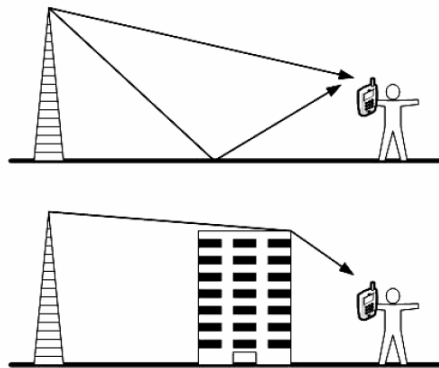
3. Desain Sistem Komunikasi Berdasarkan Karakteristik Kanal pada Ranah Waktu, Frekuensi, dan Ruang

Variasi kanal terjadi pada tiga matra, yaitu waktu, frekuensi, dan ruang. Variasi terhadap waktu terjadi karena pemancar dan/atau penerima yang bergerak atau karena kondisi lingkungan yang berubah terhadap waktu. Variasi pada ranah frekuensi terjadi terutama karena efek penjumlahan vektor dari lintasan-lintasan propagasi. Jika lintasan-lintasan ini mengakibatkan pergeseran fase yang sama maka hasil jumlahnya akan saling menguatkan. Sebaliknya, fase yang berlawanan mengakibatkan penjumlahan yang saling memperlemah. Variasi dalam dimensi ruang terjadi karena efek penjumlahan lintasan jamak bergantung kepada geseran fase setiap lintasan, serta kondisi lingkungan yang berbeda-beda pada setiap posisi antena pemancar atau penerima.

Sebenarnya suatu kanal dianggap bervariasi cepat atau lambat tidak bisa hanya dilihat berdasarkan laju variasi absolut dari respon kanal tersebut, tapi harus dipandang dari laju variasi relatif terhadap laju informasi yang dikirim melaluinya (Proakis, 2001). Dengan demikian, manusia bisa memilih akan menggunakan sistem pita sempit atau lebar dengan mengatur lebar pita atau laju transmisi sinyal yang dikirimkan. Secara umum, jika informasi mengenai karakteristik kanal diketahui, suatu sistem komunikasi digital dapat dirancang untuk bekerja optimum menurut berbagai kriteria, antara lain:

- Kualitas sinyal dan/atau efisiensi daya,
- Keandalan atau ketersediaan,
- Kapasitas atau efisiensi spektrum,
- Kompleksitas.

Sebagai contoh, respon kanal yang tidak seragam terhadap sinyal yang berfrekuensi beda menyebabkan timbulnya efek interferensi antara pulsa atau simbol yang dikirimkan berderetan. Hal ini bisa terjadi pada sistem komunikasi radio jika gelombang radio merambat dari pemancar ke penerima melalui lintasan yang berbeda - misal, lintasan langsung dan lintasan pantul pada kondisi LOS (*line-of-sight*, kondisi di mana lintasan propagasi radio antara antena pemancar dan penerima tidak terhalang seperti pada Gambar 3) - menyebabkan diterimanya lebih dari satu duplikat pulsa yang sama pada penerima dalam waktu yang berbeda. Akibatnya terjadi tumpang tindih antar simbol yang berurutan. Obatnya adalah teknik ekualisasi yang berfungsi mengkompensasi efek pertindihan antar simbol atau menyeragamkan respon frekuensi kanal (Proakis, 2001).



Gambar 3 Ilustrasi kondisi LOS (*line-of-sight*, gambar atas) dan NLOS (*non-LOS*, bawah)

Demikian kita kenal pula obat-obat lain untuk berbagai permasalahan di bidang sistem komunikasi digital. Pengkodean digunakan untuk memberi tameng bagi pulsa-pulsa terhadap serangan sinyal asing (derau dan interferensi)

selama perjalanannya menuju ke penerima. Jika kondisi kanal berubah-ubah, teknik adaptasi dapat diterapkan pada daya, jenis modulasi, dan pengkodean. Apabila diinginkan komunikasi berbarengan sehingga sinyalnya saling bertindihan pada frekuensi yang sama, digunakan prinsip pelebaran spektrum (*spread spectrum*) dipadu dengan deteksi pengguna jamak (*multi-user detection*). Jika diinginkan komunikasi pita lebar hemat spektrum dengan ekualisasi sederhana bisa digunakan teknik OFDM (*orthogonal frequency division multiplexing*). Bagi yang kurang puas dengan kualitas dan kapasitas, sistem multi antena MIMO (*multi-input multi-output*) dapat diterapkan, baik untuk peningkatan kapasitas dengan multipleks dalam matra ruang maupun peningkatan kualitas dengan pengkodean pada dimensi ruang-waktu.

Contoh sistem komunikasi paling sederhana adalah komunikasi melalui saluran transmisi seperti kabel telepon, kabel koaksial, atau *waveguide*, yang masing-masing merupakan medium transmisi yang "terkendali" dan tidak berubah terhadap waktu. Sekali respon medium terhadap sinyal dengan frekuensi tertentu diketahui, maka langsung dapat ditetapkan metode transmisi terbaik (dalam kriteria apa pun) yang dapat dipergunakan selama komunikasi berlangsung. Hal ini yang terjadi pada sistem DSL (*digital subscriber line*) dan TV kabel.

Sebaliknya kanal radio dengan lintasan jamak, di mana baik posisi pemancar, penerima, maupun obyek pemantul dan penghambur di sekitarnya dapat berubah, menuntut adanya adaptasi sistem komunikasi untuk mengejar perubahan kanal. Adaptasi dapat terjadi pada daya pancar, tingkat modulasi, laju pengkodean, atau pada proses ekualisasi digital pada penerima. Teknik adaptasi diterapkan pada sistem telepon seluler atau siaran televisi digital, khususnya ketika si pelanggan seluler atau si penonton TV digital sedang bergerak.

Hal yang serupa dapat terjadi pada sistem komunikasi pada frekuensi sangat tinggi, di atas 10 GHz, terutama jika terjadi hujan pada saat komunikasi berlangsung. Pada pita frekuensi ini tersedia spektrum yang sangat lebar dan berpotensi untuk dimanfaatkan bagi akses nirkabel berkapasitas tinggi. Tetapi, mengapa manusia menciptakan kata "tetapi"? Karena tetapi bisa terjadi setiap saat (Darma, 2007). Dalam hal ini, pada segmen frekuensi di atas 10 GHz panjang gelombang bernilai kurang dari 3 cm, sehingga titik-titik hujan yang berdiameter maksimum sekitar 6 mm mulai menyebabkan efek penghamburan. Akibatnya daya yang diteruskan dan sampai pada penerima menjadi berkurang dan terjadilah fenomena redaman hujan (Brussaard dan Watson, 1995). Pada lintasan radio dengan panjang (x_2-x_1) km, besarnya redaman $A_{1,2}$ (dB) pada waktu t adalah:

$$A_{1,2}(t) = \int_{x_1}^{x_2} k(R(x,t))^\alpha dx \quad (3)$$

Pada (3), nilai k dan α tergantung pada frekuensi dan polarisasi gelombang, sedangkan $R(x,t)$ menyatakan besarnya curah hujan (mm/jam) sebagai fungsi posisi x dan waktu t . Persamaan (3) menggambarkan betapa redaman hujan bervariasi terhadap waktu dan ruang. Oleh sebab itu sistem komunikasi di atas 10 GHz harus mampu memanfaatkan variasi waktu-ruang ini untuk memberikan kinerja yang optimal dari sisi kualitas sinyal dan kapasitas kanal.

4. Relevansi

Sejak generasi kedua, sistem komunikasi telepon bergerak telah memasuki era digital. Kualitas penerimaan yang lebih baik dan kapasitas yang lebih tinggi adalah kelebihan utama dibanding generasi pertama yang masih berbasis modulasi analog. Pada generasi kedua, muncul dua

kubu besar teknologi yang bersaing di arena global. Teknologi TDMA (*time division multiple access*) yang diusung oleh negara-negara Eropa melalui standar GSM, dengan Ericsson sebagai penggerak utama, bersaing dengan CDMA (*code division multiple access*) yang dicetuskan oleh Qualcomm dari Amerika Serikat yang kemudian dikenal melalui standar IS-95 dan beberapa variannya. Kapasitas yang semakin besar dicapai oleh sistem komunikasi bergerak generasi ketiga. Pada generasi ketiga ini, komunikasi data dan video sudah dapat dilaksanakan, minimal bagi yang sudah puas melihat gambar bergerak berukuran layar ponsel atau PDA. Sedangkan manusia tidak pernah merasa puas.

Akses LAN nirkabel memiliki riwayatnya sendiri. Kelahiran keluarga standar IEEE 802.11 memberi jalan bagi akses nirkabel kecepatan tinggi ke jaringan LAN. Pihak industri merespon hasil kerja keras komite standarisasi IEEE ini dengan menetapkan WiFi yang berbasis pada IEEE 802.11 untuk memungkinkan realisasi sistem ini oleh industri telekomunikasi. Dengan membidik target aplikasi berupa terminal komputer atau laptop, sistem ini mampu mencapai kecepatan sekian puluh Mbps. Cerita serupa terjadi pada IEEE 802.16 yang setelah mengalami amandemen beberapa kali mampu melahirkan teknologi akses nirkabel kecepatan tinggi, baik untuk aplikasi *point-to-point* ataupun *point-to-multipoint*, dengan fleksibilitas segmentasi kanal frekuensi pada pita 2-11 GHz³. Dalam hal ini industri merespon dengan formulasi WiMAX untuk memungkinkan implementasinya oleh industri perangkat telekomunikasi. Saat ini terjadi

³ Versi awal dari IEEE 802.16 diperuntukkan bagi gelombang milimeter di sekitar 20-30 GHz yang menuntut kondisi LOS karena gelombangnya yang sangat pendek. Syarat LOS ini gugur pada versi berikut yang menggunakan spektrum 2-11 GHz yang lalu diangkat oleh industri sebagai teknologi WiMAX. Hal ini kemudian sering menimbulkan salah kaprah bahwa WiMAX adalah teknologi untuk kondisi NLOS saja, padahal bukan.

perkembangan menuju peningkatan mobilitas dan penerapan komunikasi kooperatif (lihat Bab 5).

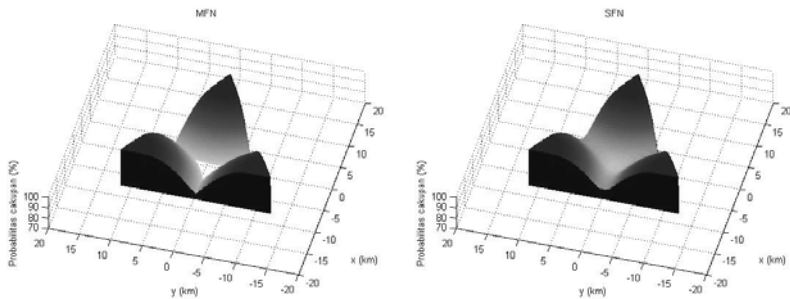
Teknologi lainnya yang sedang berkembang di dunia saat ini, dan baru mulai disemai di Indonesia, adalah sistem siaran TV digital (Budiarto dkk, 2007). Kalau pada sistem TV analog yang sekarang ini kita nikmati sebuah kanal RF hanya ditempati oleh satu sinyal program siaran TV, maka pada sistem digital setiap kanal RF dapat digunakan bersama secara multipleks oleh beberapa program siaran. Di samping itu, teknik modulasi digital disertai pengolahan sinyal yang canggih memungkinkan sistem TV digital lebih tahan terhadap gangguan derau, distorsi oleh kanal (Gambar 4), maupun efek interferensi. Akibatnya kualitas gambar yang dihasilkan juga lebih baik dibandingkan sistem analog (Wu, 2000).



Gambar 4 Contoh penerimaan gambar di dalam gedung: siaran analog mengalami efek gambar ganda atau *ghost* (kiri) sedangkan siaran digital memberikan gambar sempurna (kanan)

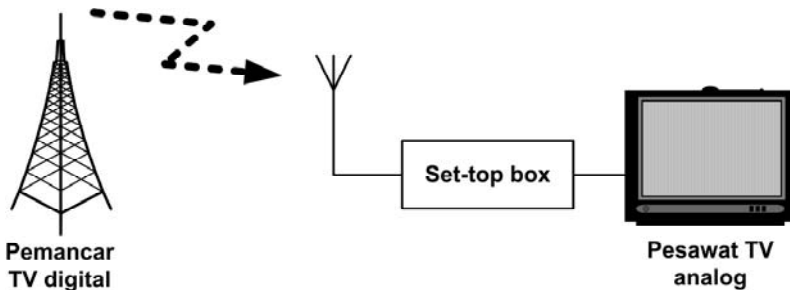
Di samping itu, teknologi digital memungkinkan jaringan pemancar TV yang bekerja pada frekuensi yang sama (*single frequency network*, SFN) untuk meningkatkan cakupan dan kualitas sinyal (Ladebusch dan Liss, 2006). Gambar 5 membandingkan prosentase cakupan SFN dan jaringan

pemancar multi frekuensi (*multiple frequency network*, MFN) pada sistem TV digital DVB-T dengan tiga pemancar yang membentuk segitiga bersisi 24 km menurut estimasi berdasarkan hasil pengukuran di Jakarta oleh tim BPPT, ITS, dan Alphatron (Budiarto, 2007). Daerah berwarna putih di sekitar pusat segitiga wilayah cakupan MFN adalah daerah yang memiliki tingkat cakupan kurang dari 70%, nilai acuan minimum untuk cakupan DVB-T yang dianjurkan oleh Ladebusch dan Liss (2006).



Gambar 5 Perbandingan daerah cakupan jaringan MFN dan SFN dengan tiga pemancar.

Dari dua hal di atas, kapasitas dan kualitas, tampak bahwa sistem TV digital punya daya tarik yang tinggi, baik bagi masyarakat sebagai konsumen maupun bagi industri dan pemerintah. Misalkan saja setiap kanal RF memultipleks 5 program siaran, berarti teknologi ini menjanjikan lapangan kerja minimal 5 kali lebih besar di bidang industri kreatif. Demikian pula penerimaan gambar yang lebih baik dibanding analog, dalam kondisi non-LOS dan bergerak, tentu menarik bagi penikmat TV dengan mobilitas tinggi. Di Indonesia, migrasi dari analog ke digital menuntut tersedianya perangkat decoder atau set-top box yang murah, sedemikian hingga seluruh lapisan masyarakat dapat menikmati siaran TV digital tanpa perlu membeli pesawat TV baru (Gambar 6).



Gambar 6 Perangkat penerima TV analog dengan set-top box untuk menerima siaran TV digital

5. Peluang Masa Depan

Masih banyak hal yang perlu dikembangkan untuk mewujudkan sistem komunikasi nirkabel pita lebar. Impian yang hendak diwujudkan adalah kondisi di mana setiap orang dengan perangkat komunikasinya sendiri, entah berupa ponsel, PDA, laptop, atau desktop, dapat memperoleh layanan multimedia yang diinginkannya tanpa perlu repot mengurus ketersediaan jaringan radio di tempat ia berada. Dengan demikian beberapa masalah masih perlu dicari solusinya:

- Bagaimana memperbesar kapasitas kanal yang ada.
- Bagaimana menyediakan lebih banyak alternatif frekuensi gelombang pembawa bagi sistem ini.
- Bagaimana sistem yang berbeda-beda dapat saling bekerja bersama sehingga terbentuk anjungan layanan yang tak terputus di antara pasangan pelanggan mana pun.
- Bagaimana dapat dibuat perangkat keras dan lunak yang memungkinkan alat komunikasi bekerja

berdasarkan sistem mana pun yang tersedia di suatu tempat.

Dengan sekian banyak permasalahan, jelas terbuka lebar peluang bagi periset teknologi nirkabel di Indonesia. Di mana ada kemauan, di situ pasti ada jalan yang terbuka.

Teknologi multi-antena MIMO merupakan salah satu proposal solusi dalam meningkatkan kinerja sistem nirkabel. Dalam hal ini penerapannya ditujukan untuk meningkatkan kualitas atau kapasitas secara kompromi. Tingkat diversitas mengindikasikan peningkatan kualitas sinyal, sedangkan tingkat multipleks menentukan kapasitas sistem. Pemanfaatan diversitas pada ranah ruang dicapai dengan menerapkan pengkodean ruang-waktu (*space-time coding* atau STC) yang dirintis oleh Alamouti (1998) dan Tarokh dkk (1998 dan 1999). Sementara upaya peningkatan kapasitas dengan multipleks spasial berawal dari sistem BLAST (*Bell Labs Space-Time Processing*) (Foschini dkk, 1999). Kedua teknik ini mencapai hasil maksimal pada kondisi lingkungan yang memiliki banyak penghambur gelombang sehingga menyebabkan korelasi yang rendah antara sinyal-sinyal yang diterima oleh elemen antena yang berbeda pada penerima. Kondisi ini biasanya terpenuhi pada sistem komunikasi di dalam ruang (Hendrantoro dkk, 2007a). Sedangkan untuk operasi di luar gedung dapat diterapkan sistem MIMO terdistribusi, di mana sebuah terminal pelanggan multi-antena berkomunikasi secara simultan dengan lebih dari satu stasiun, masing-masing juga memiliki antena jamak (Puspitorini dkk, 2006, Gunantara dkk, 2006, Kuswidiastuti dkk, 2008). Di kawasan ini masih terbuka peluang cukup lebar untuk partisipasi para periset Indonesia. Sisi lain dari sistem multi-antena MIMO adalah pemanfaatannya dalam teknologi radar dikombinasi dengan pengkodean bentuk gelombang untuk meningkatkan akurasi radar dalam mendeteksi obyek (Li dkk, 2006).

Dalam rangka memperbanyak opsi frekuensi gelombang radio pembawa, perlu dijajagi peluang pemanfaatan gelombang milimeter, khususnya pada segmen frekuensi 20-40 GHz. Akses nirkabel terestrial pada segmen frekuensi tersebut sudah cukup matang dikembangkan di benua Eropa (Nordbotten, 2000, Panagopoulos dkk, 2007) dan Amerika Utara (Hendrantoro dkk, 2002, Falconer dan Decruyenaere, 2003). Pada kedua wilayah ini, curah hujan tidaklah sebesar di daerah tropis seperti Indonesia. Penerapan teknik diversitas, di mana suatu terminal pelanggan dilayani oleh stasiun yang memberikan sinyal terbaik, sudah cukup mampu menghasilkan kualitas layanan yang baik (Hendrantoro dkk, 2002). Persamaan (3) menggambarkan betapa besar-kecilnya redaman dipengaruhi oleh curah hujan sepanjang lintasan radio. Sebagai contoh, di Surabaya pernah tercatat curah hujan sesaat sampai setinggi 300 mm/jam (Muriani dkk, 2007) dan redaman sebesar 80 dB pada lintasan radio 30 GHz sepanjang 5,7 km (Salehudin dkk, 1999). Logikanya, jika dapat dirancang suatu sistem nirkabel gelombang milimeter yang tahan terhadap kondisi tersebut di atas, maka sistem ini akan dapat dimanfaatkan di wilayah tropis sepanjang sabuk khatulistiwa yang kebanyakan dihuni oleh negara-negara berkembang. Untuk menuju ke sana diperlukan pemodelan redaman hujan yang akurat sebagai alat uji sistem yang direncanakan (Hendrantoro dkk, 2006), termasuk pula metode estimasi hamburan daya yang memperhitungkan keacakan dimensi dan posisi titik hujan yang realistis (Setijadi dkk, 2008). Desain sistem perlu melibatkan teknologi adaptasi pada lapisan fisik (Indrabayu dkk, 2005, Suwadi dkk, 2008) atau optimasi lintas-jaringan (Endroyono dkk, 2008a dan 2008b).

Kemudian dalam rangka menyediakan akses layanan komunikasi multimedia di daerah yang tidak memiliki infrastruktur (daerah baru atau daerah yang tertimpa

bencana) dapat diimplementasikan jaringan komunikasi nirkabel ad-hoc. Terminal-terminal pengguna dapat bekerja sama membentuk suatu jaringan relay sedemikian hingga dapat terjadi komunikasi antar terminal yang berjauhan atau sampai mencapai stasiun yang terhubung ke infrastruktur jaringan (Scaglione dkk, 2006,). Beberapa isu seperti sistem modulasi, penentuan rute relay, dan sebagainya dipecahkan dengan memasang target kinerja seperti pemampatan waktu tunda dan penghematan daya. Sistem komunikasi kooperatif ini, misalnya, dapat diterapkan pada WiMAX untuk menjangkau daerah-daerah yang belum memiliki infrastruktur jaringan kabel dan menyediakan akses nirkabel pita lebar di daerah-daerah tersebut.

Akhirnya, keberadaan berbagai sistem komunikasi radio, seperti jaringan telepon seluler, akses LAN nirkabel, dan sistem nirkabel pita lebar, memerlukan adanya unifikasi sedemikian hingga setiap orang bisa berkomunikasi di mana pun dia berada dengan perangkat apa pun yang dibawanya (Gambar 7 mengilustrasikan besarnya kebutuhan layanan telekomunikasi dalam berbagai bentuk). Konsep sistem nirkabel generasi keempat atau 4G adalah seperti itu. Berbagai permasalahan masih menunggu solusi tuntas dalam rangka pembentukan sistem 4G ini, misalkan metode pensinyalan untuk pengiriman informasi multimedia lintas sistem (Fu dkk, 2006).

Masih banyak peluang-peluang yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai celah kontribusi bagi para periset kita. Contohnya, pengembangan perangkat radio dengan blok fungsional yang dapat didefinisikan dengan perangkat lunak (*software-defined radio*) (Mitola dan Zvonar, 2000), pengembangan jaringan sensor nirkabel (*wireless sensor network*), pemanfaatan gelombang HF untuk jaringan ad-hoc, beserta berbagai aplikasinya masing-masing. Yang diperlukan untuk mewujudkan kontribusi yang signifikan adalah program

yang terpadu dan terencana baik, dengan melibatkan elemen-elemen perguruan tinggi, institusi penelitian, industri, dan pemerintah, dibarengi dengan kerja keras dan sikap saling menghargai dan mendukung di antara para peneliti dan industri.



Gambar 7 Seorang pengguna teknologi telekomunikasi yang sedang berbicara lewat telepon seluler, mengakses internet dengan WiFi, sambil menonton siaran TV.

6. Memanfaatkan Peluang Lewat Pendidikan Berbasis Lab

Karena gelar yang dipercayakan kepada saya adalah guru besar, dan bukan peneliti besar, maka ijin saya sedikit masuk ke dalam bidang pendidikan. Dalam rangka pencapaian hasil riset yang maksimal, permasalahan yang umum terjadi di pendidikan tinggi adalah kurang serasinya kegiatan-kegiatan Tri Dharma. Pengajaran menyita waktu dan tenaga sangat banyak sehingga dosen tidak sempat meneliti. Penelitian dilakukan sendiri oleh dosen tanpa melibatkan mahasiswa sehingga kurang bermanfaat bagi proses belajar

mengajar. Belum lagi tuntutan bagi lembaga pendidikan tinggi untuk lebih berbicara di kancah nasional dan internasional, padahal riset yang dilakukan lebih bersifat sporadis tanpa program yang berkelanjutan. Dalam kondisi seperti ini, bagaimana mau berkiprah di arena internasional di bidang teknologi nirkabel?

Intisari dari pendidikan berbasis laboratorium (PBL) yang diusulkan sebagai solusi permasalahan di atas adalah bahwa mahasiswa belajar melalui riset di lab. Mahasiswa S2 dan S3 langsung terlibat dalam aktivitas riset pembimbingnya sejak semester pertama. Sedangkan mahasiswa S1 yang semester ini mengerjakan tugas akhir boleh memulai aktivitasnya di lab pada semester sebelumnya. PBL memberikan riset yang lebih berarti dan terencana bagi mahasiswa, menyediakan tenaga pelaksana penelitian yang cukup bagi dosen, dan memungkinkan tercapainya hasil riset yang komprehensif, sambil memberikan pengalaman langsung bagi mahasiswa untuk menerapkan ilmunya melalui penelitian (Hendrantoro, 2007b).

Penerapan PBL dimulai dengan pendefinisian pohon penelitian dan program kerja jangka panjang dan tahunan pada setiap lab atau kelompok riset. Yang dimaksud kelompok riset di sini bisa berupa gabungan beberapa lab, atau grup yang dibentuk sesama kolega dosen yang memiliki bidang minat yang sama. Kepala lab atau kelompok riset dalam hal ini memegang tanggung jawab utama mengarahkan program riset (Tim LBE PREDICT-ITS, 2007).

Pada dasarnya, aktivitas riset ini merupakan suatu proyek besar yang membutuhkan kerjasama dan tanggung jawab bersama oleh semua anggota tim - dosen dan mahasiswa. Sang kepala lab tidak perlu sendirian memeras otak dan membanting tulang untuk membimbing sekian banyak mahasiswa karena pembimbingan dapat dibuat

berhirarki. Kepala lab cukup menangani mahasiswa S-3 dan/atau S-2 dengan bantuan staf dosen lainnya. Sementara mahasiswa S-3 dan S-2 bertugas membimbing sekaligus dibantu oleh mahasiswa S-1 dalam melaksanakan risetnya. Dari sini kelompok riset yang besar terbagi-bagi ke dalam kelompok kecil, masing-masing bertugas mengeroyok satu aspek kecil dari pohon penelitian yang telah terdefinisi. "Struktur organisasi" yang berjenjang seperti ini, disertai acara seminar mingguan sebagai sarana pemantauan kemajuan - sangat mirip dengan yang dilakukan oleh para profesor pada berbagai universitas di Jepang - dipastikan dapat memberikan hasil riset yang komprehensif dan beragam bentuk luaran: kontribusi ilmiah yang signifikan, temuan yang siap dipatenkan atau diaplikasikan di industri, serta peningkatan kompetensi lulusan, yang menandakan ketercapaian Tri Dharma Perguruan Tinggi. Dengan PBL, dari satu pohon penelitian dijamin dapat dipetik banyak buah-buahan segar berupa makalah-makalah konferensi dan jurnal mulai tingkat lokal, nasional sampai internasional, paten, tugas akhir, tesis, disertasi, dan karya-karya ilmiah mahasiswa. Kedekatan antara dosen dan mahasiswa juga merupakan faktor yang tak boleh dikesampingkan⁴.

⁴ Seperti kata Felsen (2001):

"...
The old geezer/young scientist
Symbiotic relation
Creates mutually beneficial
Mental stimulation.

My own reward in these
Life cycle trends
Is when those whom I mentored
Become life-long friends."



Gambar 8 Ragam aktivitas dalam PBL: Mahasiswa mengerjakan riset di lab, melaksanakan seminar mingguan, merawat perangkat ukur lab, dan bersenang-senang.

7. Penutup

Demikianlah paparan yang saya sampaikan. Intinya adalah bahwa dengan perkembangan teknologi nirkabel yang begitu kilat, masih terbuka lebar kesempatan bagi peneliti Indonesia untuk turut memberikan kontribusi.

Secara khusus berkaitan dengan tercapainya jabatan fungsional guru besar, saya sampaikan terima kasih kepada:

- a. Menteri Pendidikan Nasional yang mengangkat saya sebagai guru besar.

- b. Senat Guru Besar ITS yang menyetujui permohonan kenaikan jabatan saya ke tingkat guru besar.
- c. Empat Rektor ITS yang dalam masa kepemimpinan masing-masing telah berperan besar bagi perkembangan karir saya sampai pada tahapan ini: Alm. Prof. Oedjoe Djoeriman yang mewisuda saya se usai studi S1 dan menerima saya sebagai dosen di ITS; Prof. Soegiono yang menugaskan saya melanjutkan studi ke luar negeri; Prof. Mohammad Nuh yang memberi kepercayaan untuk membantu ITS melalui tugas penelitian dan kemahasiswaan sekembali saya dari studi lanjut; dan Prof. Priyo Soeprbo yang memberi kepercayaan kepada saya untuk membantu ITS di bidang riset melalui LPPM dan bersama Senat Guru Besar ITS menyetujui pengajuan kenaikan jabatan fungsional ini.
- d. Prof. Imam Robandi yang dikukuhkan sebagai guru besar bersama-sama saya. Saya merasa bahwa tanpa beliau, tidak akan mungkin SK guru besar saya bisa turun sedemikian cepat.

Ucapan Terima kasih

1. Separuh diri saya yang lebih baik, Ir. Endang Widjiati, MEngSc., yang telah menjadi teman sejati, saling menghibur, saling menguatkan, dan saling mendorong. Saya tidak akan berdiri di sini hari ini tanpa bantuan beliau yang mengatur suasana rumah sedemikian baik sebagai tempat mengaso yang nyaman setelah bekerja, dan yang telah menyortir dan mempersiapkan berkas kepangkatan.

2. Mendiang Papi Drs. Djoko Moesono (pensiunan dosen IKIP Surabaya, pernah mengajar Matematika di ITS di dekade 60-an) dan Ibu Sri Retnaningdyah BA (pensiunan guru SMP PPSP IKIP Surabaya), kedua orang tua yang telah mengasuh dan membimbing saya sehingga tumbuh menjadi seperti ini.
3. Kedua mertua saya, Ibu Saptari dan Bapak Sjairi Wiranu, yang selalu memberi doa dan dorongan bagi saya untuk bekerja. Kiranya yang terbaik dianugerahkan oleh Tuhan kepada bapak-ibu berdua.
4. Saudara-saudari saya: Alfanti Mustikasari SPd., Ir. Betantyo Madyantoro MSc., Mulyo Wijawono SE, dan Niniek Widianingsih, serta para keponakan: Darien Raditya Krisdaniawan, Evan Krisdityawan, Daryl Aziz Alifio, Elfansyah, dan Nadira Mulandewi.
5. Ananda Meidiar Eka Setianingsih yang telah menjadi anak dan kawan bagi kami di rumah. Terima kasih untuk ilustrasi yang sudah ananda buat khusus untuk buku pidato pengukuhan ini.
6. Keluarga besar Moekardji dan keluarga besar Kaiden Kabar yang menjadi asal muasal saya, baik dalam hal kromosom maupun lingkungan bergaul.
7. Para guru saya
 - a. mulai dari SD sampai SMA di lingkungan PPSP IKIP Surabaya (yang terakhir itu telah menjadi SMAN 18 ketika saya lulus),
 - b. para dosen saya di tingkat S1 di Jurusan Teknik Elektro, terutama Alm. Dr. M. Salehudin dan Ir. Endroyono DEA yang membimbing tugas akhir saya,
 - c. para dosen saya di tingkat S2 dan S3, khususnya yang pernah membimbing dan menguji saya: Prof. David

Falconer dan Prof. Mohamed El-Tanany (Carleton University), Dr. Robert Bultitude (Communications Research Centre), dan Prof. Isztar Zawadzki (McGill University).

8. Keluarga besar Jurusan Teknik Elektro dan Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia, tempat saya bekerja dan bertumbuh sejak 21 tahun terakhir, dimulai sejak saya masuk sebagai mahasiswa Teknik Elektro ITS tahun 1987.
9. Bpk. Prof. I Nyoman Sutantra, Bpk. Imam Prayogo, dan seluruh keluarga besar LPPM ITS, baik di Sekretariat maupun di Pusat-Pusat Studi dan Unit-Unit, yang telah saling membantu, menolong, dan mendorong di dalam setiap perencanaan program, pengambilan keputusan, dan pelaksanaan setiap pekerjaan, serta menjadikan LPPM sebuah tempat kerja yang senyaman rumah sendiri.
10. Warga Laboratorium Antena dan Propagasi (d/h Laboratorium Propagasi dan Radiasi Gelombang Elektromagnetik) ITS, baik dosen maupun mahasiswa dari jaman ke jaman, yang telah membantu saya dalam berbagai aktivitas pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.
11. JICA yang telah mendanai bagian yang krusial dan signifikan dari penelitian saya melalui proyek PREDICT-ITS. Secara khusus saya sampaikan terima kasih kepada Ibu Kyoko Nakano dan Prof. Tsuyoshi Usagawa.
12. Para kolega dalam tim kerjasama riset, terutama Prof. Akira Matsushima dari Kumamoto University; Dr. Hary Budiarto, Bambang Heru Tjahjono MSc, Arief Rufiyanto MSc, dan Dr. A. A. N. Ananda Kusuma dari BPPT; dan Satriyo Dharmanto MSi dari Alphanet. Terima kasih pula untuk Ibu Agnes Irwanti yang gigih memasarkan buku TV digital.

13. Sumber inspirasi, tauladan kreativitas tanpa batas, dan penggugah otak kanan: Frank Zappa, John Cage, Krzysztoff Penderecki, Iannis Xenakis, John Zorn, I Wayan Sadra, Tony Prabowo, Budi Darma, Abbas Kiarostami, Pedro Almodovar, Quentin Tarrantino, dan masih banyak lagi. Sesungguhnyaalah Gödel, Escher, dan Bach saling bertautan (Hofstadter, 1979), seperti halnya "S" adalah bagian tak terpisahkan dari "IPTEKS" (ITS, 2008).

Sebagai akhir kata, saya mohon doa restu untuk dapat menjalankan tugas yang dipercayakan kepada saya sebagai seorang guru besar dengan sebaik-baiknya, dan mohon maaf atas segala kesalahan yang saya buat dan saya ucapkan dalam pidato ilmiah ini.

Selamat menunaikan ibadah puasa.

Daftar Pustaka

- Alamouti, S. M., 1998, "A simple transmit diversity technique for wireless communications", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, v. 16, no. 8, hal. 1451-1458.
- Brussaard, G., Watson, P., 1995, *Atmospheric Modelling and Millimetre-Wave Propagation*, Chapman-Hall.
- Budiarto, H., Tjahjono, B. H., Rufiyanto, A., Kusuma, A. A. N. A., Hendratoro, G., Dharmanto, S., 2007, *Sistem TV Digital dan Prospeknya di Indonesia*, Multikom.
- Darma, B., 2007, "Pilot Bejo", *Kompas*.
- Davies, R., 1981, *Rebel Angels*, Bantam Books.
- Endroyono, Hendratoro, G., Purnomo, M. H., 2008a, "Mitigation of millimeter-wave channels attenuation on OFDM networks in tropical region using cross-layer

- optimization approach", *International Student Conference on Advanced Science and Technology (ICAST)*, 13-14 March 2008, Kumamoto, Japan.
- Endroyono, Hendratoro, G., 2008b, "Cross-layer optimization performance evaluation of OFDM broadband network on millimeter wave channels", *Wireless and Optical Communication Networks (WOCN)*, 5-7 May 2008, Surabaya.
- Falconer, D.D., Decruyenaere, J.-P., 2003, "Coverage enhancement methods for LMDS", *IEEE Communications Magazine*, v. 41, no. 7, hal. 86-92.
- Felsen, L., 2001, "The 2000 R. W. P. King Award: Effervescence and Evanescence", Poet's Corner, *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 43, no. 5.
- Foschini, G.J., Golden, G.D., Valenzuela, R.A., Wolniansky, P.W., 1999, "Simplified processing for high spectral efficiency wireless communication employing multi-element arrays", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, v. 17, no. 11, hal. 1841-1852.
- Fu, C., Khendek, F., Glitho, R., 2006, "Signaling for Multimedia Conferencing in 4G: The Case of Integrated MANETs / 4G", *IEEE Communications Magazine*, hal. 90-99
- Gunantara, N., Hendratoro, G., Handayani, P., 2006, "Kinerja STBC dan kapasitas kanal pada sistem D-MIMO", *Seminar on Intelligent Technology and Its Application*, Surabaya.
- Handayani, P., Hendratoro, G., Mauludiyanto, A., Hermitch, H., 2004, "Koefisien korelasi spasial gelombang radio dan diversity gain pada sistem komunikasi dengan antenna jamak di dalam ruang", *Seminar on Intelligent Technology and Its Application*, Surabaya.

- Hendrantoro, G., Bultitude, R.J.C., Falconer, D.D., 2002, "Use of cell-site diversity in millimeter-wave fixed cellular systems to combat the effects of rain attenuation", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, v. 20, no. 3, hal. 602-614.
- Hendrantoro, G., Indrabayu, Suryani, T., Mauludiyanto, A., 2006, "A Multivariate Autoregressive Model of Rain Attenuation on Multiple Short Radio Links", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, v. 5, no. 1, hal. 54-57.
- Hendrantoro, G., Handayani, P., Mauludiyanto, A., 2007a, "Spatial correlation of radio waves for multi-antenna applications in indoor multipath environments", *Jurnal Teknik Elektro*, v. 7, no. 1, Universitas Kristen Petra.
- Hendrantoro, G., 2007b, *Action Plan for Introducing Lab-based Education to the Master's Course under PREDICT-ITS*, Laporan internal, PREDICT-ITS.
- Hofstadter, D. R., 1979, *Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid*, Basic Books.
- Indrabayu, Hendrantoro, G., Suryani, T., 2005, "Modulasi adaptif untuk meningkatkan unjuk kerja sistem komunikasi nirkabel tetap pada kondisi kanal hujan di gelombang milimeter", *Seminar Nasional Pascasarjana V*, Surabaya.
- ITS, 2008, Draft *Renstra ITS*.
- Kuswidiastuti, D., Suwadi, Hendrantoro, G., 2008, "LMDS channel capacity enhancement using DMIMO under the impact of rain attenuation", *Indonesian Students Scientific Meeting (ISSM)*, 13-15 May 2008, Delft.
- Ladebusch, U., Liss, C. A., 2006, "Terrestrial DVB (DVB-T): A Broadcast Technology for Stationary Portable and

- Mobile Use", *Proceedings of the IEEE*, v. 94, no. 1, hal. 183-193.
- Li, J., Stoica, P., Zheng, X., 2008, "Signal Synthesis and Receiver Design for MIMO Radar Imaging", *IEEE Transactions on Signal Processing*, v. 56, no. 8, August. 2008.
- Mitola, J., Zvonar, Z., 2000, "Software and DSP in Radio", *IEEE Communications Magazine*, v. 38, no. 2, hal. 138.
- Muriani, Hendrantoro, G., Mauludiyanto, A., 2007, "Pengukuran Variasi Temporal Curah Hujan di Surabaya dengan Disdrometer Optik", *Seminar Radar Nasional*, 18-19 April 2007, Jakarta.
- Nordbotten, A., 2000, "LMDS systems and their application", *IEEE Communications Magazine*, v. 38, no. 6, hal. 150-154.
- Panagopoulos, A. D., Arapoglou, P.-D. M., Kanellopoulos, J. D.; Cottis, P. G., 2007, "Intercell Radio Interference Studies in Broadband Wireless Access Networks", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, v. 56, no. 1, hal. 3-12.
- Proakis, J. G., 2001, *Digital Communications*, ed. 4, McGraw-Hill.
- Puspitorini, O., Siswandari, N. A., Hendrantoro, G., 2006, "Studi pendahuluan pengukuran dan karakterisasi kanal radio 1,7 GHz di dalam ruang untuk sistem D-MIMO", *Seminar on Intelligent Technology and Its Application*, Surabaya.
- Sagan, C., 1991, *Cosmos*, Bantam Books.
- Scaglione, A., Goeckel, D.L., Laneman, J.N., 2006, "Cooperative communications in mobile ad hoc

networks", *IEEE Signal Processing Magazine*, v. 23, no. 5, hal. 18-29

- Salehudin, M., Hanantasena, B., Wijdeman, L., 1999, "Ka-Band Line-of-Sight Radio Propagation Experiment in Surabaya Indonesia", *5th Ka-Band Utilization Conference*, Taormina.
- Setijadi, E., Matsushima, A., Tanaka, N., Hendratoro, G., 2008, "Numerical analysis of electromagnetic scattering from dielectric spheres by realistic distribution of raindrops", International Student Conference on Advanced Science and Technology (ICAST), 13-14 March 2008, Kumamoto, Japan.
- Skobelev, S. P., 2003, "A Ditty About Maxwell Equations", Poet's Corner, *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, Vol. 45, No. 3.
- Suwadi, Hendratoro, G., Kurniawati, T., 2008, "Evaluasi kinerja modulasi adaptif untuk mitigasi pengaruh redaman hujan di daerah tropis pada kanal komunikasi gelombang milimeter", *EECCIS*, Malang.
- Tarokh, V., Seshadri, N., Calderbank, A. R., 1998, "Space-time codes for high data rate wireless communication: performance criterion and code construction", *IEEE Transactions on Information Theory*, v. 44, no. 2, hal. 744-765.
- Tarokh, V.; Jafarkhani, H.; Calderbank, A.R, 1999, "Space-time block coding for wireless communications: performance results", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, v. 17, no. 3, hal 451-460
- Tim LBE PREDICT-ITS, 2007, *Lab-Based Education Guidelines*, PREDICT-ITS.

Wu, Y., Pliszka, E., Caron, B., Bouchard, P., Chouinard, G., 2000, "Comparison of terrestrial DTV transmission systems: the ATSC 8-VSB, the DVB-T COFDM, and the ISDB-T BST-OFDM", *IEEE Transactions on Broadcasting*, v. 46, no. 2, hal. 101-113.

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama : Gamantyo Hendranto
Tempat/tanggal lahir : Jombang, 11 November 1970
Alamat rumah : Perum ITS U-15, Jl. Raya Teknik Komputer, Surabaya 60111
Alamat kantor : Jurusan Teknik Elektro FTI ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
Pekerjaan : Staf akademik pada Jurusan Teknik Elektro FTI ITS
Jabatan struktural : - Sekretaris I Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
- Kepala Laboratorium Antena dan Propagasi

Riwayat Pendidikan

1. SD PPSP IKIP Surabaya, lulus 1982.
2. SMP PPSP IKIP Surabaya, lulus 1985.
3. SMAN 18 Surabaya, lulus 1987.
4. Sarjana Teknik Elektro - Teknik Telekomunikasi, ITS, lulus 1992.
5. Master of Engineering in Electrical Engineering, Carleton University, Canada, lulus 1997.
6. Doctor of Philosophy in Electrical Engineering, Carleton University, Canada, lulus 2001.

Riwayat Pekerjaan

1. Dosen pada Jurusan Teknik Elektro FTI ITS, 1993 - sekarang.

2. Peneliti post-doctoral pada Department of Systems and Computer Engineering, Carleton University, 2001 - 2002.
3. Sekretaris Program Studi Pascasarjana Jurusan Teknik Elektro ITS, 2003 - 2007.
4. Sekretaris I LPPM ITS, 2007 - sekarang.
5. Kepala Laboratorium Propagasi dan Radiasi Gelombang Elektromagnetik ITS, 2003 - 2008.
6. Kepala Laboratorium Antena dan Propagasi ITS, 2008 - sekarang.

Riwayat Jabatan Fungsional

- a. Asisten Ahli Madya, 1 Oktober 1994
- b. Asisten Ahli, 1 Januari 2001
- c. Lektor, 1 Maret 2004
- d. Guru Besar, 1 April 2008

Keanggotaan Organisasi Profesi

1. Member pada Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) sejak 1996.
2. Radioscientist pada International Union of Radio Science (URSI) sejak 1999.

PENGAJARAN

Mata kuliah yang pernah diampu

- Tingkat S1
 - o Aljabar Vektor dan Kompleks
 - o Matematika Teknik
 - o Medan Elektromagnetik II
 - o Propagasi dan Sistem Komunikasi Radio
 - o Sistem Komunikasi Bergerak
 - o Sistem Komunikasi Satelit
 - o Antena

- Bahasa Indonesia / Penulisan Ilmiah
- Tingkat S2
 - Perambatan dan Radiasi Gelombang Elektromagnetik
 - Sistem Komunikasi Digital
 - Sistem Komunikasi Nirkabel dan Bergerak
 - Antena
- Tingkat S3
 - Sistem Komunikasi Digital Lanjut
 - Sistem Komunikasi Nirkabel Pita Lebar

Mahasiswa bimbingan

Tugas Akhir S1

- Selesai: 126
- Sedang dibimbing: 5

Tesis S2

- Selesai: 21
- Sedang dibimbing: 3

Disertasi S3

- Sedang dibimbing: 10

Karya Ilmiah Mahasiswa

- Program Kreativitas Mahasiswa
 - Penerapan Teknologi: 4 (3 didanai Dikti)
 - Penulisan Ilmiah: 6 (4 didanai Dikti, 3 finalis PIMNAS)
- Lomba Karya Tulis Mahasiswa: 1 (finalis wilayah C)

Kegiatan kemahasiswaan yang pernah dilaksanakan

- a. Pemateri Muslat PKM ITS
- b. Pemateri Muslat PKMI ITS
- c. Pemateri Workshop dan Juri KKTM Teknik Elektro ITS
- d. Juri Mawapres ITS

- e. Juri English Debate ITS
- f. Juri LKTM ITS
- g. Reviewer proposal PKM Nasional
- h. Juri PIMNAS

PENELITIAN

Tugas Akhir, Tesis, dan Disertasi

- S1: Perencanaan dan Pembuatan Perangkat Lunak Packet Assembler-Disassembler untuk Komunikasi Antar Komputer Berdasarkan Protokol AX.25 Level 2 (ITS, 1992).
- S2: Characterization of 29.5 GHz Broadband Indoor Radio Channels Using a Steerable Receive Antenna (Carleton University, 1997).
- S3: Estimation of Cell Area Coverage and Cell-Site Diversity Gain in 30 GHz Fixed Cellular Systems under Rainy Conditions (Carleton University, 2001).

Penelitian yang didanai

- a. Pemodelan Statistik Tak Stasioner Intensitas dan Redaman Hujan pada Dimensi Ruang dan Waktu, Hibah Penelitian Fundamental, DIKTI, 2007-2008.
- b. Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi Set-Top Box untuk Kemandirian Produk Nasional pada Sistem Penyiaran TV Digital di Indonesia, Insentif Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi, KNRT, 2007-2008 (sebagai anggota tim peneliti BPPT-ITS-Alphatron).
- c. Pengembangan Teknologi WiMAX, Penelitian Top-Down Depkominfo, 2007-2008 (sebagai anggota tim antenna).
- d. Development of Transmission Techniques for Millimeter-Wave Broadband Wireless Communication Systems in Tropical Rainfall Conditions, PREDICT-ITS JICA, 2006-2007.

- e. Analisis Kinerja Sistem Komunikasi Nirkabel Multi-Antena (MIMO) dengan Spatial Waterfilling pada Kanal Fast-Fading, Research Grant TPSDP, 2004/2005.
- f. Analisa dan Prediksi SIR pada Sistem Komunikasi Bergerak Seluler dengan Keberadaan Pelanggan di Dalam Gedung, DIKS, 2002/2003.
- g. Outdoor-to-Indoor Path Loss Measurement and Modelling, Post-Doctoral, Carleton University, 2002.
- h. Studi Mengenai Perencanaan Sel Mikro pada Sistem Komunikasi Bergerak Seluler, Lemlit ITS, 1995/1996. (sebagai anggota).
- i. Studi tentang Sistem Komunikasi Wireless di Indonesia, ITS-PT Telekomunikasi Indonesia, 1994. (sebagai anggota)
- j. Karakteristik Propagasi Gelombang Radio UHF FM di Dalam Gedung, Lemlit ITS, 1994/1995.
- k. Pemisah Daya dengan Tapered Microstrip Sebagai Penyesuai Impedansi, Lemlit ITS, 1994/1995. (sebagai anggota).

Makalah pada konferensi nasional

- a. F. Aulia, G. Hendranto, Suwadi, "Model Statistik Fading karena Hujan di Surabaya", *SNATI*, UII, Yogyakarta, 21 Jun. 2008.
- b. A. Mauludiyanto, G. Hendranto, "Analisa Spektral Redaman Hujan Tropis Menggunakan Data Pengukuran di Surabaya untuk Evaluasi Sistem Radio Gelombang Milimeter", *SNATI*, UII, Yogyakarta, 21 Jun. 2008.
- c. Suwadi, G. Hendranto, T. Kurniawati, "Evaluasi Kinerja Modulasi Adaptif Untuk Mitigasi Pengaruh Redaman Hujan di Daerah Tropis pada kanal komunikasi gelombang Milimeter", *EECCIS*, Universitas Brawijaya, Malang, 3 Jun. 2008.
- d. A. Mauludiyanto, G. Hendranto, "Pembangkitan Curah Hujan Tropis Menggunakan Data Surabaya untuk

- Evaluasi Sistem Radio Gelombang Milimeter", *SNASTIA*, UBAYA, Surabaya, 31 Mei 2008.
- e. W. Susetyo, G. Hendranto, A. Affandi, "Prediksi Jangkauan Jaringan Nirkabel HF untuk Peringatan Dini Bencana di Indonesia", *SNASTIA*, UBAYA, Surabaya, 31 Mei 2008.
 - f. I. Kurniawati, G. Hendranto, Suwadi, "Probabilitas Kesalahan Bit pada Sistem Komunikasi Radio Gelombang Milimeter Berdasarkan Pengukuran Curah Hujan di Surabaya", *SITIA*, ITS, Surabaya, 8 Mei 2008.
 - g. M. S. Yadnya, G. Hendranto, A. Mauludiyanto, "Pemodelan ARMA untuk Curah Hujan di Surabaya", *SITIA*, ITS, Surabaya, 8 Mei 2008.
 - h. A. Mauludiyanto, G. Hendranto, "Analisa Spektral Curah Hujan Tropis Menggunakan Data Surabaya untuk Evaluasi Sistem Radar dan Komunikasi Radio di Atas 10 GHz", *Seminar Radar Nasional*, LIPI, Jakarta, 30 Apr. 2008.
 - i. A. Wijayanti, G. Hendranto, A. Mauludiyanto, "Cell-Site Diversity Gain using Various Combining Techniques in Dual-Link Millimeter-Wave Communication System under the Impact of Rain", *ICICI*, ITB, Bandung, 8-9 Agu. 2007.
 - j. M. S. Yadnya, G. Hendranto, A. Mauludiyanto, "Simulation of Rain Rate and Rain Attenuation for Evaluation of Millimeter-Wave in Indonesia", *ICSIT*, Denpasar, 26-27 Juli 2007.
 - k. L. Markis, G. Hendranto, A. Mauludiyanto, "Perhitungan Faktor Reflektivitas Radar dan Intensitas Hujan dari Pengukuran Distribusi Ukuran Titik Hujan di Surabaya", *Seminar Radar Nasional*, LIPI, Jakarta, 18-19 Apr. 2007.
 - l. Muriani, G. Hendranto, A. Mauludiyanto, "Pengukuran Variasi Temporal Curah Hujan di

- Surabaya dengan Disdrometer Optik", *Seminar Radar Nasional*, LIPI, Jakarta, 18-19 Apr. 2007.
- m. S. Soim, G. Hendrantoro, A. Soeprijanto, "Analisa Karakteristik Respon Amplitudo dan Fasa pada Saluran Jala-jala Tegangan Rendah di Indonesia", *Seminar Nasional Pascasarjana VI*, ITS, Surabaya, 1 Agu. 2006.
 - n. Q. Aini, G. Hendrantoro, A. Affandi, "Unjuk Kerja Protokol Clustering Unified Jaringan Ad-Hoc", *EECCIS*, Universitas Brawijaya, Malang, 16 Mei 2006.
 - o. Faqih, G. Hendrantoro, Endroyono, "Deteksi Multiuser pada Sistem CDMA-MIMO dengan Estimasi Kanal Tidak Sempurna", *EECCIS*, Universitas Brawijaya, Malang, 16 Mei 2006.
 - p. A. Qustoniah, G. Hendrantoro, Endroyono, "Analisis Unjuk Kerja Sistem Komunikasi MIMO-CDMA pada Kanal Frekuensi Selektif Indoor Subscribers", *EECCIS*, Universitas Brawijaya, Malang, 16 Mei 2006.
 - q. O. Puspitorini, N. A. Siswandari, G. Hendrantoro, "Studi Pendahuluan Pengukuran dan Karakterisasi Kanal Radio 1,7 GHz di Dalam Ruang untuk Sistem D-MIMO", *SITIA*, Teknik Elektro ITS, Surabaya, 2 Mei 2006.
 - r. N. Gunantara, G. Hendrantoro, P. Handayani, "Kinerja STBC dan Kapasitas Kanal pada Sistem D-MIMO", *SITIA*, Teknik Elektro ITS, Surabaya, 2 Mei 2006.
 - s. A. Mauludiyanto, G. Hendrantoro, N. Indrawati, "Studi tentang Dimensi Sel Hujan untuk Prediksi Redaman Hujan pada Sistem Komunikasi Radio", *SITIA*, Teknik Elektro ITS, Surabaya, 2 Mei 2006.
 - t. Nurhayati, G. Hendrantoro, Suwadi, "Kinerja Laju Kesalahan Sistem MIMO V-BLAST dengan Umpan Balik Informasi Keadaan Kanal Berupa Alokasi Daya Transmisi", *Seminar Nasional Pascasarjana V*, ITS, Surabaya, 2 Agu. 2005.

- u. Amri, G. Hendrantoro, E. Setijadi, "Evaluasi Unjuk Kerja Routing Protokol Proactive pada Jaringan Wireless Ad-Hoc Multihop", *Seminar Nasional Pascasarjana V*, ITS, Surabaya, 2 Agu. 2005.
- v. Indrabayu, G. Hendrantoro, T. Suryani, "Modulasi Adaptif untuk Meningkatkan Unjuk Kerja Sistem Komunikasi Nirkabel Tetap pada Kondisi Kanal Hujan di Gelombang Milimeter", *Seminar Nasional Pascasarjana V*, ITS, Surabaya, 2 Agu. 2005.
- w. P. Handayani, G. Hendrantoro, M. Suharso, "Sintesa Antena Array Konformal dengan Algoritma Genetika", *SITIA*, Teknik Elektro ITS, Surabaya, 2 Mei 2005.
- x. I. G. P. Astawa, G. Hendrantoro, T. Suryani, "Studi tentang Teknik Penerapan dan Kinerja MIMO-OFDM", *Seminar Nasional Pascasarjana IV*, ITS, Surabaya, 24-25 Agu. 2004.
- y. A. Patriarso, G. Hendrantoro, A. Ansori, "Perbandingan Kinerja Sistem Penerima MIMO-DFE dan OSIC-DFE Menggunakan Antena Jamak pada Kanal Frekuensi Selektif", *Seminar Nasional Pascasarjana IV*, ITS, Surabaya, 24-25 Agu. 2004.
- z. P. Handayani, G. Hendrantoro, A. Mauludiyanto, H. Hermitch, "Koefisien Korelasi Spasial Gelombang Radio dan Diversity Gain pada Sistem Komunikasi dengan Antena Jamak di Dalam Ruang", *SITIA*, Teknik Elektro ITS, Surabaya, 18 Mei 2004.
- aa. A. Mauludiyanto, G. Hendrantoro, P. Handayani, D. Kusumasari, "Studi Penggunaan Teknik Diversity untuk Mengatasi Fading Akibat Redaman Hujan pada Sistem Komunikasi Radio di Atas 10 GHz", *SITIA*, Teknik Elektro ITS, Surabaya, 18 Mei 2004.
- bb. N. A. Siswandari, G. Hendrantoro, A. Affandi, Suwadi, "Model Statistik Vektor Kanal Radio untuk Propagasi Lintasan Jamak dalam Ruang", *IES*, PENS, Okt. 2003.

- cc. N. A. Siswandari, G. Hendrantoro, A. Affandi, Suwadi, "Analisa Propagasi Kanal Radio dalam Gedung pada Frekuensi 1,7 GHz", *Seminar on Electrical Engineering*, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, 18 Okt. 2003.

Makalah pada jurnal nasional

- a. G. Hendrantoro, E. Setijadi, "Impact of Rain Attenuation on the CIR Performance of Millimeter-Wave Radio Systems", *REKAYASA*, v. 8, no. 1, Jun. 2007, hal. 44-49.
- b. G. Hendrantoro, P. Handayani, A. Mauludiyanto, "Spatial Correlation of Radio Waves for Multi-Antenna Applications in Indoor Multipath Environments", *Jurnal Teknik Elektro UK Petra*, v. 7, no. 1, Mar. 2007, hal. 36-42.
- c. G. Hendrantoro, "Analysis of Diversity Gain in Dual-Link Millimeter-Wave Radio Communication Systems under the Impact of Rain Attenuation", *INDUSTRI*, v. 6, no. 1, Feb. 2007, hal. 37-48.
- d. P. Handayani, G. Hendrantoro, "Analisis Kapasitas dan C/I pada Sistem DS-CDMA yang Menggunakan Antena Cerdas", *INDUSTRI*, v. 5, no. 3, Okt. 2006, hal. 181-188.
- e. A. Patriarso, G. Hendrantoro, A. Ansori, "Studi tentang Kinerja Sistem Penerima Berstruktur MIMO-DFE untuk Sistem Komunikasi dengan Antena Jamak pada Kanal Indoor Line-of-Sight", *EEPIS*, v. 11, no. 1, Mei 2006, hal. 22-29.
- f. Suwadi, H. Hendrantoro, I. Arum, "Pengaruh Korelasi Shadowing terhadap Soft Handoff pada Reverse Link Sistem Seluler CDMA", *EEPIS*, v. 11, no. 1, Mei 2006, hal. 34-40.
- g. A. Mauludiyanto, G. Hendrantoro, D. C. Ien, "Optimasi Parameter Model Prediksi Statistik Curah Hujan dengan

- Metode Salonen-Baptista untuk Daerah Surabaya", *INDUSTRI*, v. 5, no. 1, Feb. 2006, hal 9-17.
- h. G. Hendranto, A. Mauludiyanto, P. Handayani, "An Autoregressive Model for Time-Varying Rain Attenuation on Short Millimeter-Wave Radio Links", *Majalah IPTEK*, v. 16, no. 4, Nov. 2005, hal. 131-136.
 - i. A. Mauludiyanto, G. Hendranto, A. H. Wardhana, "Sistem Komunikasi MIMO dengan Spatial Multiplexing dan Waterfilling", *JAVA*, v. 3, no. 1, Apr. 2005, hal. 36-41.
 - j. A. Mauludiyanto, G. Hendranto, T. Novianti, "Analisa Kinerja SIR Sistem Seluler TDMA 30 GHz di Bawah Kondisi Hujan", *INDUSTRI*, v. 3, no. 3, Okt. 2004, hal. 69-76.
 - k. A. Mauludiyanto, G. Hendranto, D. S. Ali, "Model-model Redaman Scintilasi Troposfer untuk Link Komunikasi Satelit dan Penerapannya Menggunakan Data Lokal Surabaya", *JAVA*, v. 2, no. 2, Okt. 2004, hal 14-20.

Makalah pada konferensi internasional

- a. Endroyono, G. Hendranto, "Cross-Layer Optimization Performance Evaluation of OFDM Broadband Network on Millimeter-Wave Channels", *IEEE Wireless and Optical Communication Networks*, Surabaya, 5-7 Mei 2008.
- b. H. Mahmudah, G. Hendranto, "Analysis of Tropical Attenuation Statistics using Synthetic Storm for Millimeter-Wave Wireless Network Design", *IEEE Wireless and Optical Communication Networks*, Surabaya, 5-7 Mei 2008.
- c. M. S. Yadnya, G. Hendranto, A. Mauludiyanto, "Statistical of Rain Rates for Wireless Channel Communication in Surabaya", *IEEE Wireless and*

Optical Communication Networks, Surabaya, 5-7 Mei 2008.

- d. A. Mauludiyanto, G. Hendrantoro, "Simulation of Tropical Rain Attenuation for Evaluation of Millimeter-Wave Wireless Network", *International Conference on Advanced Science and Technology*, Kumamoto, Japan, 13-14 Mar. 2008.
- e. Endroyono, G. Hendrantoro, "Mitigation of Millimeter-Wave Channel Attenuation on OFDM Network in Tropical Region", *International Conference on Advanced Science and Technology*, Kumamoto, Japan, 13-14 Mar. 2008.
- f. R. D. Kurnia, G. Hendrantoro, A. Mauludiyanto, "Evaluation of Millimeter-Wave D-MIMO Channel Capacity under Rain Attenuation", *International Student Conference on Advanced Science and Technology*, Kumamoto, Japan, 13-14 Mar. 2008.
- g. E. Setijadi, A. Matsushima, N. Tanaka, G. Hendrantoro, "Numerical Analysis of Electromagnetic Scattering from dielectric spheres by realistically distribution raindrops", *ISCAST2008 (International Student Conference on Advance Science and Technology)*, Kumamoto, Japan, 13-14 Mar. 2008.
- h. E. Setijadi, A. Matsushima, N. Tanaka, G. Hendrantoro, "Electromagnetic Scattering by a Set of Dielectric Spheres with Various Diameters and Positions", *EMT (EM Technical Meeting)-IEICE (The Institute of Electronic, Information and Communication Engineers)*, Osaka, Japan, 28-29Jan. 2008.
- i. G. Hendrantoro, Muriani, D. Cahyono, A. Mauludiyanto, A. Matsushima, "Measurement of Time-Varying Rainfall Rate in Surabaya and Estimation of Attenuation Statistics by Synthetic Storm Technique",

- Korea-Japan Microwave Conference*, Okinawa, Japan, 15-16 Nov. 2007.
- j. A. Mauludiyanto, Muriani, L. Markis, G. Hendratoro, A. Matsushima, "Preliminary Results from the Study of Raindrop Size Distribution and Rainfall Rate in Indonesia for the Development of Millimeter-Wave Systems in Tropical Regions", *International Symposium on Antennas and Propagation*, Niigata, Japan, 24 Aug. 2007.
 - k. G. Hendratoro, A. Mauludiyanto, P. Handayani, "A Measurement System for Space-Time Variation of Rainfall Rate and Millimeter-Wave Specific Attenuation in Indonesia", *Asia Pacific Microwave Conference*, Yokohama, Japan, 12-15 Dec. 2006.
 - l. G. Hendratoro, Indrabayu, "A Multichannel Autoregressive Model of Rain Attenuation on Multiple Radio Links and Its Application in Assessment of Fade Mitigation Schemes in Fixed Wireless Systems Above 10 GHz", *XXVIII URSI General Assembly*, New Delhi, India, 23-29 Oct. 2005.
 - m. G. Hendratoro, A. Mauludiyanto, P. Handayani, "An Autoregressive Model for Simulation of Time-Varying Rain Rate", *ANTEM 2004 / URSI Conference*, Ottawa, Canada, 20-23 July 2004.
 - n. G. Hendratoro, D. Falconer, R. Bultitude, I. Zawadzki, "Estimation of Cell Area Coverage and Cell-Site Diversity Gain in 30 GHz Fixed Cellular Systems Using Radar Measurements", *URSI General Assembly*, Maastricht, The Netherlands, 17-24 Aug. 2002.
 - o. G. Hendratoro, D. D. Falconer, R. Bultitude, "Study of Millimeter-Wave Cell Area Coverage Using Weather Radar Data", *Symposium on Antennas and Electromagnetics*, Montreal, Canada, 31 Jul-2 Aug 2002.

- p. G. Hendranto, D. D. Falconer, R. Bultitude, "Preliminary Results from the Examination of the Impact of Rain Attenuation on EHF Cellular Radio Links", *International Conference on Wireless Communications*, Calgary, Canada, 10-12 Jul. 2000.
- q. G. Hendranto, D. D. Falconer, M. S. El-Tanany, "Characterization of 29.5 GHz Broadband Indoor Radio Channels Using a Steerable Receiving Antenna", *Wireless Communications Conference*, Boulder, USA, 11-13 Aug. 1997.

Makalah pada jurnal internasional

- a. G. Hendranto, Indrabayu, T. Suryani, A. Mauludiyanto, "A Multivariate Autoregressive Model of Rain Attenuation on Multiple Short Radio Links", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, v. 5, 2006, pp. 54-57.
- b. G. Hendranto, I. Zawadzki, "Derivation of Parameters of Y-Z Power-Law Relation from Raindrop Size Distribution Measurements and Its Application in the Calculation of Rain Attenuation from Radar Reflectivity Factor Measurements", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, v. 51, no. 1, Jan 2003, hal. 12-22.
- c. G. Hendranto, R. J. C. Bultitude, D. D. Falconer, "Use of Cell-Site Diversity in Millimeter-Wave Fixed Cellular Systems to Combat the Effects of Rain Attenuation", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, v. 20, no. 3, Apr. 2002, hal. 602-614.

Buku

H. Budiarto, B. H. Tjahjono, A. A. Kusuma, A. Rufiyanto, G. Hendranto, S. Dharmanto, *Sistem TV Digital dan Prospeknya di Indonesia*, Multikom, 2007.

Paten

G. Hendrantoro, Suwadi, A. Mauludiyanto, A. Matsushima, "Metode Transmisi Adaptif untuk Sistem Komunikasi Nirkabel Seluler Gelombang Milimeter di Daerah Tropis", pendaftaran paten Indonesia no. P00200700660, 22 November 2007.

Penghargaan

- a. R. F. Chinnick Scholarship Award, Telesat Canada, 2000.
- b. Post-Graduate Award for Research Excellence, Canadian Institute for Telecommunications Research (CITR), 2001.
- c. Young Scientist Award, International Union of Radio Science (URSI), 2005.
- d. Dosen Berprestasi Terbaik III Tingkat Nasional, Depdiknas, 2005.
- e. Dosen Berprestasi I ITS, 2005.

Kontribusi sebagai reviewer

- a. IEEE Journal on Selected Areas in Communications
- b. IEEE Transactions on Vehicular Technology
- c. IEEE Communications Letters
- d. IEEE Vehicular Technology Conference
- e. Majalah IPTEK, LPPM ITS
- f. Jurnal INDUSTRI, FTI ITS
- g. Jurnal JAVA, Teknik Elektro ITS
- h. Jurnal Proceeding ITB

Artikel pada majalah dan surat kabar

- a. "Ragam Standar Siaran TV Digital", *Kompas*, 15 Maret 2007.
- b. "Menuju 4G dengan MIMO", *Kompas*, 21 Juli 2005.
- c. "Meningkatkan Kinerja Sistem Komunikasi Digital", *Kompas*, 6 November 2004.

- d. "Telepon Bergerak dan Jaringan Seluler", *Kompas*, 1 April 2004.

PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

- a. Workshop proposal penelitian di Kopertis VII dan berbagai perguruan tinggi swasta, 2007-2008.
- b. Desain Antena untuk Sistem Komunikasi Kapal Perikanan di Bawah 30 GT, 2007.
- c. Evaluasi Sistem Telekomunikasi di VICO Indonesia Kalimantan Area, VICO Indonesia, 2006.
- d. Audiensi Aspek Teknik Kepmenhub KM 15 dan 76 Tahun 2003, Balai Monitoring Surabaya, 3 Feb. 2005.
- e. Technical Assistance pada Pelaksanaan Evaluasi dan Pengembangan Kurikulum Program Studi Teknik Elektro Universitas Udayana, 28 Okt. 2004.
- f. Pelatihan Program Retooling Lulusan Sarjana, LPPM-ITS, 11 Okt - 5 Nov 2004.
- g. Pengukuran spektrum radio siaran FM di wilayah Gerbang Kertausila, PRSSNI Jatim, 2003.
- h. Pelatihan Radio Medik, RSUD Dr. Sutomo, 1994.
- i. Pemasangan relay televisi, Pemda Jatim, 1993.

AKTIVITAS NON-AKADEMIK

- a. Pengelola milis prog-rock@yahoogroups.com.
- b. Anggota panitia penyelenggara ITS Progressive Rock, 6 Des. 2006.
- c. Narasumber dan penulis artikel:
 - "'Gender'nya Sadra Sama Dengan 'Western Culture'nya Henry Cow", *GONG*, 97/IX/2008, hal. 22-23.

- Narasumber untuk "Jalan Sunyi Musik Progresif" , *GONG*, 97/IX/2008, hal. 6-15.
 - "Progressive Rock Siapa yang Punya?" , *Wikimu*, Nov. 2006,
www.wikimu.com/News/Print.aspx?id=398
 - Narasumber untuk ProgPower Special "RIO vs Avant-Prog" , 107,55 STAR FM, 23 Agu. 2003.
 - "Ken Field/Katsui Yuji/Kido Natsuki/Shimizu Kazuto - Tokyo In F" , *Warta Jazz*,
www.wartajazz.com/resensi/resensi150702.html
 - "Senja Musim Panas di Montreal Bersama Miriodor" , *Warta Jazz*,
www.wartajazz.com/news/news030702.html
 - "Laporan Dari Pesta Musik Avant-Garde FIMAV 2002 di Victoriaville, Quebec" , *Warta Jazz*,
www.wartajazz.com/news/news270502.html
 - "Lebih Dalam dengan Prog-Rock!" , *NewsMusik*, III, no. 2, Feb. 2002, hal. 16-19.
 - "Prog Rock di Dunia Cyber" , *NewsMusik*, II, no. 12, Des. 2001, hal. 70-73.
- d. Kolektor musik progresif dan avant-garde.