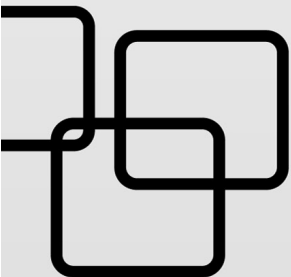




4G

Handbook

Edisi Bahasa Indonesia



Industry Outlook
Overview Data on 2G & 3G
Frequency Spectrum on 4G
4G OFDMA & SC-FDMA
4G LTE SAE
Heterogeneous Network
4G LTE Planning with Atoll
4G LTE Drivetest

Collaborator

Lingga Wardhana, ST, MBA, Bagus Faksi Aginsa,
Anton Dewantoro, Isybel Harto, Gita Mahardhika
Alfin Hikmaturokhman, ST, MT

4G

Handbook

Edisi Bahasa Indonesia

Industry Outlook

Overview Data on 2G & 3G

Frequency Spectrum on 4G

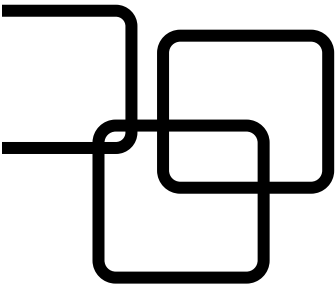
4G OFDMA & SC-FDMA

4G LTE SAE

Heterogeneous Network

4G LTE Planning with Atoll

4G LTE Drivetest



4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia
Hak cipta© 2014 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

Berangkat dari keterpurukan bangsa Indonesia di bidang pengembangan teknologi seluler, hati kami tergerak untuk menciptakan karya nyata bagi bangsa Indonesia. Buku ini adalah buku paling komprehensif berbahasa Indonesia mengenai teknologi seluler 4G, hasil kolaborasi engineer, praktisi, peneliti dan dosen di Indonesia. Buku ini membahas secara mendalam mengenai teknologi jaringan seluler 4G, dari konsep dasar, desain jaringan menggunakan software Atoll dan pengukuran melalui drivetest untuk mengetahui *Key Performance Indicator* dari jaringan 4G yang sudah digelar.

Buku ini tentunya sangat bermanfaat bagi mereka mahasiswa-mahasiswa atau *freshgraduate* yang gap pembelajarannya sangat jauh dibandingkan dengan dunia industri telekomunikasi. Dan juga berguna bagi para pelaku industri untuk merencanakan dan melakukan implementasi berdasarkan *knowledge* yang didapatkan di bangku kuliah. Buku ini adalah wadah untuk menghilangkan 'gap' diantara keduanya.

Buku ini dibagi dalam beberapa bagian. Bagian awal buku akan dipaparkan bagaimana perkembangan industri telekomunikasi saat ini dan apa yang harus kita persiapkan untuk masa depan industri telekomunikasi. Bagaimana kondisi industri telekomunikasi secara global dapat mempengaruhi orang-orang yang bekerja di dalamnya secara individual. Kedua adalah *overview* mengenai kecepatan pada jaringan 2G dan 3G dan kebutuhan jaringan 4G atas permintaan data berkecepatan tinggi oleh *mobile user*.

Buku ini juga membahas permasalahan spektrum 4G yang akan digunakan di Indonesia, teknologi akses jamak OFDMA dan SC-FDMA yang digunakan pada jaringan 4G, arsitektur jaringan 4G juga konsep *mobility* dan konsep jaringan heterogen yang juga perlu diperhitungkan karena pada saat implementasi 4G sudah terdapat jaringan 2G, 3G atau bahkan jaringan wifi dan kesemuanya harus terkoneksi dan memberikan pelayanan yang terbaik bagi user *mobile phone*.

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 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)

Bagus Facsi Aginsa
(facsi.aginsa@gmail.com)

Anton Dewantoro
(anton.dewantoro@floatway.com)

Isybel Harto
(isybel@bellhartman.com)

Gita Mahardhika
(gita@ieee.org)

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

DAFTAR PUSTAKA

KATA PENGANTAR.....	4
KONTRIBUTOR.....	6
DAFTAR PUSTAKA	7
BAB 1.....	14
TELECOMMUNICATION INDUSTRY OUTLOOK	14
1.1 Operator Telekomunikasi Seluler.....	15
Dekade 90 an	17
Dekade 2000 an	18
2011 - Sekarang.....	19
1.2 Pertumbuhan Jaringan Operator	23
1.3 Vendor Telekomunikasi Seluler	25
Referensi	27
BAB 2.....	28
OVERVIEW KECEPATAN DATA JARINGAN 2G.....	28
2.1 Struktur Frame 2G.....	28
2.1.1 Time Slot	28
2.2.2 Frame	30
2.2.3 Multi Frame.....	32
2.2.4 Super Frame	34
2.2.5 Hyper Frame.....	34
2.2 Perhitungan Throughput 2G	35
2.2.1 Throughput GSM.....	35

2.2.2 Throughput GPRS.....	37
2.2.3 Throughput EDGE/EGPRS.....	38
2.2.4 Throughput EDGE2/EGPRS2.....	39
2.3 Sekilas Planning 2G	40
2.3.1 Manajemen Spektrum	40
2.3.2 Manajemen TRX.....	42
Soal.....	47
Referensi	47
BAB 3	48
OVERVIEW KECEPATAN DATA PADA JARINGAN 3G.....	48
3.1 Overview 3G.....	48
3.2 Air Interface 3G.....	49
3.3 WCDMA (3G) Code.....	50
3.3 Perhitungan Throughput 3G	53
3.3.1 Perhitungan Throughput 3G R99	53
3.3.2 Perhitungan Throughput HSDPA.....	55
3.3.3 Perhitungan Throughput HSDPA+.....	56
3.3.4 Perhitungan Throughput DC-HSDPA.....	56
3.3.5 Perhitungan Throughput DC-HSDPA+.....	57
3.3.6 Perhitungan Throughput MC-HSPA+	57
3.4 WCDMA (3G) Planning.....	57
3.5 WCDMA (3G) Optimization	60
Soal.....	69
Referensi	69
BAB 4.....	70

MENUJU BROADBAND WIRELESS ACCESS 4G, 5G,...	70
4.1 Dasar Pemikiran	70
4.2 Visi Telekomunikasi Generasi Berikutnya	71
4.3 Teknologi generasi keempat (4G)	71
4.4 Teknologi 5G dan Selanjutnya.....	73
4.5 Pendekatan 3GPP Untuk Menuju 4G	75
4.6 Teknologi Inti Pendukung 4G	78
4.6.1 OFDM	78
4.6.2 MIMO	82
4.6.3 Arsitektur All-IP	83
4.7 Mobile WiMax.....	84
4.8 LTE	87
4.9 LTE Advanced	92
4.10 Teknologi Broadband Wireless Lainnya	94
Soal.....	95
Referensi	96
BAB 5	98
SPEKTRUM FREKUENSI 4G DI INDONESIA.....	98
5.1 Permasalahan Spektrum Di Indonesia	98
5.2 Alokasi Frekuensi 4G Menurut 3GPP	99
Soal.....	106
Referensi	107
BAB 6	108
TEKNOLOGI AKSES JAMAK 4G OFDMA & SC-FDMA.....	108
6.1 OFDMA.....	108

6.1.1 Tipe Sub-Carrier pada OFDM	115
6.1.2 Cyclic Prefix	116
6.1.3 Frame Structure dan Resource Block.....	118
6.2 SC-FDMA	123
Soal.....	129
Referensi	131
BAB 7	132
LTE SAE	132
(SYSTEM ARCHITECTURE EVOLUTION)	132
7.1 User Equipment	132
7.2 E-UTRAN.....	132
7.3 Evolved Packet Core (EPC)	134
7.3.1 Mobility Management Entity (MME).....	138
7.3.2 Serving Gateway (S-GW).....	142
7.3.3 Packet Data Network Gateway (PDN-GW)	145
7.3.4 Policy and Charging Rules Function (PCRF).....	149
7.3.5 Home Subscription Service (HSS).....	151
7.4 LTE Call Flow.....	152
7.5 Interface and Protokol pada LTE.....	159
7.5.1 Interface Control Plane:	160
7.5.2 Interface User Plane.....	168
Soal.....	177
Arsitektur Jaringan 2G, 3G & 4G	173
BAB 8.....	177
JARINGAN HETEROGEN (HETEROGENEUS NETWORK)	178

8.1 Latar belakang.....	178
8.2 Definisi Jaringan Heterogen	179
8.3 Isu Terkait.....	181
Soal.....	186
Referensi	187
BAB 9.....	189
MOBILITAS PADA LTE	189
9.1 Idle Mode	190
9.2 Cell Selection dan Cell Reselection	191
9.3 Prinsip Handover pada E-UTRAN	193
9.4 HO Intra-LTE over X2.....	194
9.5 HO Intra-LTE over S1	197
9.6 HO Inter-system LTE to UMTS.....	200
9.7 HO Inter-system LTE to CDMA 1x EVDO	204
Soal.....	207
Referensi	208
BAB 10.....	209
4G LTE RF PLANING DENGAN ATOLL.....	209
10.1 Proses Simulasi.....	209
10.2 Memulai Proyek Simulasi	210
10.3 Mengatur Koordinat Sistem.....	212
10.4 Informasi Geografis.....	214
10.5 Konfigurasi Parameter Antena.....	217
10.6 Konfigurasi Jaringan	220
10.6.1 Konfigurasi Frekuensi.....	220

10.6.2 Detail Pengaturan Kofigurasi Cell LTE	222
10.6.3 Detail Pengaturan Kofigurasi MIMO	223
10.7 Konfigurasi Perangkat Jaringan.....	226
10.7.1 Konfigurasi TMA.....	226
10.7.2 Konfigurasi Feeder	227
10.7.3 Konfigurasi eNodeB.....	230
10.8 Model Propagasi	236
10.8.1 Model Propagasi Okumura Hatta	236
10.8.2 Model Propagasi Cost 231	237
10.8.3 Model Propagasi SUI	237
10.9 Coverage Prediction	239
10.10 Alokasi Neighbours	247
10.11 Alokasi Frekuensi	250
10.12 Physical Cell ID (PCI).....	252
Soal.....	259
BAB11.....	260
4G LTE DRIVETEST	260
11.1 Pengertian Drivetest	260
11.2 Tujuan Drivetest.....	260
11.3 Perangkat Drivetest	261
11.4 Major Quality of Service (QOS) KPI pada LTE.....	262
11.5 Major Parameter pada Drive Test 4G LTE.....	264
Soal.....	269
Referensi	270

BAB 1

TELECOMMUNICATION INDUSTRY OUTLOOK

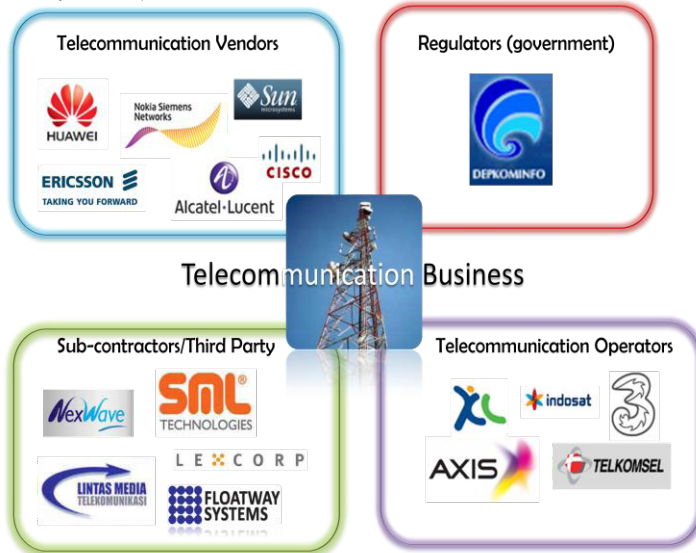
Oleh : Lingga Wardhana, S.T., M.B.A.

Dengan jumlah pelanggan mencapai 5 milyar di seluruh dunia telekomunikasi seluler sudah menjadi kebutuhan oleh semua orang. Di Indonesia sendiri telekomunikasi seluler adalah bisnis yang sangat menjanjikan. Paling tidak sekitar 230 juta jiwa penduduk Indonesia hampir semuanya sudah menggunakan ponsel.

Di industri telekomunikasi terdapat dua kelompok perusahaan besar yaitu sekelompok perusahaan yang berfokus pada produksi telepon seluler seperti Nokia, BlackBerry, Apple dan Samsung. Di sisi lainnya terdapat sekelompok perusahaan yang berfokus pada penyediaan infrastruktur jaringan. Gambar 1.1 menunjukkan ada tiga kelompok besar penyedia infrastruktur jaringan yaitu vendor, operator dan subkontraktor.

Vendor adalah perusahaan penyedia produk-produk jaringan telekomunikasi dan juga layanan-layanan untuk pemeliharaan jaringan. Operator memiliki lisensi frekuensi dan menjual layanan telekomunikasi (suara, SMS dan data) kepada masyarakat. Subkontraktor bertugas membantu vendor dan operator untuk memperlancar operasionalnya. Pemerintah bertindak sebagai regulator yang bertugas mengatur alokasi frekuensi bagi tiap-tiap operator, memastikan bahwa setiap operator memberikan layanan terbaiknya bagi masyarakat dan

mengeluarkan regulasi yang mendukung perkembangan usaha di bidang telekomunikasi juga melakukan test dan ujicoba bagi produk-produk telekomunikasi yang masuk ke Indonesia (Wardhana, 2011).



Gambar 1.1 Kelompok penyedia infrastruktur jaringan

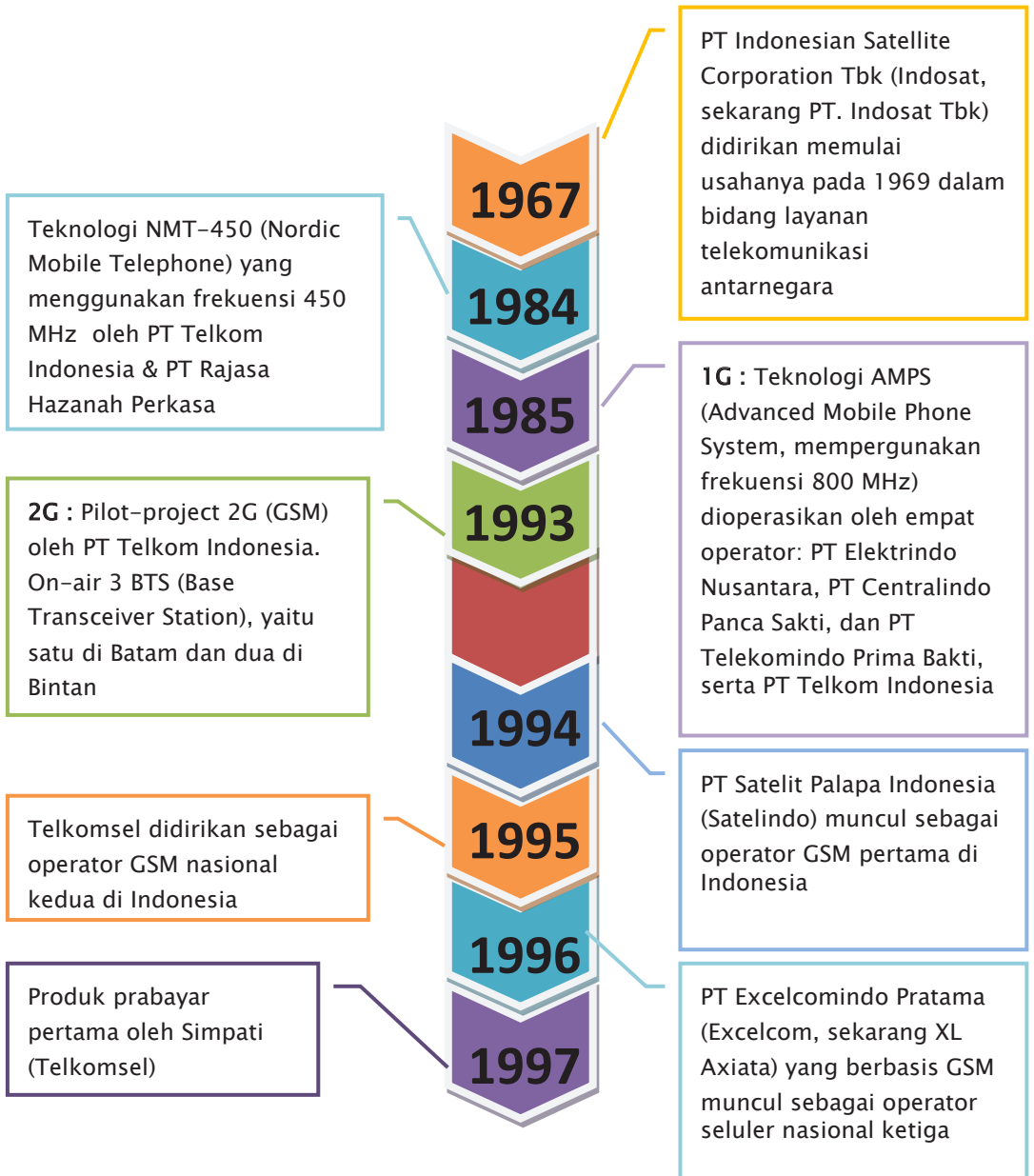
1.1 Operator Telekomunikasi Seluler

Telekomunikasi seluler di Indonesia dirintis pada tahun 1984, teknologi seluler yang digunakan saat itu adalah NMT (*Nordic Mobile Telephone*). Beberapa saat kemudian muncul teknologi seluler generasi pertama (1G) yang dikenal dengan nama AMPS (*Advanced Mobile Phone System*).

Proyek awal untuk GSM dilakukan pada tahun 1993 oleh PT Telkom Indonesia. Pada tahun 1994 PT Satelit Palapa Indonesia (Satelindo) muncul sebagai operator GSM pertama di Indonesia. Setahun kemudian didirikan Telkomsel sebagai operator GSM nasional kedua di Indonesia dan dua tahun kemudian didirikan

PT Excelcomindo Pratama (Excelcom, sekarang XL Axiata) yang berbasis GSM muncul sebagai operator seluler nasional ketiga.

Dekade 90 an



Dekade 2000 an

Pemerintah Indonesia melepas 41,94% saham Indosat ke Singapore Technologies Telemedia Pte Ltd (SingTel).

Flexi hadir sebagai operator CDMA pertama di Indonesia, di bawah pengawasan PT Telkom Indonesia, menggunakan frekuensi 1.900 MHz dengan lisensi *FWA (Fixed Wireless Access)*

Telkomsel meluncurkan layanan EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) yang sanggup melakukan transfer data dengan kecepatan sekitar 126 kbps (kilobit per detik)

4G : Dirjen Postel menetapkan frekuensi 2.3 Ghz, sebagai frekuensi yang akan ditempati WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) di Indonesia.

Lima operator mengantongi lisensi 4G WiMAX yaitu : Telkom, Indosat Mega Media, Berca, Jasnita dan First Media



Layanan SMS diperkenalkan

2.5G : Indosat mendirikan PT Indosat Multi Media Mobile (Indosat-M3), yang kemudian menjadi pelopor layanan GPRS (*General Packet Radio Service*) dan MMS (*Multimedia Messaging Service*) di Indonesia.

3G : Tiga operator telepon seluler ditetapkan sebagai pemenang untuk memperoleh lisensi layanan 3G Telkomsel, XL dan Indosat. Dan pada akhir tahun yang sama, ketiganya meluncurkan layanan 3G secara komersial.

Telkomsel memperoleh second carrier untuk jaringan 3G nya dan mengimplementasi *High Speed Packet Access (HSPA+)* yang sanggup melakukan transfer data dengan kecepatan sampai 21 Mbps.

2011 - Sekarang

Maret 2013 Telkomsel dan XL mendapatkan lisensi 3rd carrier untuk 3G pada bulan Maret 2013. Telkomsel di Blok 11 dan XL di Blok 12.

Menkominfo menyelesaikan penataan kanal 3G untuk 3rd carrier pada Bulan Oktober. Dengan alokasi sbb : HCPT Three (Blok 1 & 2), Telkomsel (Blok 3, 4 & 5), Indosat (Blok 6 & 7), XL (Blok 8, 9 & 10), Axis (Blok 11 & 12).

November 2013 : Akuisisi Axis oleh XL. Pemerintah mewacanakan untuk mengambil kembali lisensi 3G yang dimiliki Axis.

Sitra WiMAX dari First Media menghentikan layanannya dan secara serentak pada 7 Juni 2013 akan melakukan pengembangan teknologi dari 4G WiMAX ke 4G LTE.

2011

Menkominfo menyelesaikan penataan kanal 3G untuk 2nd carrier pada Bulan Desember. Dengan alokasi sbb : HCPT Three (Blok 1 & Blok 6), Axis (Blok 2 & Blok 3), Telkomsel (Blok 4 & Blok 5), Indosat (Blok 7 & Blok 8), XL (Blok 9 & Blok 10).

2012

Telkomsel melakukan ujicoba 4G LTE di perhelatan akbar KTT APEC 2013 di Bali pada Bulan September - Oktober. Ujicoba LTE pita 1800 MHz selebar 5MHz dengan kecepatan browsing rata-rata berkisar antara 10 Mbps hingga 20 Mbps.

2013

PT Internux meluncurkan 4G LTE pertama di Indonesia pada Bulan November 2013 melalui produk Bolt dengan menggunakan teknologi TDD LTE di frekuensi 2300 MHz.

2014

Sampai saat ini teknologi telekomunikasi seluler sudah sampai pada generasi keempat (4G). Gambar 1.2 menjelaskan bagaimana perkembangan operator telekomunikasi seluler di Indonesia.

Di Indonesia sampai saat ini telah beroperasi 10 operator seluler. Beberapa operator menggunakan teknologi jaringan GSM dan beberapa operator lain menggunakan jaringan CDMA. Tabel 1.1 menunjukkan operator-operator seluler di Indonesia dan teknologi seluler yang digunakan.

Tabel 1.1 Operator telekomunikasi di Indonesia tahun 2013

Operator	Produk	Jaringan
Bakrie Telecom	Esia	CDMA 800MHz
Hutchison	3	GSM
Indosat	IM3, Indosat Matrix, Indosat Mentari	GSM
	StarOne	CDMA 800MHz
Mobile-8	Fren, Mobi dan Hapi	CDMA 800MHz
Natrindo (Diakuisisi XL)	Axis	GSM
Sampoerna Telekom	Ceria	CDMA 450MHz
Smart Telecom	Smart	CDMA 1.900MHz
Telkom	Flexi	CDMA 800MHz
Telkomsel	Kartu AS, Kartu HALO dan Simpati	GSM
XL Axiata	XL	GSM

Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Telekomunikasi_seluler_di_Indonesia

