



Jilid
2

4G

Handbook Edisi Bahasa Indonesia



Telecommunication
Standards and Specifications
Physical Channel
RF Coverage Planning
RF Capacity Planning
Indoor Planning
Atoll Automatic Cell Planning
Cognitive Radio
Mobile TV

Collaborator

Lingga Wardhana, ST, MBA, Brian Fernando,
Alfin Hikmaturokhman, ST, MT, Gita Mahardhika, ST, Msc,
Ir. Satriyo Dharmanto, M.Si

4G

Handbook

Edisi Bahasa Indonesia

Telecommunication
Standards and Specifications

Physical Channel

RF Coverage Planning

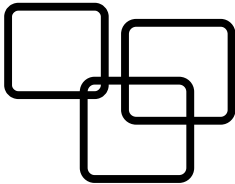
RF Capacity Planning

Indoor Planning

Atoll Automatic Cell Planning

Cognitive Radio

Mobile TV



4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia
Hak cipta© 2015 pada penulis
Desain Cover : Lingga Wardhana
Penerbit : www.nulisbuku.com
ILP Center Lt. 3-01 Jl. Raya Pasar Minggu No. 39A Pancoran,
Jakarta Selatan 12780

KATA PENGANTAR

Selamat datang di 4G! Buku ini adalah buku Jilid 2 dari Buku 4G Handbook Jilid 1 yang terbit satu tahun lalu di Bulan Maret 2014. Buku ini adalah buku terbitan kedua dari **Tetralogi 4G Handbook** yang direncanakan akan terbit dalam kurun waktu satu tahun kedepan. Di awal bab buku ini membahas tentang pengetahuan standar yang terdapat di dunia telekomunikasi. Pada bagian 4G RF Planning buku ini membahas secara mendalam mengenai RF Planning baik di sisi *Coverage Planning* maupun *Capacity Planning*. Buku ini juga membahas secara mendalam mengenai *Physical Channel* baik di sisi downlink maupun uplink dimana pengetahuan tersebut sangat diperlukan untuk mengetahui secara riil kapasitas dari sebuah eNodeB. Di bagian akhir bab ada pembahasan mengenai Mobile TV dimana dengan kemajuan teknologi saat ini sudah memungkinkan terjadinya konvergensi antara Telepon Seluler, Internet dan juga televisi.

Buku ketiga direncanakan lebih banyak ke arah RF Optimization, *interworking* dan *interconnection* jaringan 4G LTE dengan jaringan 2G, 3G dan juga jaringan CDMA. Buku ketiga juga akan menjelaskan bagaimana 4G LTE terkoneksi dengan jaringan non-3gpp seperti Wifi.

Buku keempat akan lebih banyak membahas masalah teknologi masa depan 5G. Saat buku ini dibuat, peneliti-peneliti di luar negeri sudah banyak sekali berdiskusi dan melakukan penelitian mengenai teknologi 5G. Meskipun teknologi 5G direncanakan akan secara komersial digunakan pada tahun 2020 tetapi tidak ada salahnya bagi kita yang berkecimpung di bidang teknologi untuk lebih dahulu menguasai teknologi tersebut sebelum masuk secara komersial di Indonesia. Memang belum banyak peneliti-peneliti

Indonesia yang berkecimpung di perencanaan teknologi masa depan ini. Tetapi bukan hal yang tidak memungkinkan mulai dari sekarang kita berkontribusi di pengembangan teknologi masa depan tersebut.

Sama seperti jilid sebelumnya buku ini adalah hasil dari pembelajaran, studi literatur, diskusi, pengalaman dan pemikiran para engineer, praktisi, peneliti dan dosen di Indonesia. Saya pribadi memberikan apresiasi sebesar-besarnya bagi mereka yang secara konsisten berkarya dan bersedia untuk berkontribusi demi terbitnya buku kedua ini.

Selamat membaca dan apabila Anda kurang puas dengan hasil karya buku ini kami sangat terbuka untuk saran dan kritik yang membangun. Anda juga dapat menyempurnakan buku ini dengan mengirimkan hasil karya tulis Anda di email lingga.wardhana@floatway.com. Dengan tulisan Anda mari kita jadikan tetralogi buku ini adalah buku 4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia yang paling komprehensif dan paling lengkap di Indonesia.

Editor

Lingga Wardhana

KONTRIBUTOR

Lingga Wardhana, ST, MBA
(lingga.wardhana@floatway.com)

Brian Fernando
(br.gunsmith@gmail.com)

Alfin Hikmaturokhman, ST, MT
(alfin@st3telkom.ac.id)

Gita Mahardhika, ST, Msc
(gita@ieee.org)

Ir. Satriyo Dharmanto, M.Si
(satriyo.dharmanto@gmail.com)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	4
KONTRIBUTOR	6
DAFTAR ISI	7
BAB 1	14
TELECOMMUNICATION STANDARDS AND SPECIFICATIONS	14
1.1 Apa itu standar?	14
1.2 Kenapa perlu standar?	15
1.3 Standarisasi dalam telekomunikasi nirkabel (<i>wireless</i>)	16
1.4 ITU	19
1.5 3GPP	25
1.6 3GPP2	34
1.7 IETF	35
1.8 IEEE	37
Referensi	40
BAB 2	41
CHANNEL in LTE	41
2.1 Logical Channel	42
2.1.1 Control Channels (CCH)	42
2.1.2 Traffic Channels (TCH)	42
2.2 Transport Channel	43
2.2.1 Common	43
2.3 Physical Channel	44

2.3.1	Physical Channels	44
2.3.2	Physical Signals	45
2.4	Channel Mapping pada sistem LTE.....	46
	Referensi	46
BAB 3	.....	47
TDD LTE PEAK RATE	.....	47
Quiz	.....	49
Referensi	.....	49
BAB 4	.....	50
LTE DOWNLINK PHYSICAL RESOURCES	.....	50
4.1	Downlink Reference Signal	51
4.2	Downlink L1 / L2 Kontrol Signaling	53
4.3	Downlink Synchronization Signal (SCH)	56
4.4	Downlink Physical Broadcast Channel.....	60
4.5	Downlink User Plane data	62
4.6	Control Channel Dimensioning.....	65
4.7	Physical Signal	67
4.8	DL Control Channel Dimensioning.....	68
Quiz	.....	73
Referensi	.....	73
BAB 5	.....	74
LTE UPLINK PHYSICAL RESOURCES	.....	74
5.1	LTE Uplink Physical Resources	74
5.2	UL Control Channel	76
5.3	Sounding Reference Signal	85

5.4 Kategori UE LTE	87
Referensi	88
BAB 6	88
LTE DOWNLINK USER DATA RATE (PDSCH)	88
6.1 Bandwidth 10 MHz	89
6.1.1 Control Channels	89
6.1.2 Resource Element yang tidak terpakai	90
6.2 Bandwidth 20 MHz	92
6.2.1 Control Channels	92
6.2.2 Resource Element yang tidak terpakai	93
6.3 Power Usage	94
Quiz 1	97
Quiz 2	97
Referensi	98
BAB 7	99
4G LTE RF COVERAGE PLANNING	99
7.1 Link Budgets	102
7.2 Path Loss Balance	106
7.3 Karakteristik Model Propagasi Gelombang Radio	106
Latihan :	107
7.4 Model Propagasi Gelombang Radio	107
Jenis-jenis Model Propagasi Gelombang Radio	108
7.4.1 Free Space Propagation Model	109
7.4.2 Okumura Hata Propagation Model	109
7.4.3 Cost Hata Propagation Model	111

Contoh Kasus 1 dan Pembahasan	113
7.5 Perhitungan Cell Size	116
Contoh Kasus 2 dan Pembahasan	117
Quiz	118
Referensi	121
BAB 8	122
4G LTE RF CAPACITY PLANNING	122
Quiz	124
Referensi	124
BAB 9	125
4G LTE RF INDOOR PLANNING	125
9.1 Passive Distributed Antenna Systems	125
9.1.2 Coaxial Cable	126
9.1.3 Splitters	127
9.1.4 Taps/Uneven Splitters	128
9.1.5 Attenuators	130
9.1.6 Dummy Load	130
9.1.7 Circulators	131
9.1.8 A 3dB Coupler (90°)	133
9.1.9 Filters	135
Quiz :	136
9.2 Active Distributed Antenna Systems	137
Referensi	140
BAB 10	141

ATOLL AUTOMATIC CELL PLANNING (ACP)	141
10.1 Parameter Kualitas LTE.....	142
10.2 Mengkonfigurasi ACP Secara Default.....	147
10.3 Langkah Memulai Project ACP.....	154
Referensi	177
BAB 11	178
PEMODELAN SIMULASI TRAFFIC dengan ATOLL	178
11.1 Traffic model	179
11.2 Membuat Traffic Maps.....	190
11.3 Menjalankan Simulasi.....	213
Data-data Pendukung Simulasi :.....	220
Referensi	221
BAB 12	222
COGNITIVE RADIO	222
12.1 Latar belakang	222
12.2 Definisi.....	224
12.3 Isu teknis dalam Cognitive Radio.....	226
12.3. 1. Pemilihan Spektrum	226
12.3. 2. Manajemen Interferensi.....	229
Quiz :	230
Referensi	231
BAB 13	232
MOBILE TV.....	232
13.1 OTT, Konvergensi yang nyata	237

13.2 Web OTT.....	239
13.3 Telco OTT.....	241
13.4 Pay TV OTT	242
13.5 PERANGKAT PENERIMA MOBILE TV	246
13.6 TEKNOLOGI DAN STANDAR MOBILE TV	247
13.7 Layanan berbasis Cellular Network.....	249
13.8 Distribusi Mobile TV Melalui Jaringan Selular	249
13.9 Multimedia Broadcast Multicast Service (MBMS).....	251
13.10 Integrated Mobile Broadcast (IMB).....	252
13.11 Evolved MBMS (e-MBMS)	253
13.12 Layanan berbasis Mobile Broadcasting (Mobile TV)	256
13.13 Standar DVB-H.....	258
13.14 Standar T-DMB	259
13.15 Standar Media FLO	262
13.16 Standar One seg-ISDB-T.....	264
13.17 Advanced Television Systems Committee-Mobile/Handheld (ATSC-M/H)	268
13.18 Standar DVB-T2 Lite.....	271
13.19 Perbandingan Teknologi Mobile TV Digital Jaringan Broadcast	278
13.20 Teknis Mobile TV DVB-T2-Lite	280
13.21 Industri Perangkat DVB-T2-Lite	283
13.22 Dukungan Industri Perangkat Global.....	284
13.23 Layer Software pada perangkat penerima mobile TV.....	288
Referensi:	292

—

BAB 1

TELECOMMUNICATION STANDARDS AND SPECIFICATIONS

Oleh : Brian Fernando

1.1 Apa itu standar?

Dalam kamus Bahasa Inggris *New Shorter Oxford English Dictionary* kata *standard* diartikan sebagai: *"a document specifying nationally or internationally agreed properties of manufactured goods, principles for procedures, etc."*^[1]

Standar sebagai kata serapan dari kata Bahasa Inggris "*standard*" pun telah masuk dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia ini, standar diartikan sebagai ukuran tertentu yang dipakai sebagai patokan^[2].

Pengertian tersebut dibuat sederhana dan dapat diaplikasikan dalam konteks yang luas. Termasuk juga dalam dunia telekomunikasi. Dalam konteks telekomunikasi, standar dapat diartikan sebagai: sesuatu (berupa dokumen) yang memberikan aturan atau pedoman dalam per-telekomunikasi-an.

Apa saja yang perlu standar dalam telekomunikasi? Salah satu hal yang paling penting untuk diberi standar adalah teknologinya yang tersebar dalam beberapa bidang. Seperti contohnya spektrum frekuensi, kabel transmisi, nomor telepon, dan lain-lain yang jika hal-hal tersebut tidak dilakukan standarisasi maka alih-alih memudahkan, manusia akan mendapat kesulitan setiap kali akan melakukan telekomunikasi.

Dunia telekomunikasi sangat luas, standar yang berlaku dan diterima adalah standar yang dibuat berdasarkan konsensus dan disetujui oleh badan (baik internasional maupun nasional) yang diakui. Lebih jauh tentang badan-badan standarisasi ini kan dibahas pada bagian berikutnya.

1.2 Kenapa perlu standar?

Dalam dunia telekomunikasi, standar punya beberapa kepentingan, antara lain: [3]

- Standar khususnya mengantisipasi kebutuhan untuk interoperability antara sistem. Teknologi telekomunikasi semakin mengarah kepada konvergensi dan mengharuskan berbagai sistem yang berbeda untuk dapat berkomunikasi dan *interwork* dalam segala level.
- Standar penting untuk keamanan, kehandalan (*reliability*), dan menjaga lingkungan. (terutama melindungi spektrum frekuensi).
- Standar digunakan oleh *regulator* (di Indonesia: BRTI, Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia) untuk melindungi pemakai dan pelaku bisnis dan sebagai dukungan untuk peraturan pemerintah.
- Standar memberikan keuntungan untuk melakukan pengembangan teknologi baru dan meningkatkan praktek yang telah berjalan
- Standar memberikan dorongan untuk melakukan inovasi.

Bayangkan jika tidak ada standar yang mengatur dunia telekomunikasi di dunia ini. Beberapa keadaan berikut akan terjadi [3]

- Produk tidak bekerja seperti yang diharapkan
- Kualitas tidak bagus

- Tidak dapat digunakan dengan produk lain
- Dalam kasus ekstrim, produk itu berbahaya bagi kesehatan
- Konsumen tergantung pada satu produsen
- Produsen harus menemukan dan mengimplementasikan produk mereka sendiri bahkan untuk hal kecil sekalipun. Ingat, *Bluetooth*, kamera, *charger*, bahkan *handphone* itu sendiri semua ada karena standar.

Sadar atau tidak, setiap hari setiap orang akan menggunakan standar dalam kehidupan sehari-harinya. Hal ini adalah untuk memudahkan. Walaupun standar tidak punya kekuatan hukum, namun implementasi dan penggunaan standar di Indonesia membantu dalam menyusun ketetapan dan peraturan pemerintah dalam berbagai hal, termasuk telekomunikasi.

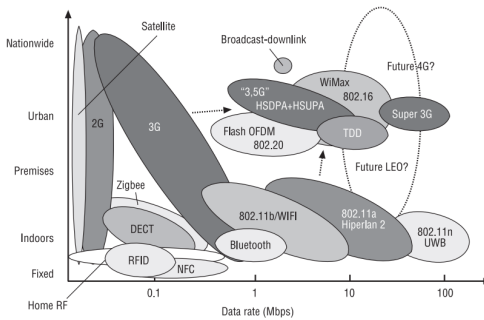
BRTI adalah badan regulasi independen yang dapat melindungi kepentingan *public* (pengguna telekomunikasi) dan mendukung serta melindungi kompetisi bisnis telekomunikasi sehingga menjadi sehat, efisien, dan menarik para investor. Dalam melakukan perannya, BRTI menggunakan standar internasional yang dibuat oleh ITU, IEEE, 3GPP, IETF, dan badan standarisasi lainnya sebagai acuan.

1.3 Standarisasi dalam telekomunikasi nirkabel (*wireless*)

Sebelum tahun 1990an, standarisasi telekomunikasi dilakukan oleh ahli yang bekerja dalam grup dan komite yang jauh dari publikasi sehingga mereka tidak cukup dikenal. Akibatnya lagi kegiatan mereka jarang mengundang ketertarikan dari luar lingkungan tertutup tersebut. Sekarang, standarisasi dalam telekomunikasi adalah bisnis bernilai miliaran rupiah, melibatkan pakar-pakar dan juga para pelaku bisnis telekomunikasi itu

sendiri. Dengan perubahan yang sangat cepat dalam dunia telekomunikasi, kegiatan standarisasi menjadi kepentingan vital bagi semua pihak yang terlibat di dalam nya: *network providers*, *service providers*, pabrikan, dan pemakai.

Saat ini, standar telekomunikasi nirkabel sangat beragam. Gambar 1.1 dibawah menunjukkan beberapa standar internasional untuk telekomunikasi nirkabel berdasarkan kecepatan transfer nya dan lingkungan khas nya:

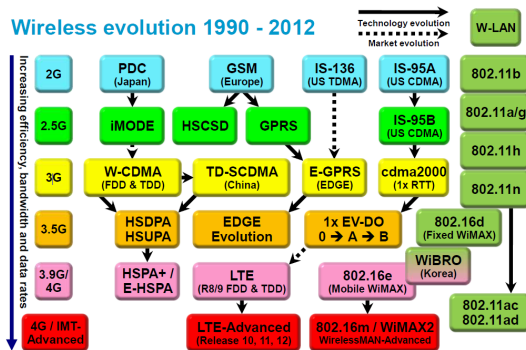


Gambar 1.1 Berbagai Standar Jaringan Nirkabel [4]

Beberapa usaha sudah dilakukan untuk melakukan konvergensi berbagai standar jaringan nirkabel yang disebutkan dalam Gambar 1 di atas. Tetapi khususnya jaringan *Radio Access* terus ada di negara-negara termasuk Indonesia untuk tujuan yang berbeda. Hal ini kemudian menjadi tantangan besar untuk konvergensi *core network* untuk melayani jaringan *access* yang berbeda beda. Dari sudut pandang ini, teknologi nirkabel yang berbeda memberikan

manfaat yang berbeda dalam lingkungan yang bersesuaian. Sementara dari sisi pemakai, penggunaan jaringan nirkabel sebaiknya terintegrasi dalam satu layanan. Hal ini yang meminta standarisasi terus dilakukan ke arah konvergensi.

Gambar 1.2 dibawah menunjukkan proses evolusi teknologi nirkabel yang mengarah kepada konvergensi setelah melewati generasi ke 4 (4G):



Gambar 1.2 Evolusi Jaringan Nirkabel

Di Indonesia, dari grup teknologi di atas yang paling berkembang adalah 2G (GSM), CDMA2000, dan keluarga IEEE 802.xx.

Berikut akan dibahas beberapa badan standarisasi yang paling berpengaruh terhadap perkembangan tersebut: