

# Perang Jalur Lebar

Oleh ROSIADEE NORDIN

**B**ADAN piawai kejuruteraan terbesar di dunia, iaitu Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), telah memperkenalkan beberapa teknologi rangkaian wayarles seperti WiFi (IEEE 802.11a/b/g/n) dan Fixed WiMAX (IEEE 802.16d). Menerusi pengenalan teknologi wayarles tersebut, sektor telekomunikasi mula menyaksikan pertembungan antara dua platform rangkaian yang berbeza antara rangkaian selular dengan wayarles.

Namun begitu, terdapat jurang perbezaan antara kebolehergerakan yang boleh ditawarkan oleh teknologi mudah alih dengan peningkatan kelajuan data yang boleh ditawarkan oleh rangkaian wayarles. Perbezaan jurang ini dipenuhi dengan pengenalan teknologi Mobile WiMAX (IEEE 802.16e).

Dalam teknologi Mobile WiMAX, modul pengurusan mobiliti diperkenalkan ke dalam rangkaian Fixed WiMAX sedia ada untuk membenarkan kebolehergerakan pengguna melalui proses yang dikenali sebagai "penyerahan" (ataupun *hand-over*) dari satu menara pemancar ke menara pemancar yang lain.

Proses penyerahan ini membenarkan teknologi WiMAX sebagai rangkaian "bergerak" sepenuhnya. Mobile WiMAX dilihat sebagai teknologi yang berpotensi untuk merapatkan jurang antara rangkaian pada masa ini dengan rangkaian pada masa hadapan atau lebih dikenali sebagai Beyond 3G (B3G) yang digariskan oleh International Telecommunications Union (ITU). Dengan spektrum berkecekapan tinggi dan rangkaian teras berdasarkan (Internet Protocol) IP sepenuhnya, platform rangkaian Mobile WiMAX dianggap selaras dengan platform yang dipertimbangkan untuk evolusi berikutnya, iaitu rangkaian Generasi Keempat (4G).

Pada tahun 2004, sebuah badan piawai kejuruteraan, dikenali sebagai Third Generation

Partnership Project (3GPP) telah memulakan proses piawai untuk satu lagi teknologi rangkaian tanpa wayar terbaru, iaitu Long Term Evolution (LTE), dikenali sebagai 3.9G.

LTE, seperti Mobile Wimax merupakan sebuah sistem khidmat rangkaian berasaskan IP sepenuhnya. Ia menyediakan platform untuk mewujudkan rangkaian 4G dengan memperkenalkan topologi rangkaian yang "nipis". Teknologi ini dapat mengurangkan kelewatan pada lalu lintas untuk penghantaran pakej data dalam rangkaian.

Dalam LTE, nadi utama untuk mengawal komunikasi antara pengguna dilakukan oleh modul yang dikenali sebagai E-UTRAN Node B (eNode-B). eNodeB melakukan semua tugas berkaitan peruntukan radio, ataupun Radio Resource Management (RRM) dalam rangkaian LTE.

Antara ciri utama teknologi LTE ialah pertama, mampu menawarkan kadar muat turun selaju 292 Mbit/s dan muat naik 71 Mbit/s pada keadaan pemancaran yang ideal (bebas daripada hingar, gangguan dan ralat pemancaran). Kedua, kadar pindahan data yang begitu singkat, iaitu 5 ms, berbanding dengan teknologi 3G sedia ada. Ketiga, menyokong penggunaan data pada halaju 350 km/h (bergantung pada jalur frekuensi). Keempat, mempunyai saiz sel yang boleh diskala pada julat yang luas, iaitu dari radius seluas 10 meter (untuk femtosel dan pikosel) hingga ke radius 100 km untuk pemancaran berdasarkan makrosel, dan kelima menyokong operasi daripada teknologi terdahulu seperti GSM, UMTS, WiMAX dan sebagainya.

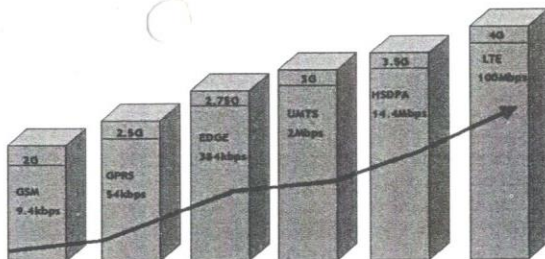
LTE juga berkeupayaan menguruskan rangkaian sendiri, iaitu pengurusan rangkaian dilakukan oleh komponen pintar dikenali sebagai SON (*Self Organizing Network*). Dalam SON, stesen pengawal dapat memantau dan memulihkan prestasi rangkaian tanpa memerlukan sebarang perkhidmatan



darut penyaliahan daripada jurutera ataupun juruteknik. Kelebihan ini dapat menjimatkan perbelanjaan pada peringkat awal pelaksanaan serta kos operasi tahunan kepada penyedia perkhidmatan telekomunikasi.

Format pertama LTE diperkenalkan oleh syarikat gergasi telekomunikasi di Jepun, iaitu NTT DoCoMo pada tahun 2004. Lima tahun selepas itu, barulah wujud inisiatif daripada pelbagai syarikat industri untuk melengkapkan proses dokumentasi keperluan teknikal untuk teknologi LTE.

Malaysia turut terlibat dalam meneliti kesesuaian teknologi LTE. Menurut maklumat terkini pada Julai 2010, syarikat telekomunikasi di Malaysia, iaitu Maxis Communications, telah melengkapkan proses ujian pertama rangkaian LTE dengan rakan teknologinya, iaitu Alcatel-



GSM – Sistem Global untuk Komunikasi Mudah Alih  
 GPRS – Perkhidmatan Paket Radio Umum  
 EDGE – Kadar Data Evolusi GSM Dipertingkat  
 UMTS – Sistem Telekomunikasi Mudah Alih Universal  
 HSDPA – Capaian Paket Pindah Turun Berkeajuan Tinggi  
 LTE – Evolusi Jangka Panjang

Lucent dan Huawei. Hasil ujian tersebut, Maxis dapat membuktikan bahawa rangkaian LTE mampu mencapai kelajuan muat turun 60 dan 104 Mbit/s pada dua saluran frekuensi yang berlainan, iaitu jalur lebar sebanyak 10 MHz dan 20 MHz.

Kadar kelajuan 104 Mbit/s memudahkan pengguna untuk memuat turun sebuah rancangan filem pada saiz 640 Mb dalam masa kurang daripada satu minit sahaja. Pesaing terdekat Maxis, iaitu Celcom turut menyertai "perang jalur lebar" tersebut dengan mengumumkan ujian rangkaian LTE pada September, 2010. Selain itu, Celcom bercadang membelanjakan RM3 bilion sebagai modal untuk melengkapkan infrastruktur LTE pada jangka masa tiga tahun akan datang.

3GPP memperkenalkan *LTE-Advanced* (LTE-A) pada tahun 2009 bagi meningkatkan spesifikasi LTE. Spesifikasi rangkaian LTE-A telah dihantar kepada badan organisasi ITU sebagai salah satu calon untuk teknologi rangkaian 4G.

Walaupun bagaimanapun, teknologi rangkaian LTE dan LTE-A melibatkan perubahan perkhidmatan pada rangkaian, manakala pengguna perlu mengeluarkan wang untuk membeli peranti mudah alih baharu. Hal ini menunjukkan kedua-dua teknologi *Mobile WiMAX* dan LTE-A bersaing untuk menjadi teknologi rasmi kepada rangkaian Generasi Keempat (4G).

Kedua-dua teknologi rangkaian tersebut menawarkan komunikasi berasaskan IP sepenuhnya dan mempunyai kelajuan

muat turun sehingga 1 Gbps. Pemerhati mengharapkan kedua-dua teknologi ini dapat memenuhi keperluan dari International Telecommunications Union (ITU) untuk rangkaian IMT-Advanced, iaitu nama rasmi untuk rangkaian 4G.

Tujuan utama sistem rangkaian 4G diperkenalkan adalah untuk merapatkan jurang antara rangkaian selular dengan tanpa wayar. Selain itu, cabaran utama dalam pelaksanaan teknologi 4G adalah untuk memastikan kadar kelajuan data yang tinggi untuk saiz sel beradius besar (seperti makrosel). Terdapat dua pendekatan yang dapat menyumbang kepada kemajuan dari segi kelajuan data kepada kedua-dua teknologi tersebut.

Pertama, penggunaan kaedah capaian pelbagai menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA), yang mampu menukarkan spektrum jalur lebar kepada spektrum jalur "sempit". Spektrum jalur "sempit" mampu mengurangkan kesan gangguan antara isyarat berdekatan dengan kesan hingar. Kedua-dua faktor tersebut menjadi halangan utama dalam pemancaran saluran tanpa wayar.

Teknologi OFDMA digabungkan dengan teknologi pelbagai antena, ataupun dikenali sebagai *Multiple-Input Multiple-Output* (MIMO). Teknologi MIMO mampu melitupgandakan kapasiti muat turun kepada pengguna, iaitu peningkatan kapasiti bergantung pada bilangan antena yang menghubungkan stesen pemancar dan peranti mudah alih pengguna.


Walaupun 4G secara rasminya belum

diperkenalkan, timbul ura-ura mengatakan bahawa evolusi seterusnya, iaitu Generasi Kelima (5G) bakal berlaku dalam masa kurang daripada satu dekad ini. Mengikut sumber tidak rasmi, spesifikasi teknikal untuk rangkaian tersebut akan diperincikan pada tahun 2013, manakala pelaksanaan rangkaian tersebut dijangka seawal tahun 2020.

Namun, Korea Selatan menyangkal ramalan tersebut. Korea Selatan menjadi negara pertama mengambil langkah agresif dengan mengumumkan perbelanjaan sebanyak \$58 juta untuk pembangunan dan penyelidikan teknologi 5G serta komited untuk menyediakan rangkaian tersebut seawal tahun 2012!

Analisis meramalkan bahawa teknologi 3G sedia ada akan pupus ketika rangkaian 5G akan diperkenalkan. Hal ini demikian kerana ada pelbagai kemungkinan teknologi baharu akan diperkenalkan untuk rangkaian 5G. Antara khabar angin terkini termasuklah pengenalan teknologi capaian pelbagai baharu, iaitu *Beam Division Multiple Access* (BDMA) yang bakal menggantikan teknologi capaian OFDMA yang masih belum "matang" penggunaannya dalam sektor telekomunikasi. Oleh sebab itu, syarikat telekomunikasi berada dalam dilema kerana banyak perbelanjaan telah dibelanjakan untuk melengkapkan infrastruktur rangkaian di serata pelosok benua.

Oleh sebab setiap evolusi antara rangkaian menawarkan peningkatan kepada kelajuan muat turun, pengguna rangkaian 5G dijangka dapat menikmati kelajuan setinggi 3 Gbps. Kelajuan tersebut lebih daripada jumlah kelajuan yang boleh ditawarkan oleh sebuah bangunan komersial bersaiz sederhana pada masa ini.

Mungkin pada masa itu, teknologi tanpa wayar sedia ada sekarang, seperti GSM, WiFi dan WiMAX sudah pun pupus. Tidak mustahil jika terdapat pelbagai aplikasi yang pada ketika ini dianggap sebagai khayalan pasti akan menjadi realiti pada suatu hari nanti. 

Dr. Rosliadee Nordin, Pensyarah dan Penyelidik, Fakulti Kejuruteraan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM).