

SEJARAH PERKEMBANGAN TEKNOLOGI MOBILE COMMUNICATION

Riq'ie Miqdad [0319451091]
Fak. Teknik Elektro Universitas Udayana

Pendahuluan

Sejalan dengan kemajuan jaman yang sangat pesat saat ini, teknologi telekomunikasi seluler atau biasa disebut *mobile communication* (komunikasi bergerak) banyak diminiasi oleh masyarakat. Hal ini terlihat pula dalam perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi yang berkembang pesat teknologinya dan layanan komunikasi bergerak di dunia (*mobile evolution*).

Perkembangan teknologi telekomunikasi khususnya di bidang seluler terjadi dengan sangat pesat dikarenakan kebutuhan untuk berkomunikasi dan bertukar data dengan cepat, mudah dan *mobile*. Salah satu teknologi komunikasi yang sedang mulai banyak di implementasikan khususnya Indonesia adalah teknologi 3G (Third Generation) atau generasi ketiga untuk komunikasi seluler.

Teknologi yang kini dikenal dengan istilah “generasi” telah menerbitkan generasi ke 4. Sudah pasti generasi ke-4 ini merupakan hasil teknologi komunikasi yang berevolusi dari teknologi sebelumnya.

Maka dari itu kita akan membahas secara garis luar tentang perkembangan teknologi dari generasi sebelum 4G (fourth Generation) yakni 0G; 1G; 2G; 2,5G; 3G hingga 3,5 G.

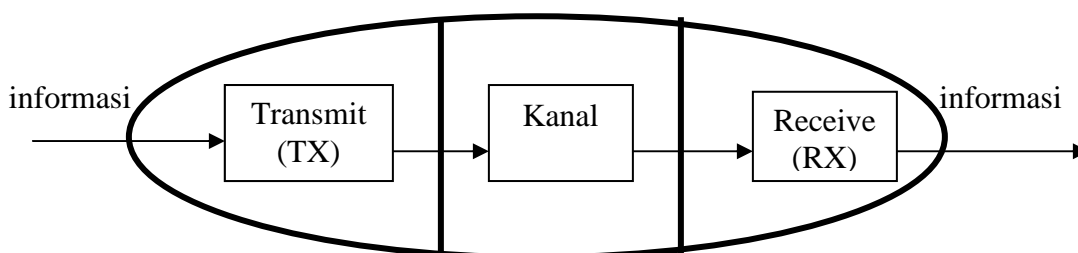
Sistem Transmisi

Sebelum membahas tentang perkembangan teknologi *mobile communication* akan dikenalkan dengan dasar sistem komunikasi sehingga kita memiliki bayangan tentang cara kerja komunikasi berlangsung.

Berdasarkan kemampuan menyalurkan informasi, sistem transmisi dapat dibedakan menjadi 3 yaitu ;

~ *System komunikasi simplex (SX)* yaitu penyaluran informasi yang hanya dapat dilakukan satu arah saja.

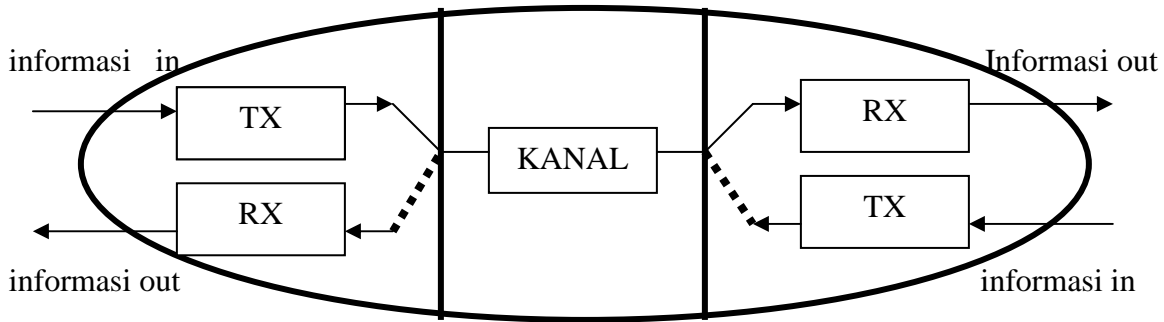
Spt ; penyaluran sinyal televisi,radio.



Gambar 1 Blok diagram Sistem komunikasi Simplex

~ *System komunikasi Half Duplex* yaitu sistem penyaluran informasi dua arah tetapi secara bergantian.

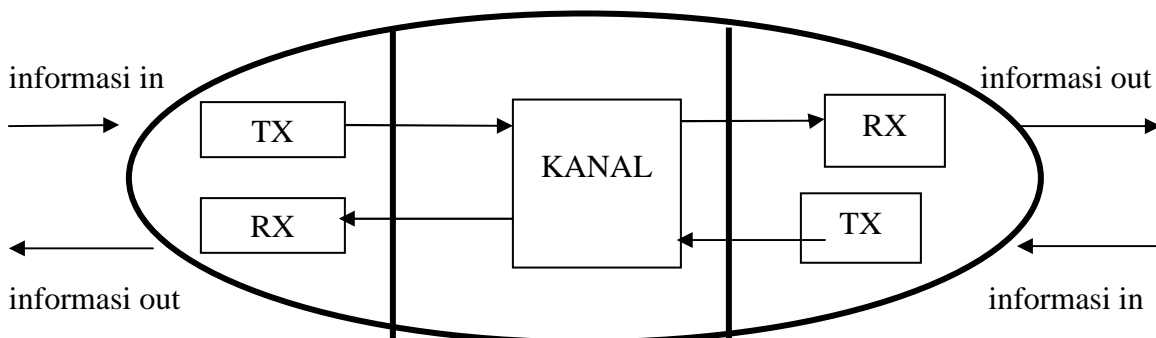
Spt ;telekomunikasi data.



Gambar 2 Blok diagram Sistem Komunikasi Half Duplex

~ *System komunikasi Full Duplex* yaitu penyaluran informasi yang dapat dilakukan dua arah secara bersamaan.

Spt ; komunikasi telephone.



Gambar 3 Blok diagram Sistem Komunikasi Full Duplex

Sedangkan media yang digunakan dalam penyaluran suatu informasi sering disebut media transmisi yang dapat dibagi menjadi ;

1. Media transmisi yang berbentuk non-fisik yaitu suatu media transmisi yang tidak ada wujud fisiknya (media ini adalah udara). Yang digunakan menyalurkan informasi dalam media ini adalah gelombang radio atau sering disebut gelombang Elektromagnetik.
2. Media transmisi fisik yaitu suatu media transmisi yang dapat dilihat dan dapat diukur fisiknya.

Contoh : kabel, serat optik, dsb.

Dan dalam komunikasi selular, media yang digunakan tentu saja media transmisi udara.

Evolusi Komunikasi Bergerak

Seperti yang telah dijelaskan, perkembangan teknologi atau biasa disebut evolusi kini makin berkembang dengan cepat, hal ini dapat ditandai dengan istilah *generation* yang telah kita ketahui, namun sedikit masyarakat yang mengetahui awal dari teknologi *mobile communication* ini sehingga dapat dikatakan sebagai perkembangan.

Berikut ini adalah penjelasan tentang apa yang disebut dengan *generation* yang bermula dari 0G (generasi awal), hingga pada akhirnya muncul 4G.

Teknologi Generasi Awal / Zero Generation (0G)

Generasi awal (0G) dikenal dengan istilah *Mobile radio telephone* ini merupakan teknologi telepon selular modern permulaan, dimana menggunakan jaringan gelombang radio (*radiotelephone*) khusus (terpisah dan tertutup dengan jaringan lain yang sejenis) dengan jangkauan jaringan yang terbatas dan dapat terhubung dengan jaringan telepon umum biasa.

Teknologi ini biasa dipergunakan pada mobil dan truk agar dapat berkomunikasi dengan jaringan telepon biasa. Prinsipnya seperti jaringan komunikasi Polisi atau Taxi (*walkie-talkie*), hanya saja *Mobile radio telephone* ini mempunyai nomor telepon tersendiri dan terhubung dengan jaringannya tersendiri).

Yang merupakan generasi awal (0G) meliputi ;

a. PTT (*Push to Talk* atau *Press-to-Transmit*)

Merupakan teknologi jaringan komunikasi dengan metode *half-duplex* (sangat mirip *walkie-talkie*, hanya ini terhubung dengan jaringan Selular) yang digunakan untuk berkomunikasi.

b. MTS (*Mobile Telephone System*)

Teknologi radio telephone *half-duplex* ini di implemetasikan pertama kali di kota St. Louis pada tanggal 17 Juni 1946, dengan permulaan hanya 3 saluran untuk melayani komunikasi seluruh pelanggannya, kemudian bertambah sampai 32 saluran dengan 3 frekuensi. Jaringannya terbatas hanya diarea perkotaan saja.

c. IMTS (*Improved Mobile Telephone Service*)

Merupakan radiotelephone yang diperkenalkan pada tahun 1969 sebagai pengganti teknologi MTS yang telah menggunakan *full duplex* dan dengan gelombang Low VHF (35–44 MHz, 9 Saluran), High VHF (152–158 MHz, 11 Saluran), dan UHF (454–460 MHz, 12 saluran).

d. AMTS (*Advanced Mobile Telephone System*)

Merupakan teknologi komunikasi radio yang di implementasikan di Jepang, beroperasi menggunakan frekuensi 900 MHz.

e. OLT (*Offentlig Landmobil Telefoni,*” Public Land Mobile Telephony”)

Merupakan jaringan komunikasi bergerak pertama kali yang diperkenalkan pada 1 Desember 1966. Beroperasi pada gelombang VHF 160 Mhz dan sudah mendukung komunikasi *full duplex* dan tahun 1976 sudah melayani seluruh wilayah Skandavia.

f. MTD (*Mobiletelefonisystem D*, atau *Mobile telephony system D*)

Merupakan teknologi manual telepon bergerak yang beroperasi pada frekuensi 450 MHz yang diperkenalkan tahun 1971.

g. Autotel /PALM (*Public Automated Land Mobile*)

Merupakan jaringan *radiotelephone* non selular yang beroperasi di gelombang VHF, dikembangkan di daerah pedesaan British Columbia, Kanada.

h. ARP (*Autoradiophelin*, "telepon radio mobil")

ARP diperkenalkan pada tahun 1971 , menggunakan frekuensi 150 MHz (80 saluran pada gelombang 147.9 - 154.875 MHz) untuk beroperasi dan masih menggunakan transmisi *half-duplex* pada masa awalnya, tetapi dalam perkembangannya mendukung *full-*

duplex. ARP terkenal dengan jangkauan jaringannya yang meliputi 100% wilayah Finlandia dan banyak penggunanya.

i. B-Netz

Diperkenalkan tahun 1972 di Jerman Barat sebagai jaringan komersial komunikasi bergerak umum Negara kedua selain jaringan telepon umum biasa. B-Netz menggantikan C-Netz.

Teknologi Generasi Pertama (1G)

Generasi pertama atau 1G merupakan teknologi *handphone* pertama yang diperkenalkan pada era 80-an dan masih menggunakan sistem analog. Generasi pertama ini menggunakan teknik komunikasi yang disebut *Frequency Division Multiple Access* (FDMA).

Teknik ini memungkinkan untuk membagi-bagi alokasi frekuensi pada suatu sel untuk digunakan masing-masing pelanggan di sel tersebut, sehingga setiap pelanggan saat melakukan pembicaraan memiliki frekuensi sendiri (prinsipnya seperti pada stasiun radio dimana satu stasiun radio hanya menggunakan satu frekuensi untuk siarannya).

Yang termasuk teknologi 1G ini adalah:

a. AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*) atau IS-136

Teknologi dikembangkan sekitar tahun 1970-an, pertama kali diperkenalkan di New Jersey dan Chicago pada tahun 1978 dan dikomersialkan di Amerika Serikat tahun 1983 dan berakhir pada tahun 2000, AMPS menggunakan frekuensi 800 MHz "Cellular" FM band AMPS cara kerjanya hampir sama dengan IMTS (0G).

b. NMT (*Nordic Mobile Telephony*)

Teknologi ini berkembang sekitar tahun 1980-an. Kemudian NMT 450 dikembangkan oleh Ericsson dan Nokia tahun 1981 yang beroperasi pada frekuensi 450 MHz dengan menggunakan FDD (*Frequency division duplex*) FDMA. Ada juga NMT-F versi Prancis dari NMT900 diperkenalkan tahun 1986 yang beroperasi pada 900 MHz.

c. HICAP, di Jepang.

HICAP dikembangkan oleh NTT (*Nippon Telegraph and Telephone*) bulan Desember 1988, dengan frekuensi *carrier* 25KHz dan menggunakan FDMA sebagai jaringan dari *NTT mobile solution*.

d. TACS (*Total Access Communications System*)

Teknologi yang dikembangkan Motorola yang hampir sama dengan AMPS diperkenalkan tahun 1985. Merupakan standar analog yang dominan dipakai di Eropa yang beroperasi pada frekuensi 900 MHz. Di Jepang TACS dikenal dengan nama *Japanese Total Access Communication* (JTAC). TACS akhirnya tergantikan oleh teknologi GSM, tetapi khusus di Inggris TACS tergantikan dulu oleh ETACS tahun 1987 (sama dengan TACS hanya ETACS memakai saluran yang lebih banyak daripada TACS) sebelum benar-benar tergantikan oleh GSM.

e. C-450

Muncul tahun 1980-an dan berakhir tahun 1988, awalnya digunakan oleh Jerman Barat, Portugal dan Afrika Selatan dengan menggunakan frekuensi 450 MHz.

f. C-Netz

Menggunakan teknologi yang sama dengan C 450 dan merupakan pengganti teknologi BNetz, diperkenalkan tahun 1981 dan berakhir tahun 1988, di Austria dan Jerman. yang dikenal sebagai Motorphone System 512 yang dioperasikan oleh Vodacom SA.

g. Mobitex.

Dikembangkan oleh Ericsson, berdasarkan standar dari OSI. Di Amerika Utara, Mobitex beroperasi pada 900 MHz, sedangkan di Eropa pada 400-450 MHz. Mobitex dipergunakan oleh militer, Polisi, Pemadam kebakaran dan Jasa Ambulan karena keamanan dan ketahanan jaringannya dibandingkan teknologi selular yang lain.

h. DataTAC

Teknologi ini dikembangkan oleh Motorola untuk melayani komunikasi data. Beroperasi di frekuensi 800 MHz, dengan kecepatan data sampai 19.2 kbit/s.

i. CDPD (*Cellular Digital Packet Data*)

Teknologi diperkenalkan pada tahun 1992 di Amerika Serikat. CDPD memberi kemampuan kepada D-AMPS/AMPS untuk komunikasi suara maupun data menggunakan kanal jaringan sampai kecepatan 19,2 Kbit/s, beroperasi pada frekuensi 800 MHz dan 900 MHz. Mirip dengan GPRS, sebagai data paket pada jaringan, CDPD dapat menjalankan aplikasi *Internet Protocol* (IP) dan dapat bertindak sebagai ekstensi internet di mana pengguna dapat merasa online terus menerus. Walaupun demikian, pada awal diperkenalkannya, belum ada aplikasi mobile internet yang dapat menggunakan teknologi CDPD. Baru pada Mei 2000 AT&T memperkenalkan layanan PocketNet yang merupakan aplikasi mobile internet HDML (mirip WAP) yang menggunakan CDPD.

Teknologi Generasi Kedua (2G)

Teknologi generasi kedua muncul karena tuntutan pasar dan kebutuhan akan kualitas yang semakin baik. Generasi ke-2 sudah menggunakan teknologi digital. Generasi ini menggunakan mekanisme *Time Division Multiple Access* (TDMA) dan *Code Division Multiple Access* (CDMA) dalam teknik komunikasinya.

Yang Termasuk Teknologi 2G, yaitu:

→ Berbasis TDMA:

a. Digital AMPS atau IS-54 atau IS-136 (D-AMPS)

Merupakan pengembangan dari teknologi AMPS. Disebut juga TDMA – *Time Division Multiple Access*. Beroperasi pada frekuensi 800 MHz (824-849 and 869- 894 MHz) berdasarkan standar IS-54 dan 1900 MHz (standar IS-136 untuk mendukung dual band 800 MHz dan 1900 MHz). D-AMPS merupakan telepon selular yang sudah digital, tetapi jaringannya masih mendukung jaringan analog AMPS.

b. GSM (*Global System for Mobile Communications*)

GSM menggunakan teknologi akses gabungan antara FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dan TDMA (*Time Division Multiple Access*) yang awalnya bekerja pada frekuensi 900 Mhz dan ini merupakan standard yang pelopori oleh **ETSI** (*The European Telecommunication Standard Institute*)

Alasan munculnya GSM karena kebutuhan bersama terhadap satu sistem jaringan baru yang dapat menjadi standar jaringan yang berlaku dan dapat diterapkan di seluruh kawasan Eropa. Kini jaringan GSM merupakan jaringan yang paling banyak digunakan di dunia.

c. PDC (*Personal Digital Cellular*)

Diluncurkan pertama kali Maret 1993 yang merupakan jaringan telekomunikasi berdasarkan TDMA, dikembangkan oleh Jepang dan berlaku hanya di Jepang saja, dasar teknologinya sama dengan GSM, dan dioperasikan oleh NTT DoCoMo pada frekuensi 800 MHz (downlink 810-888 MHz, uplink 893-958 MHz), dan 1500 MHz (downlink 1477-1501 MHz, uplink 1429-1453 MHz).

d. PHS (*Personal Handy System*) atau PAS (*Personal Access System*)

PHS di Jepang dioperasikan oleh J-Phone, mempunyai range frekuensi antara 1895-1918 MHz. Mempunyai kemampuan two-way calling, roaming, high speed data services, suara yang jernih dan handover.

e. CSD (*Circuit Switched Data*)

CSD menggunakan single radio time slot untuk mentransmisikan data pada kecepatan 9.6 kbit/s pada jaringan *GSM Network dan Switching Subsystem* dan dapat dikoneksikan dengan modem ke jaringan telepon biasa (PSTN) komunikasi biasa dan dial up service.

f. *High Speed Circuit Switched Data* (HSCSD).

Teknologi ini memiliki mekanisme transfer data *circuit-switched* yang mirip dengan GSM, namun memiliki kelebihan dalam kemampuan untuk menggunakan lebih dari satu timeslot dari 8 timeslot pada paket data GSM untuk satu kali koneksi (GSM hanya dapat menggunakan satu timeslot untuk satu koneksi). Kemampuan ini menjadikan HSCSD dapat mencapai kecepatan transfer data hingga 57,6 kbps.

g. iDEN (*Integrated Digital Enhanced Network*)

Teknologi komunikasi mobile berbasis TDMA ini dikembangkan oleh Motorola dengan jumlah jaringan di 20 negara beroperasi di saluran 25 kHz, dimanfaatkan untuk radio truk dan selular telephone.

➔ Berbasis CDMA :

h. CDMAone atau Interim Standard 95 (IS-95) atau IS-95 CDMA /TIAEIA-95

Merupakan sistem digital yang berbasis teknologi CDMA (*Code Division Multiple Access*), beroperasi pada dua kelas gelombang (*Band Class 1*, 1900 MHz) dan (*Band Class 0*, 800 MHz). Diperkenalkan oleh Qualcomm pada pertengahan 1990-an dan didukung oleh AT&T, Motorola, Lucent, ALPS, GSIC, Prime Co, Samsung, Sony, US West, Sprint, Bell Atlantic, Time Warner.

Namun pada standart protocol IS-97-D terdapat 10 band class yaitu :

- Band class 0 (800 MHz band)
- Band class 1 (1900 MHz band)
- Band class 2 (TACS band)
- Band class 3 (JTACS band)
- Band class 3 (Korean PCS band)
- Band class 5 (450 MHz band)
- Band class 6 (2 GHz band)
- Band class 7 (700 MHz band)

- Band class 8 (1800 MHz band)
- Band class 9 (900 MHz band)

Teknologi Generasi Dua Setengah (2.5G)

Teknologi 2.5G merupakan peningkatan dari teknologi 2G terutama dalam *platform* dasar GSM telah mengalami penyempurnaan, khususnya untuk aplikasi data. Untuk yang berbasis GSM teknologi 2.5G di implementasikan dalam GPRS (*General Packet Radio Services*) dan WiDEN, sedangkan yang berbasis CDMA diimplementasikan dalam CDMA2000 1x.

a. GPRS (*General Packet Radio Services*).

GPRS merupakan teknologi *overlay* yang disisipkan di atas jaringan GSM untuk menangani komunikasi data pada jaringan. Dengan kata lain dengan menggunakan handset GPRS, komunikasi data tetap berlangsung di atas jaringan GSM dengan GSM masih menangani komunikasi suara dan transfer data ditangani oleh GPRS. Pengembangan teknologi GPRS di atas GSM dapat dilakukan secara efektif tanpa menghilangkan infrastruktur lama, yaitu dengan penambahan beberapa hardware dan upgrade software baru pada terminal/station dan server GSM. Kecepatan transfer data GPRS dapat mencapai hingga 160 kbps.

GPRS dibagi menjadi 3 kelas berdasarkan kemampuannya, yaitu :

- ~ Kelas A, dapat dihubungkan ke jaringan GPRS dan GSM (suara, SMS) pada waktu bersamaan penggunaannya.
- ~ Kelas B, dapat dihubungkan ke jaringan GPRS dan GSM (suara, SMS) tetapi hanya satu yang dapat digunakan pada waktu yang sama. Ketika layanan GSM (telepon / SMS) digunakan, maka GPRS harus menunggu dan akan otomatis aktif kembali setelah layanan GSM (telepon / SMS) diakhiri. Kebanyakan perangkat GPRS termasuk dalam kelas ini.
- ~ Kelas C, untuk menghubungkan layanan GPRS atau GSM (suara, SMS), harus dilakukan pengantian layanan secara manual antara kedua layanan (hampir sama seperti kelas B hanya pergantian jaringan yang aktif tidak otomatis).

b. WiDEN (*Wideband Integrated Dispatch Enhanced Network*)

WiDEN merupakan pengembangan dari iDEN (2G) dari sisi software yang dikembangkan oleh Motorola dan diperkenalkan pada tahun 1993. WiDEN mampu mentransfer data sampai kecepatan 100 Kbps.

c. CDMA2000 1x Release 0/RTT (*1 times Radio Transmission Technology*)

Merupakan teknologi pengembangan dari CDMAone dengan penambahan kemampuan pada layanannya dan beroperasi di frekuensi 400 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1700 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, dan 2100 MHz.

Teknologi Generasi Ketiga (3G)

Teknologi 3G diperkenalkan pada awalnya adalah untuk tujuan sebagai berikut:

- Menambah efisiensi dan kapasitas jaringan
- Menambah kemampuan jelajah (roaming)
- Untuk mencapai kecepatan transfer data yang lebih tinggi

- d. Peningkatan kualitas layanan (*Quality of Service – QOS*)
- e. Mendukung kebutuhan internet bergerak (*mobile internet*)

Tuntutan dan syarat – syarat dari 3 G yaitu :

- Transmisi harus simetrik dan asimetrik.
- Data sirkuit dan paket berkecepatan tinggi (144 kbps vehicular, 384 kbps pedestrian, 2 Mbps indoor)
- Enhanced Voice (peningkatan suara dalam hal kualitas)
- Aplikasi multi media
- Efisiensi spektrum lebih tinggi.
- Multi-Environment Operation (beroperasi dalam segala lingkungan) : Vehicular, outdoor to indoor, indoor office, satellite

Semua itu tercangkup demi kebutuhan komunikasi, informasi, entertainment, transaksi, traveling, juga E-commerce.

Yang Termasuk Teknologi 3G :

- a. EDGE (*Enhanced Data Rates for Global/GSM Evolution*) atau E-GPRS (*Enhanced - General Packet Radio Services*).

EDGE merupakan salah satu standar untuk wireless data yang diimplementasikan pada jaringan selular GSM. Diperkenalkan pertama kali pada tahun 2003 dan merupakan tahapan lanjutan dalam evolusi menuju *mobile multi media communication* . Kecepatan transfer data EDGE bahkan dapat mencapai kecepatan hingga 236.8 kbit/s dengan menggunakan 4 timeslots dan 473.6 kbit/s dengan menggunakan 8 timeslots.

Dengan EDGE, operator selular dapat memberikan layanan komunikasi data dengan kecepatan lebih tinggi dibanding GPRS, di mana GPRS hanya mampu melakukan pengiriman data dengan kecepatan sekitar 25 Kbps.

- b. W-CDMA (*Wideband - Coded Division Multiple Access*) atau UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*).

UMTS merupakan salah sistem generasi ketiga yang dikembangkan di Eropa dan mulai diperkenalkan tahun 2004. UMTS dirancang sehingga dapat menyediakan bandwidth sebesar 2 Mbits/s. Layanan yang dapat diberikan UMTS diupayakan dapat memenuhi permintaan pemakai dimanapun berada, artinya UMTS diharapkan dapat melayani area yang seluas mungkin, jika tidak ada cell UMTS pada suatu daerah dapat di route-kan melalui satelit. Frekuensi radio yang dialokasikan untuk UMTS adalah 1885-2025 MHz dan 2110-2200 MHz. Pita tersebut akan digunakan oleh cell yang kecil (pico cell) sehingga dapat memberikan kapasitas yang besar pada UMTS. Multiple akses yang digunakan dapat mengalokasikan bandwidth secara dinamis sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

- c. CDMA2000-1X EV/DV (*Evolution/Data/Voice*) dan CDMA2000-1X EV-DO (*Data Only*)/ (*Data Optimized*).

Merupakan teknologi yang didukung oleh komunitas CDMA Amerika Utara, dipimpin oleh *CDMA Development Group* (CDG). CDMA2000-1X EV (*Evolution*) dan CDMA2000-1X EV-DO ini merupakan pengembangan dari teknologi CDMA2000 1x

Release 0/RTT atau CDMA2000 (2.5G). Pada awalnya CDMA2000 1xEV-DO (Rev. 0) hanya bisa mengirim data sampai 2,4 Mbps, tetapi kemudian berkembang sehingga CDMA2000 1xEV-DO (data only) yang dibagi menjadi 3 berdasarkan kecepatan transfer datanya, yaitu :

- ~ CDMA2000 1xEV-DO Revisi A (T-1 speeds) bisa mengirimkan data sampai 2,45 Mbps sampai 3.1 Mbps dan mendukung aplikasi seperti konferensi video.
- ~ CDMA2000 1xEV-DO Revisi B ini mampu melakukan transmisi data maksimal Sampai 73,5 Mbps. Varian lainnya adalah CDMA2000 1xEV-DV yang mengintegrasikan layanan suara dan layanan multimedia data paket berkecepatan tinggi secara simultan pada kecepatan sampai 3,09 Mbps namun keduanya umumnya hanya mempunyai kecepatan transfer pada 300 Kbps.
- ~ CDMA2000 1xEV-DO Revisi C dikenal dengan nama UMB (*Ultra Mobile Broadband*) dapat mendukung kecepatan data hingga 280 Mbps pada kondisi puncak (275 Mbps downstream dan 75 Mbps upstream) sehingga dapat dikategorikan kedalam 4G (Fourth-Generation), dapat melayani layanan IPbased Voice (VOIP), multimedia, broadband, Teknologi informasi, entertainment dan jasa elektronik komersial juga mendukung penuh jaringan jasa wireless pada lingkungan mobile sehingga tidak beda dengan jaringan Wi- Fi, WiMAX, UWB, dll.

d. TD-CDMA (*Time Division Code Division Multiple Access*) atau UMTS-TDD (*Universal Mobile Telecommunication System - Time Division Duplexing*)

Merupakan jaringan data mobile standar teknologi 3G yang dibangun pada jaringan selular telepon mobile standar UMTS/WCDMA dimana keduanya baik UMTS/WCDMA maupun TD-CDMA/UMTS-TDD tidak saling mendukung dikarenakan perbedaan cara kerja, desain, teknologi dan frekuensi yang dipakai. Di Eropa frekuensi yang dipakai UMTS-TDD ada pada 2010-2020MHz yang dapat mentransfer data pada kecepatan 16 Mbps (pada saat kecepatan maksimum baik Downlink maupun Uplink).

e. GAN (*Generic Access Network*) atau UMA (*Unlicensed Mobile Access*)

Teknologi ini di adopsi oleh 3GPP pada bulan April 2005. GAN di tujukan agar system telekomunikasi dapat berjalan secara roaming dan dapat menangani jaringan LAN (WLAN) dan WAN dalam telepon mobile secara bersamaan.

f. HSPA (*High-Speed Packet Access*)

HSPA merupakan teknologi dari penyatuan dari protocol teknologi mobile sebelumnya, sehingga memperluas dan menambah kemampuan (terutama dari sisi kecepatan transfer data) dari protokol UMTS yang telah ada sebelumnya. Karena adanya perbedaan kemampuan (downlink dan uplink) tersebut HSPA di bagi menjadi 2 standar, yaitu : → HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*)

Sisi kecepatan transfer downlinknya (dari jaringan ke handset) dapat mencapai kecepatan downlink 7.2 Mbps dan secara teori dapat ditingkatkan sampai kecepatan 14.4 Mbps dengan maksimum uplink 384 kbps.

→ HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*)

Sisi kecepatan transfer uplinknya (dari handset ke jaringan) dapat mencapai kecepatan uplink secara teori sampai kecepatan 5.76 Mbps.

g. HSPA+ (*HSPA Evolution*)

Merupakan teknologi pengembangan dari HSPA terutama pada kecepatan transfer data yang dapat mencapai kecepatan 42 Mbit/s pada downlink dan 11 Mbit/s pada uplink.

h. FOMA (*Freedom of Mobile Multimedia Access*)

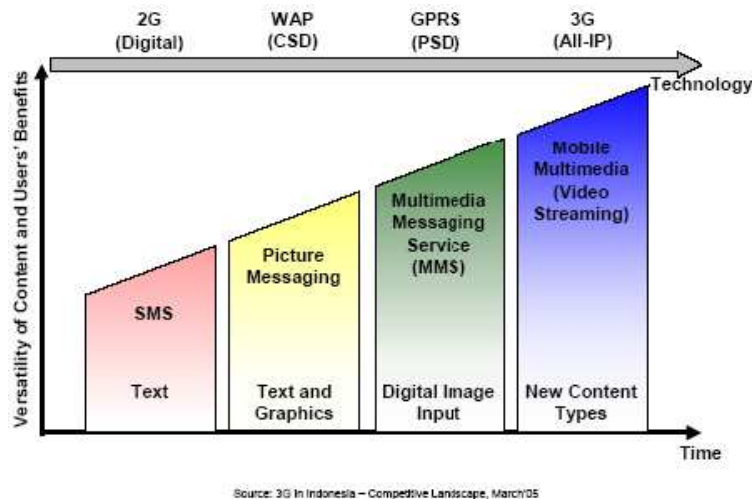
Merupakan jaringan 3G pertama di dunia yang mengimplentasikan WCDMA, diluncurkan pada tahun 2001. FOMA merupakan penamaan layanan 3G oleh operator NTT DoCoMo.

i. HSOPA (*High Speed OFDM Packet Access*)

Merupakan teknologi pengembangan dari UMTS terutama pada teknologi antena yang menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dan *multiple-input multiple-output* (MIMO). HSOPA dikenal juga sebagai *Super 3G* dapat mentransfer data sampai kecepatan 100 Mbit/s untuk downlink dan 50 Mbit/s untuk uplink

j. TD-SCDMA (*Time Division Synchronous Code Division Multiple Access*).

Teknologi ini masih dikembangkan China oleh *Chinese Academy of Telecommunications Technology* (CATT) untuk menghilangkan ketergantungan pada teknologi barat, tetapi kurang banyak diminati para operator di Asia dikarenakan memerlukan perangkat keras (hardware) yang benar-benar baru dan tidak bisa menggunakan teknologi sebelumnya (CDMA2000 1x). TD-SCDMA menggunakan frekuensi 2010 MHz - 2025 MHz (khusus di China), dengan kecepatan transfer data dari 9.6 kbits/s sampai 2048 kbits/s.



Gambar 4 Peningkatan Kemampuan Generasi 2G ke 3G

Teknologi Generasi Tiga Setengah (3.5G)

Teknologi 3.5 G atau disebut juga super 3G merupakan peningkatan dari teknologi 3G, terutama dalam peningkatan kecepatan transfer data yang lebih dari teknologi 3G (>2 Mbps) sehingga dapat melayani komunikasi multimedia seperti akses internet dan *video sharing*.

Yang termasuk dalam teknologi ini adalah :

a. *High Speed Downlink Packet Access* (HSDPA)

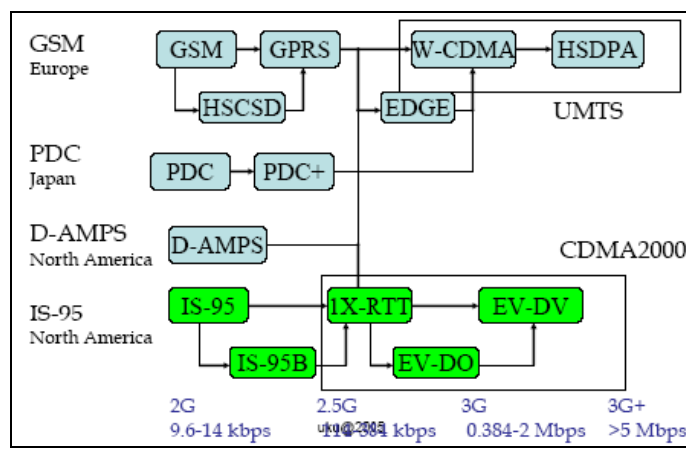
HSDPA merupakan Evolusi WCDMA dari Ericsson. HSDPA merupakan protocol tambahan pada sistem WCDMA (*wideband CDMA*) yang mampu mentransmisikan data berkecepatan tinggi. HSDPA fase pertama berkapasitas 4,1 Mbps. Kemudian menyusul

fase 2 berkapasitas 11 Mbps dan kapasitas maksimal downlink peak data rate hingga mencapai 14 Mbit/s. Kecepatan jaringan HSDPA di lingkungan perumahan dapat melakukan *download* data berkecepatan 3,7 Mbps.

Kelebihan HSDPA adalah mengurangi keterlambatan (delay) dan memberikan respon yang lebih cepat saat pengguna menggunakan aplikasi interaktif seperti mobile office atau akses Internet kecepatan tinggi, yang dapat disertai pula dengan fasilitas gaming atau download audio dan video.

b. Wireless Broadband (Wi-Bro)

WiBro merupakan bagian dari kebijakan bidang teknologi informasi Korea Selatan yang dikenal dengan kebijakan 839. WiBro mampu mengirim data dengan kecepatan hingga 50 Mbps. Kecepatan transfer data mampu mengungguli kecepatan transfer data berplatform HSDPA yang memiliki kemampuan *deliver* data hingga 14 Mbps.



Gambar 5 Perkembangan Teknologi Selular di Dunia

Teknologi Generasi Keempat (4G- fourth generation)

Teknologi fourth generation (4G) adalah teknologi yang baru memasuki tahap uji coba. Salah satunya oleh Jepang dimana pihak NTT DoCoMo, perusahaan ponsel di Jepang, memanfaatkan tenaga hingga 900 orang insinyur ahli untuk mewujudkan teknologi generasi ke 4.

- Motivasi Teknologi 4G :
 1. Mendukung service multimedia Interaktif.
 2. Telekonferensi, Wireless Intenet.
 3. Bandwidth yang lebar, bit rates lebih besar dari 3G.
 4. Global mobility, Service Portability, Low-cost service.
 5. Skalabilitas untuk jaringan mobile.
- Teknologi yang baru dalam 4G :
 1. Sepenuhnya untuk jaringan packet-switched.
 2. Semua komponen jaringan digital.
 3. Bandwidth yang besar untuk mendukung multimedia service dengan biaya yang murah (Sampai 100 Mbps).
 4. Jaringan keamanan data yang kuat.

Yang Termasuk Teknologi teknologi 4G :

- a. UMB (*Ultra Mobile Broadband*) atau CDMA2000 1xEV-DO Revisi C.
- b. UMTS Revisi 8 atau 3GPP LTE (*Long Term Evolution*).

UMTS Revision 8 masih dalam pengembangan oleh 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) dengan target kecepatan rata-rata Download 100 Mbit/s, dan kecepatan rata upload 50 Mbit/s sehingga mendukung semua jaringan berbasis IP.

- c. WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*)

WiMAX mempunyai kemampuan dalam transfer data jarak jauh secara wireless, akses point to point untuk dukungan penuh akses mobile phone, sehingga dapat menjadi alternatif dari jaringan broadband dengan kabel dan DSL. WiMAX dapat menyesuaikan dengan jaringan standar IEEE 802.16 (untuk WiMAX standar IEEE 802.16e). Jaringan WiMAX di Indonesia pertama kali digunakan di Aceh setelah bencana tsunami Desember 2004 (tetapi WiMAX waktu itu belum di Standarisasi oleh IEEE sehingga di sebut *Pra-WiMAX*) untuk membantu komunikasi antar wilayah di Aceh. WiMAX menggunakan frekuensi mulai dari 3.3 GHz, 3.5 GHz, 2.3/2.5 GHz, atau 5 GHz WiMAX secara teori dapat mengirim data samapi kecepatan 70 Mbps dengan jarak 48 km, tetapi pada prakteknya WiMAX hanya dapat mengirim data pada kecepatan 10 Mbps untuk jarak 10 km untuk daerah yang bebas dari gangguan (di luar kota) dan 10 Mbps untuk jarak 2 km didaerah urban (perkotaan).

Untuk teknologi 4G, kemungkinan teknologi yang diadaptasi adalah ***MIMO-OFDM (Multi Input Multi Output – Orthogonal Frequency Modulation)***. *OFDM* merupakan suatu teknik transmisi *multi carrier* (banyak frekuensi). Dimana tiap frekuensi adalah *orthogonal* satu sama lain, sehingga terjadinya *overlapping* tidak akan menyebabkan interferensi. Dan di sisi lain teknik *MIMO* dapat membuat kanal parallel independent dalam *spatial domain* untuk mengirimkan *data stream* yang beragam. Teknik *MIMO* bisa memperbesar kapasitas kanal tanpa mengurangi *bandwidth* yang ada. Jumlah antena yang dipergunakan pada bagian pemancar ada 2 sedangkan pada bagian penerima ada 4. *MIMO* dapat mencapai kecepatan transfer data sampai 59,52 Mb.

Dikutip dari :

- ~ Anjar Syafari, “Sekilas Tentang Teknologi 3G” <http://ansitea.blogspot.com>, 2003-2007, www.IlmuKomputer.Com
- ~ Parlin Pasaribu “Evolusi Teknologi Telekomunikasi Bergerak: 1G to 4G” <http://parlinpasaribu.com>, 2003-2006, [www. IlmuKomputer.Com](http://www.IlmuKomputer.Com).
- ~ Huawei Technologies Co., Ltd, 2004 “Airbridge BTS3606 CDMA Base Station”