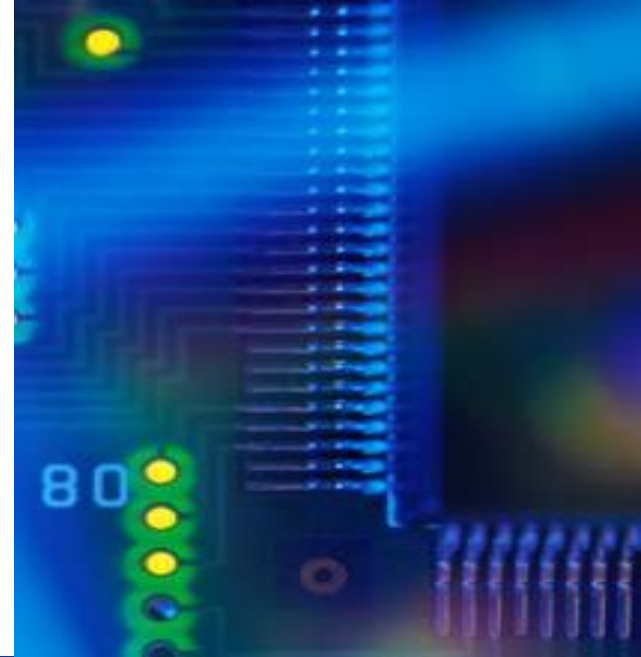




KEMENTERIAN KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA  
REPUBLIK INDONESIA

*Menuju Masyarakat Informasi Indonesia*



## JUNIOR MOBILE PROGRAMMER

# Menentukan Mobile Seluler Network

## Deskripsi Singkat

### Deskripsi Singkat mengenai Topik

Topik ini menjelaskan mobile cellular network, menunjukkan Desain dari hardware sensor yang ada pada teknologi mobile computing, mengidentifikasikan protocol dan fitur-fitur pada mobile cellular network, menjelaskan arsitektur GSM pada mobile cellular network dan menunjukkan aspek security pada mobile sensor

### Tujuan Pelatihan

Setelah pertemuan selesai peserta pelatihan mampu :

1. Menjelaskan mobile cellular network
2. Menunjukkan Desain dari hardware sensor yang ada pada teknologi mobile computing
3. Mengidentifikasikan protocol dan fitur-fitur pada mobile cellular network
4. Menjelaskan arsitektur GSM pada mobile cellular network

Materi Yang akan disampaikan:

1. Mobile Cellular Network
2. Protokol dan Fitur-fitur pada Mobile Cellular Network
3. Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network
4. Mobile Phone Network
5. Proses- Proses pada Mobile IP Concept

**Mobile Cellular Network**

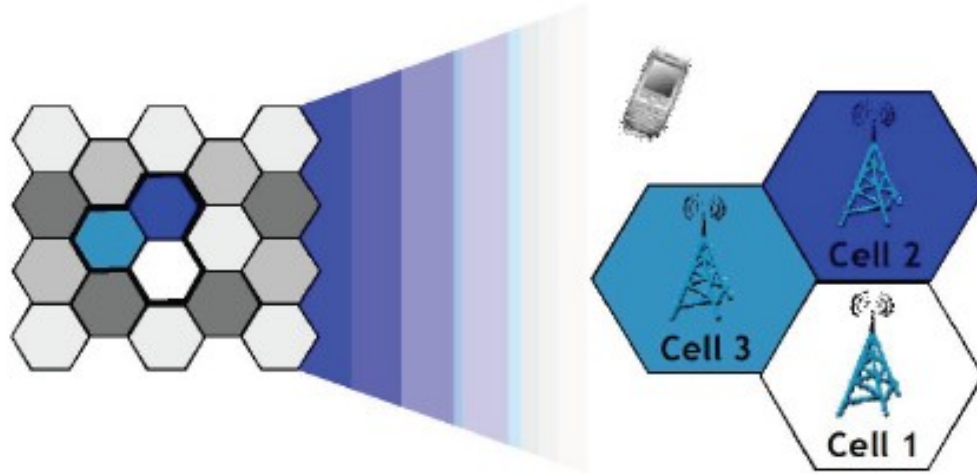
**Junior Mobile Programmer**

# **Materi 1**

**Mobile Cellular Network**

## Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer



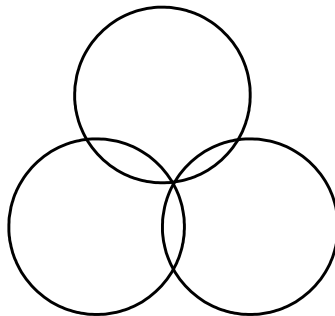
- ❖ **Cellular network** atau **Mobile network** merupakan jaringan nirkabel yang didistribusikan melewati suatu area yang disebut dengan cell bagi semua perangkat yang bersifat bergerak.
- ❖ Daerah layanannya dibagi-bagi menjadi daerah yang kecil-kecil yang disebut Sel (Cell).
- ❖ Sifat: Pelanggan mampu bergerak secara bebas di dalam area layanan tanpa terjadi pemutusan hubungan.

# Mobile Cellular Network

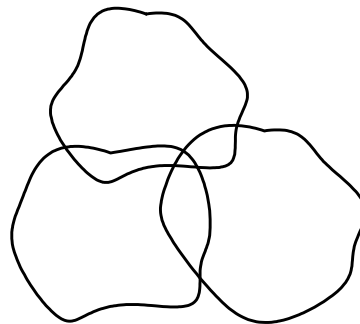
# Junior Mobile Programmer

## CELL (SEL)

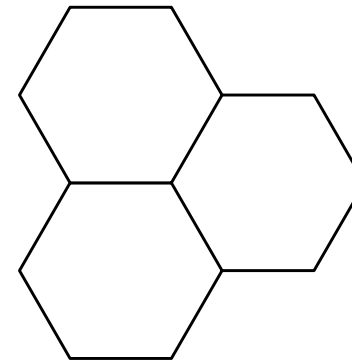
- ❖ **Definisi:** Area cakupan (coverage area) dari Radio Base Station.
- ❖ **Ukuran Sel:** Macrocell (>5km), Microcell (3-5km), Picocell(<1 km).
- ❖ **Konsep bentuk sel dalam perencanaan :** Sel berbentuk heksagonal ( atau bentuk yang lain ) hanya digunakan untuk mempermudah penggambaran pada layout perencanaan.



SEL IDEAL



SEL REAL

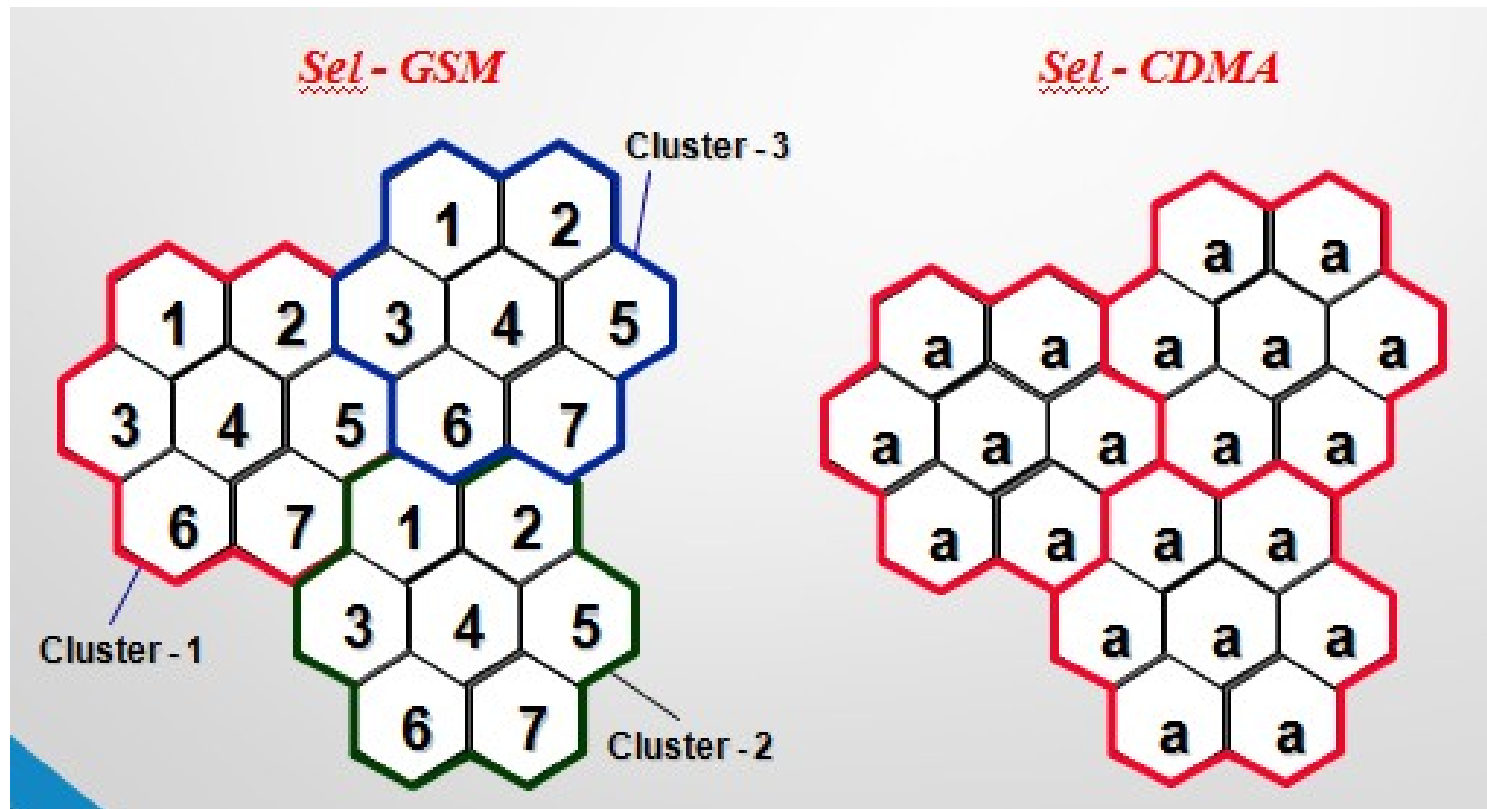


SEL MODEL

# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

Contoh Konsep Perbandingan Sel:



## Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

*Mobile Cellular Network* menawarkan beberapa fitur antara lain :

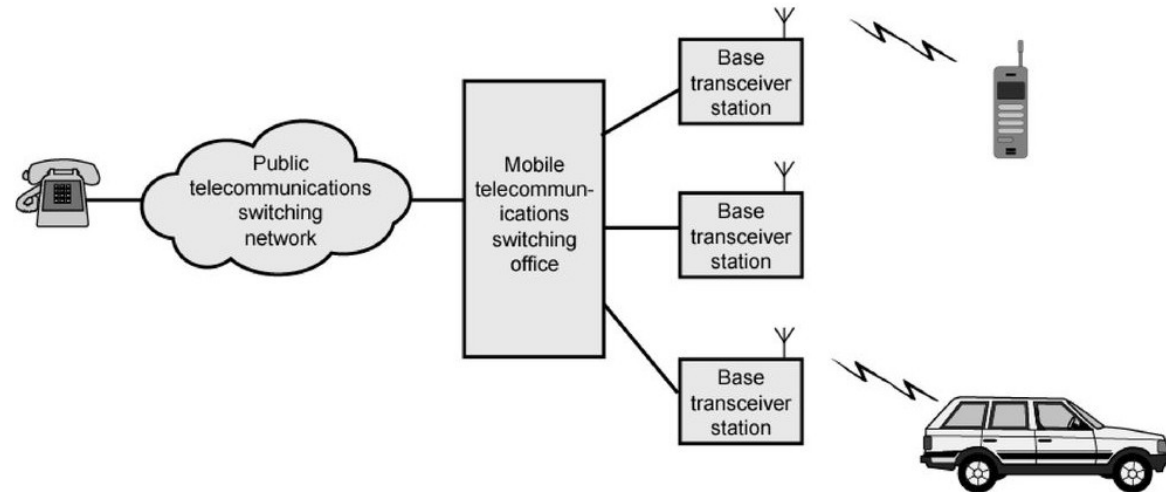
1. Kapasitasnya lebih besar dibandingkan dengan sistem pemancar besar tunggal
2. Menggunakan daya lebih sedikit dibandingkan dengan sistem pemancar tunggal
3. Area cakupan lebih luas dibandingkan dengan sistem pemancar teresterial tunggal
4. Memiliki mekanisme kunci yang memungkinkan komunikasi tidak terputus saat pengguna bergerak menuju cell atau area lain dalam jaringan.

# Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

Komponen – Komponen dalam Jaringan Seluler Bergerak adalah :

1. Public Telecommunication Switching Network (PSTN )
2. Mobile Switching Center (MSC)
3. Base Station ( BTS )
4. Mobile Station (MS)





## Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

### Evolusi Mobile Seluler Berdasarkan Generasi

1G □ AMPS (Advanced Mobile Phone Service)

2G □ GSM (Global System for Mobile Communication)

2.5G □ GPRS (General Packet Radio Services)

2.75G □ EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

3G □ EVDO (Evolution Data Optimized)

3.5G □ HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

3.75G □ HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)

4G □ LTE (Long Term Evolution)

# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

Technology	1G	2G/2.5G	3G	4G	5G
Deployment	1970/1984	1980/1999	1990/2002	2000/2010	2014/2015
Bandwidth	2kbps	14-64kbps	2mbps	200mbps	>1gbps
Technology	Analog cellular	Digital cellular	Broadbandwidth/ cdma/ip technology	Unified ip & seamless combo of LAN/WAN /WLAN/PAN	4G+WWWW
Service	Mobile telephony	Digital voice,short messaging	Integrated high quality audio, video & data	Dynamic information access, variable devices	Dynamic information access, variable devices with AI capabilities
Multiplexing	FDMA	TDMA/CDMA	CDMA	CDMA	CDMA
Switching	Circuit	Circuit/circuit for access network & air interface	Packet except for air interface	All packet	All packet
Core network	PSTN	PSTN	Packet network	Internet	Internet
Handoff	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal&Vertical	Horizontal&Vertical

# Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

### 1G

- ❖ Merupakan generasi pertama yang digunakan pada ponsel klasik – “*brick phones*” dan “*bag phones*” – sebelum hadirnya *smartphone*.
- ❖ Jaringan 1G merupakan sinyal radio yang ditransmisikan secara analog sehingga hanya digunakan untuk telepon dalam bentuk suara
- ❖ Kecepatannya hanya mencapai 2,4 kbps
- ❖ Contoh: Analog Mobile Phone System (AMPS), TACS

1

#### Licensed Spectrum

Cleared spectrum for exclusive use by mobile technologies



Operator-deployed **base stations** provide access for subscribers

2

#### Frequency Reuse

Reusing frequencies without interference through geographical separation

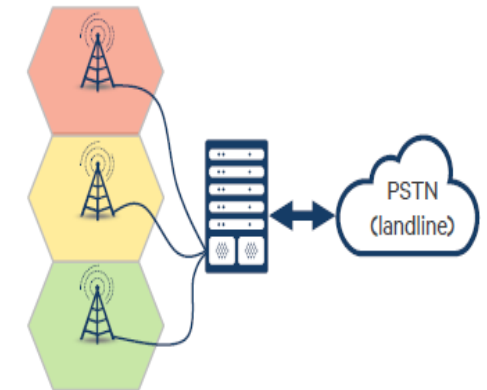


Neighboring **cells** operate on different frequencies to avoid interference

3

#### Mobile Network

Coordinated network for seamless access and seamless mobility



Integrated, transparent **backhaul network** provides seamless access

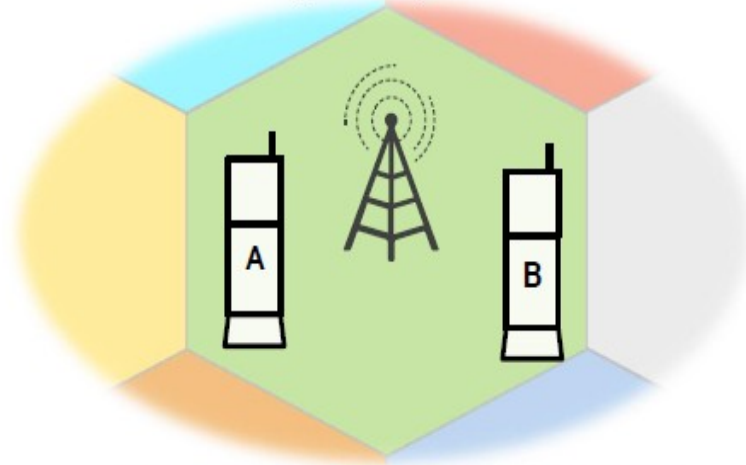
# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

## Keterbatasan 1G

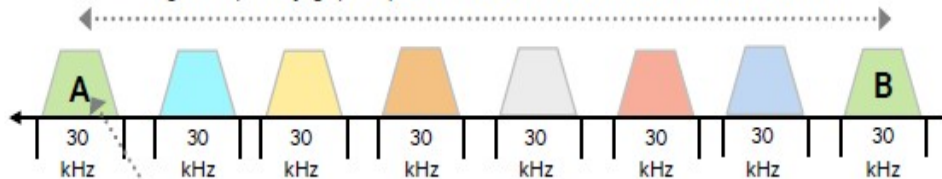
### Limited Capacity

Analog transmissions are inefficient at using limited spectrum



### Frequency Division Multiple Access (FDMA)\*

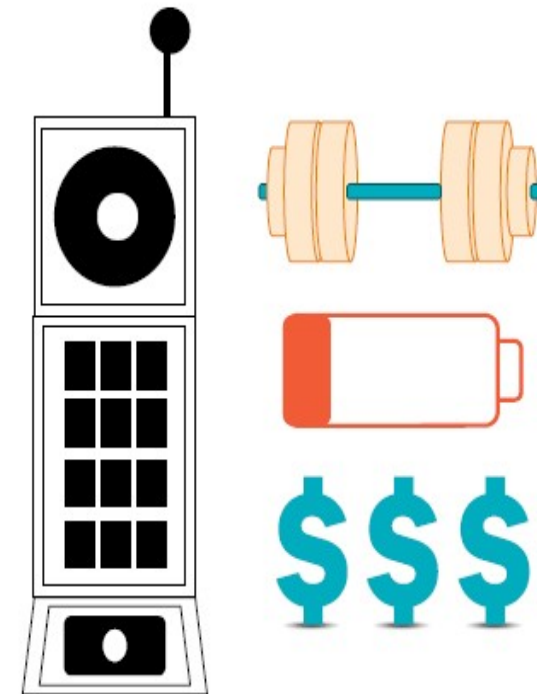
Large frequency gap required between users to avoid interference



Support for only 1 user (analog phone call) per channel

### Limited Scalability

Analog devices are large/heavy, power inefficient, and high cost



# Mobile Cellular Network

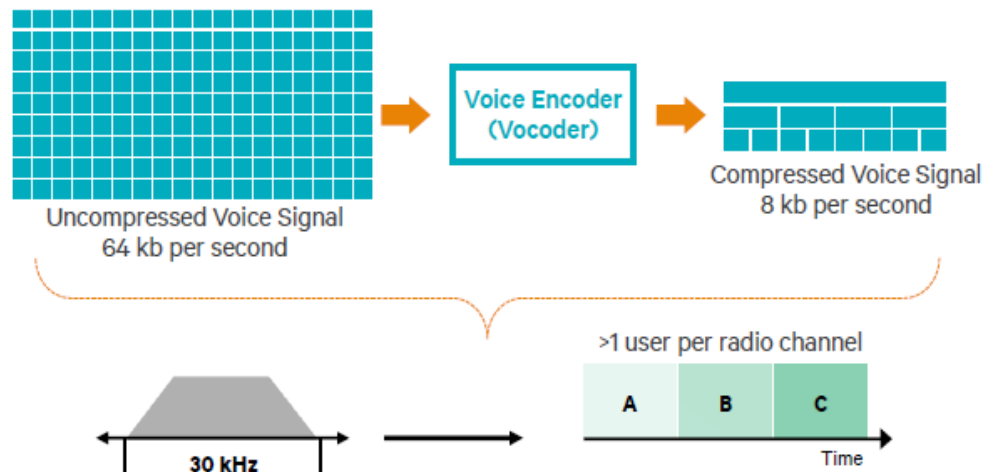
# Junior Mobile Programmer

## 2G

- ❖ Contoh: D-AMPS, GSM
- ❖ Diperuntukkan pada ponsel digital

### More Voice Capacity

Digital transmissions enable compressed voice and multiplexing multiple users per channel

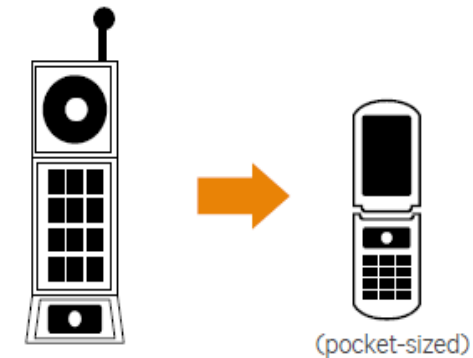


### Time Division Multiple Access (TDMA)

Allows multiple users per radio channel with each user talking one at a time

### Scalable Technology

Digital components cost/weight far less plus deliver more secure signal

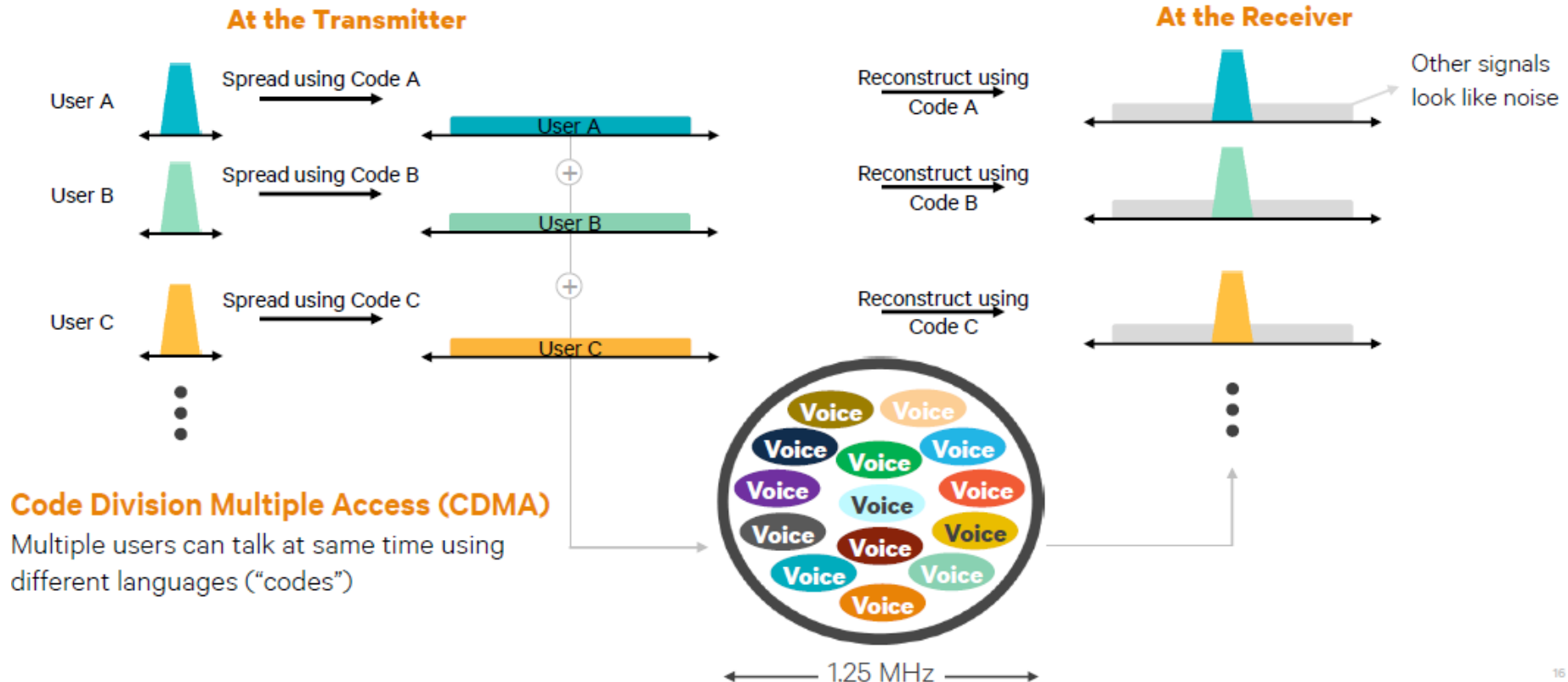


# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

## 2G CDMA

CDMA enables users to share the same frequency and communicate at the same time

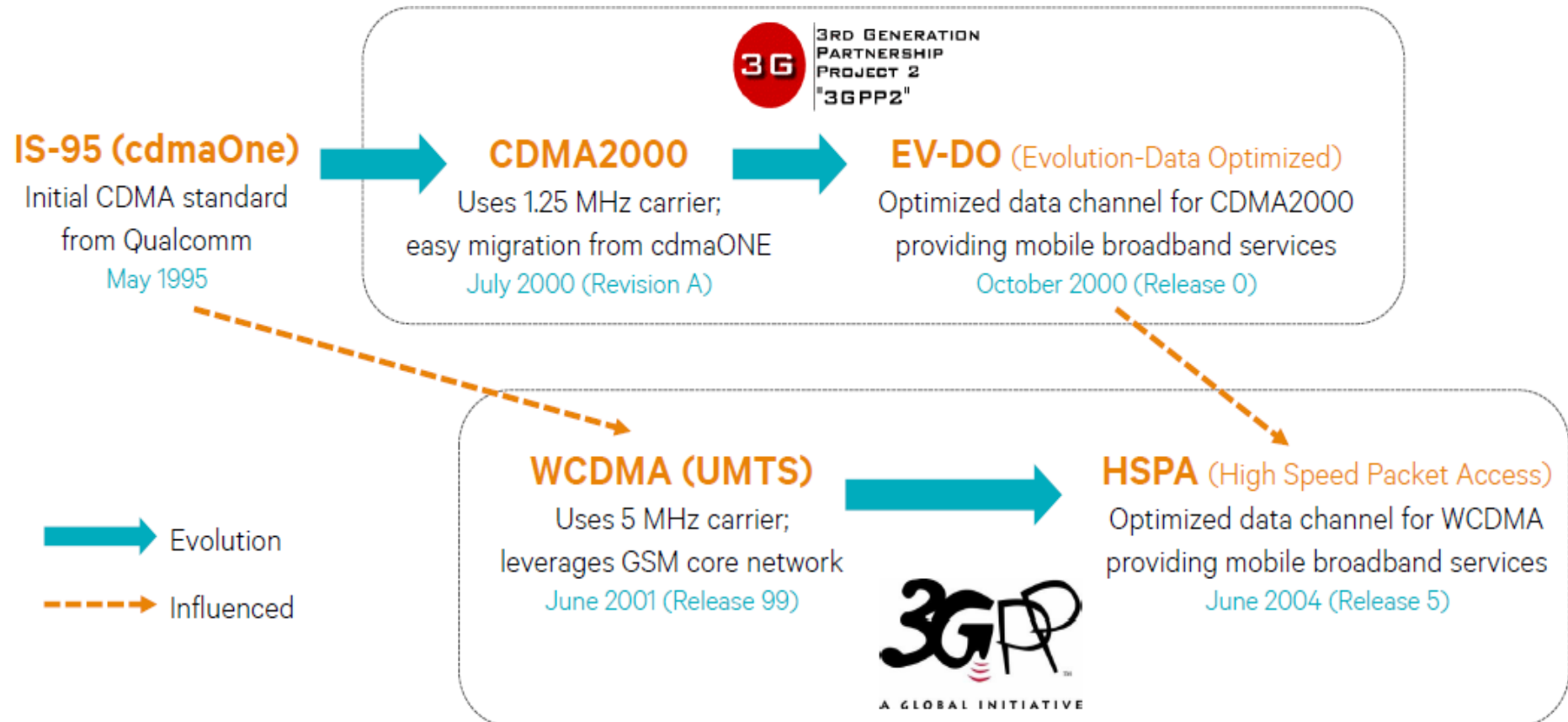




# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

## 3G



# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

## 3G EVDO

1

### Data Optimized Channel

Splits channel into time intervals enabling a single user to get all the resources at once

Enables richer content

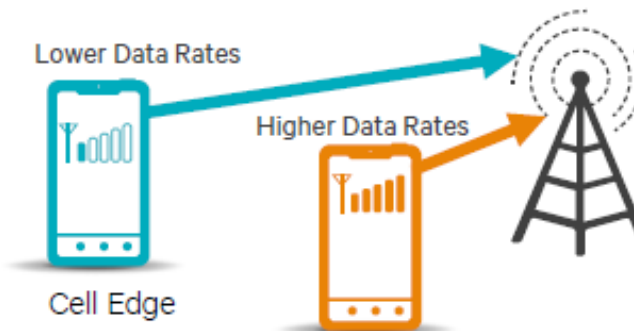


2

### Adaptive Modulation

Uses higher order modulation to get more bps per Hz for users with good signal quality

Increases peak data rates

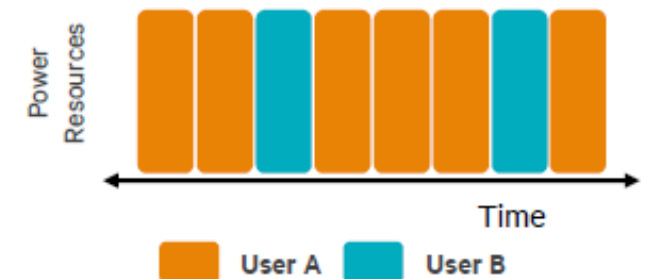


3

### Opportunistic Scheduling

Optimizes channel by scheduling users at the time instances when users have good radio signal conditions (with fairness)

Increases overall capacity



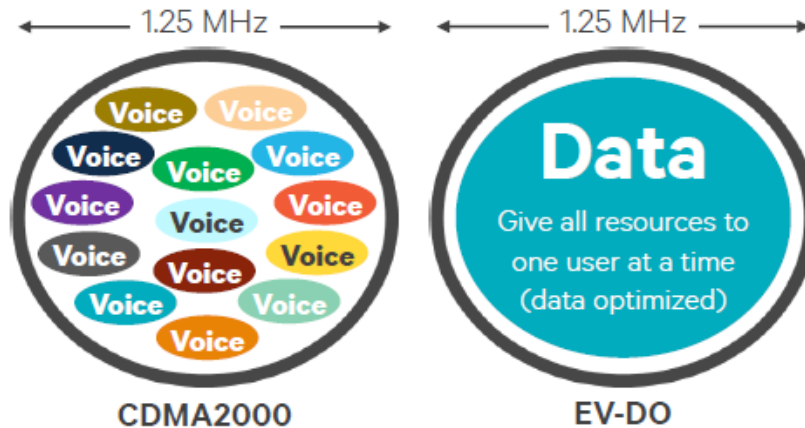


# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

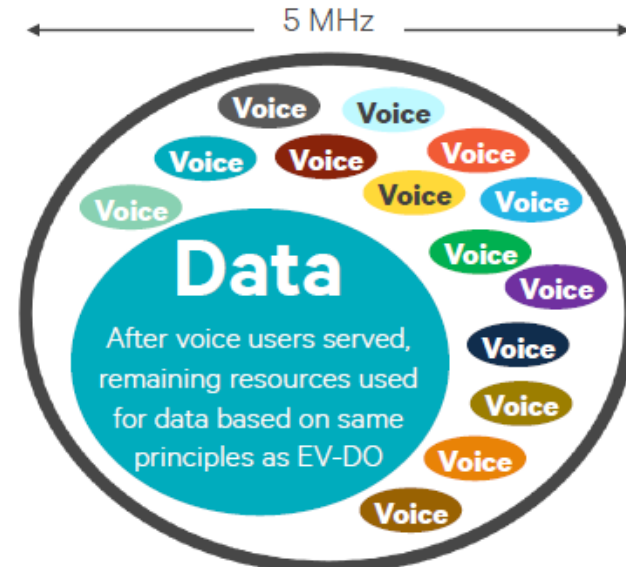
## 3G EVDO dan HSPA

### CDMA2000/EV-DO



3RD GENERATION  
PARTNERSHIP  
PROJECT 2  
"3GPP2"

### WCDMA/HSPA



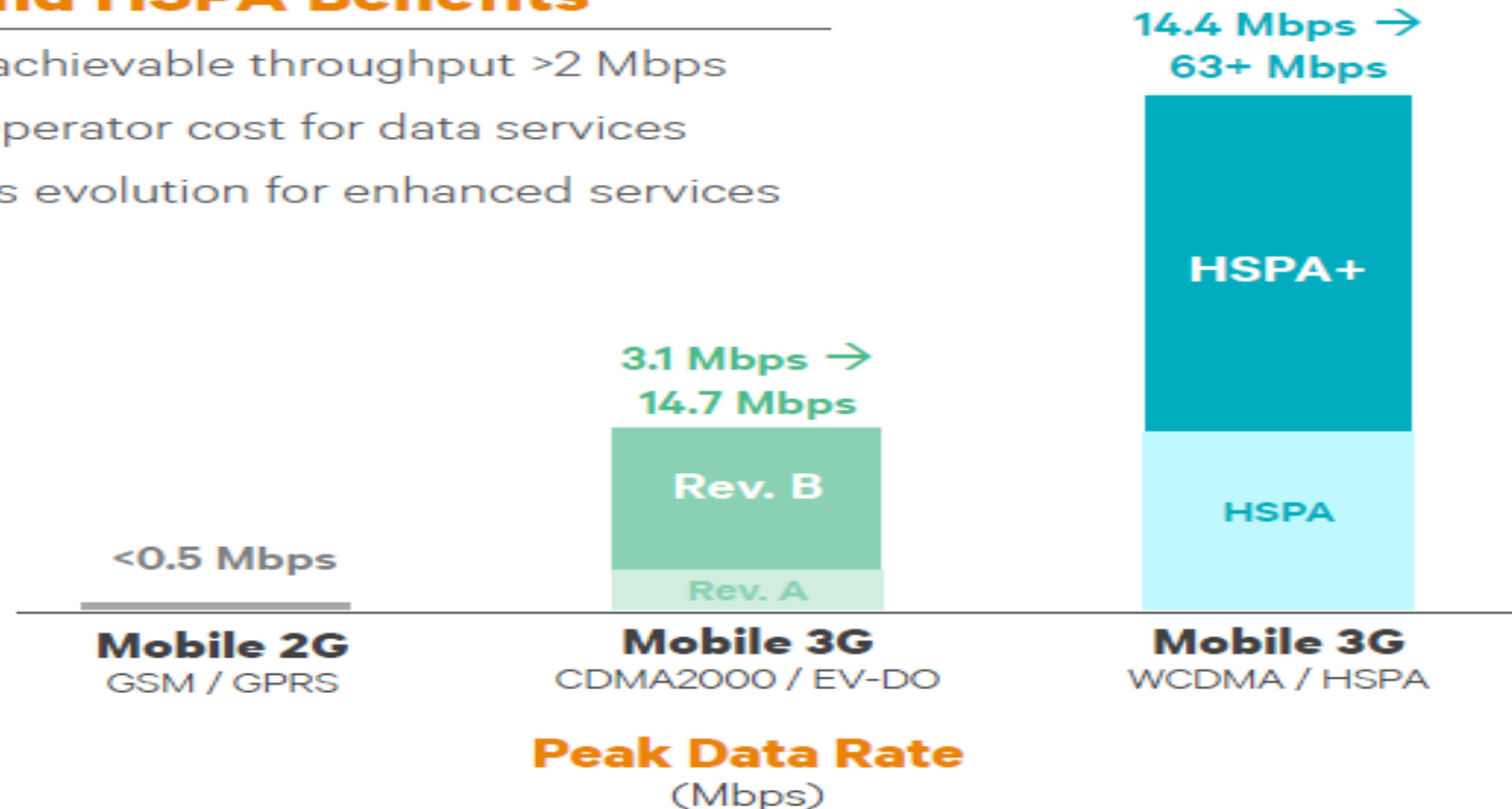
# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

## Keuntungan 3G

### EV-DO and HSPA Benefits

- Delivered achievable throughput >2 Mbps
- Reduced operator cost for data services
- Continuous evolution for enhanced services



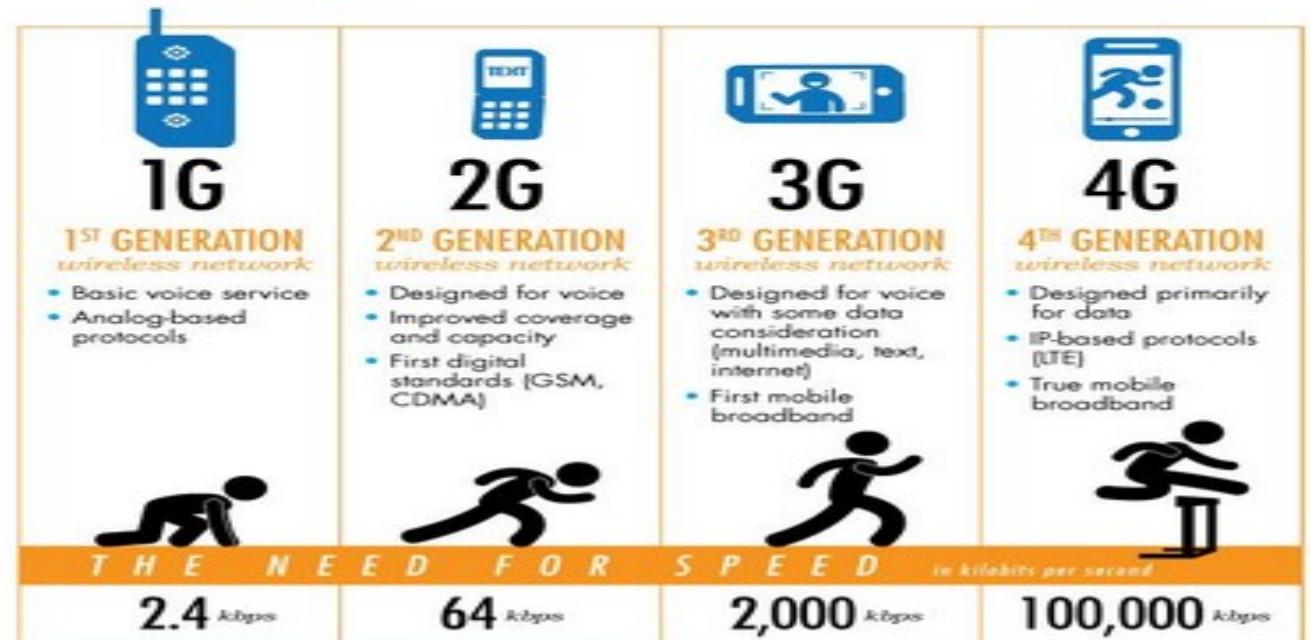
## Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

### 4G LTE

LTE adalah lanjutan dan evolusi 2G dan 3G sistem dan juga untuk menyediakan layanan tingkat kualitas yang sama dengan jaringan *wired*. LTE ini merupakan pengembangan dan teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3.5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G).

# EVOLUTION OF THE G

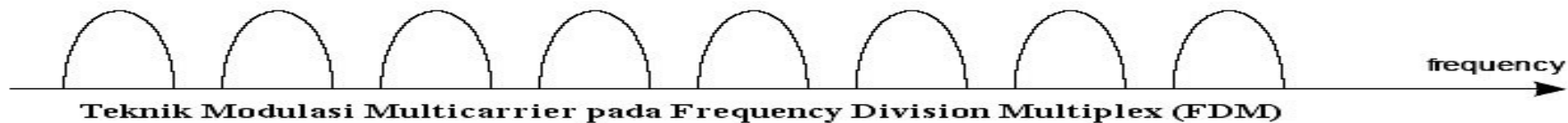


# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

## 4G LTE

- ❖ LTE menggunakan teknologi OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- ❖ OFDM : teknik transmisi yang menggunakan beberapa buah frekuensi yang saling tegak lurus (orthogonal)
- ❖ Mirip seperti FDM dengan membagi beberapa kanal yang dialokasikan tiap user, tetapi OFDM menggunakan spektrum yang lebih efisien dengan channel spacing antar pengguna lebih dekat



# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer

## Keuntungan 4G LTE

Download, browse, stream, and game faster than ever with faster and better connectivity

### Connect Faster



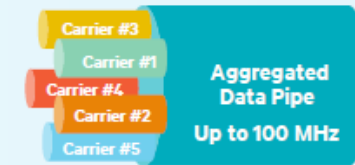
#### Wider Channels

Flexible support for channels up to 20 MHz enabled with OFDMA



#### More Antennas

Advanced MIMO techniques to create spatially separated paths; 2x2 MIMO mainstream



#### Carrier Aggregation

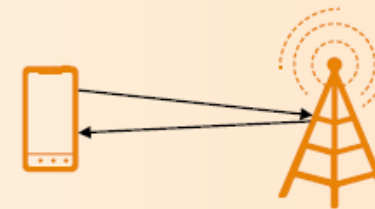
Aggregate up to 100 MHz for higher data rates – 2 carrier (2C) commercial; 3C announced<sup>1</sup>

### Connect Real-time



#### Simplified Core Network

All IP network with flattened architecture resulting in less equipment per transmission



#### Low Latencies

Optimized response times for both user and control plane improves user experience

# Mobile Cellular Network

# Junior Mobile Programmer



1G



2G



3G



4G



5G

Compare the speed of the Gs below...if kbps were mph

1G

24



A slow walk

2G

64



A car on the  
highway

3G

2,000



A fighter jet

4G

100,000



The Juno  
space probe  
orbiting Jupiter

5G

10,000,000



A starship



# **Materi 2**

## **Protokol dan Fitur-fitur pada Mobile Cellular Network**

## Protokol dan Fitur-fitur Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer





## Protokol dan Fitur-fitur Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

Yang termasuk teknologi dan protokol pada **1G** yakni:

1. AMPS (Advanced Mobile Phone Service) atau IS-136
2. NMT ( Nordic Mobile Telephony)
3. HICAP
4. TACS
5. C 450
6. C-Netz
7. Mobitex
8. DataTAC

## Protokol dan Fitur-fitur Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

Yang termasuk teknologi dan protokol pada 2G yakni:

1. Global System for Mobile (GSM)
2. General Packet Radio Service (GPRS)
3. Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)

## Protokol dan Fitur-fitur Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

**Yang termasuk teknologi dan protokol pada 3G yakni:**

1. EDGE (Enhanced Data Rates for Global/GSM Evolution) atau E-GPRS (Enhanced -General Packet Radio Services).
2. W-CDMA (Wideband – Coded Division Multiple Access) atau UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).
3. CDMA2000-1X EV/DV (Evolution/Data/Voice) dan CDMA2000-1X EV-DO (Data Only)/ (Data Optimized) atau IS-856.
4. TD-CDMA (Time Division Code Division Multiple Access) atau UMTS-TDD (Universal Mobile Telecommunication System – Time Division Duplexing)
5. GAN (Generic Access Network) atau UMA (Unlicensed Mobile Access)
6. HSPA (High-Speed Packet Access)
7. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)
8. HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)
9. HSPA+ (HSPA Evolution)
10. FOMA (Freedom of Mobile Multimedia Access)
11. HSOPA (High Speed OFDM Packet Access)
12. TD-SCDMA (Time Division Synchronous Code Division Multiple Access)

## Protokol dan Fitur-fitur Mobile Cellular Network

## Junior Mobile Programmer

Yang termasuk teknologi dan protokol pada 4G yakni:

1. 4G Revolutioner (4G-R)
2. 4G Evolutioner (4G-E)
3. IP-Media Subsystem (IMS)

# **Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network    Junior Mobile Programmer**

## **Materi 3**

### **Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network**

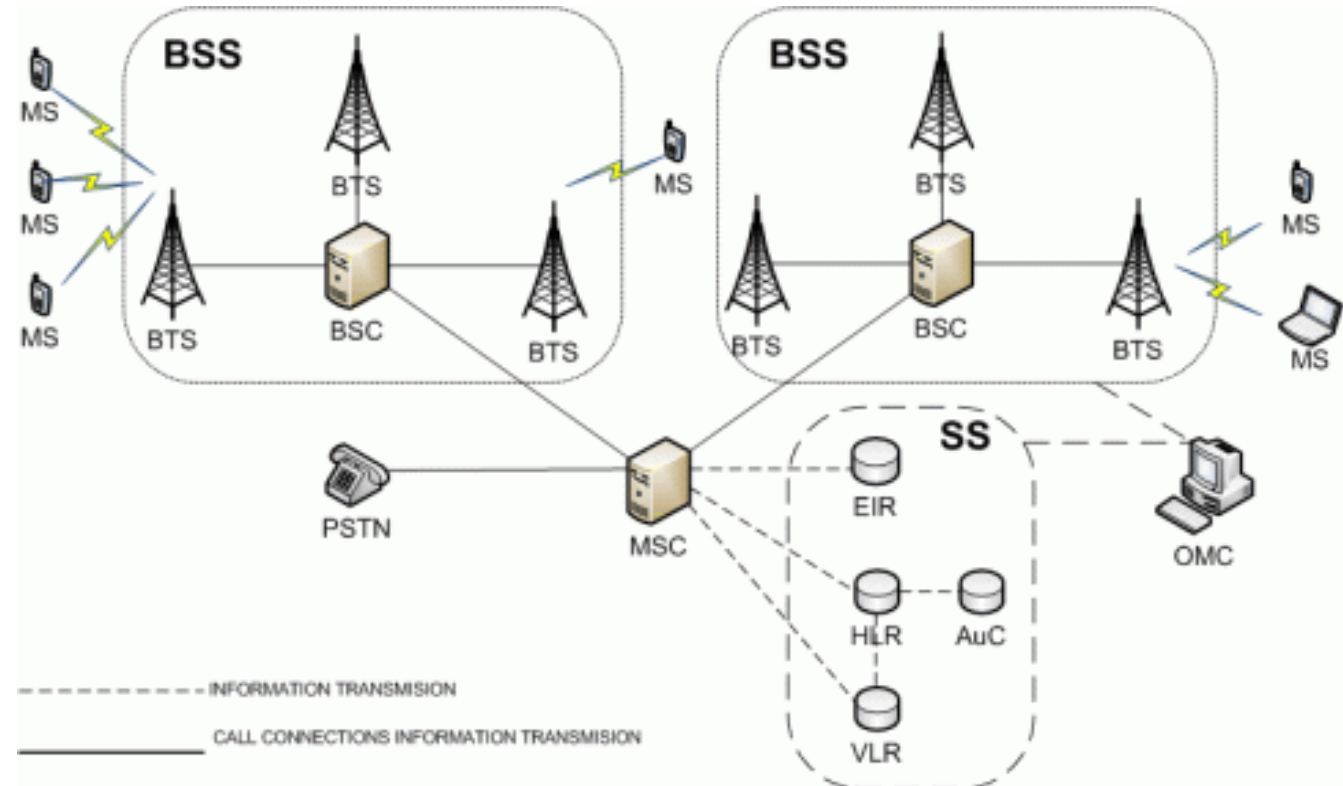
## Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network    Junior Mobile Programmer

- ❖ Global System for Mobile Communication (GSM) merupakan sistem teknologi seluler generasi ke-2 (2G).
- ❖ Teknologi ini mengadopsi sistem modulasi digital, kapasitas lebih besar, kualitas suara dan sekuritas yang lebih baik jika dibandingkan teknologi seluler generasi pertama AMPS (1G) yang masih analog

# Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network Junior Mobile Programmer

Arsitektur Jaringan GSM terdiri dari 3 bagian utama :

1. Switching Subsystem (SSS) = Network Switching Subsystem (NSS)
2. Radio Subsystem (RSS) = Base Station Subsystem (BSS) & Mobile Station (MS)
3. Operation & Maintenance System (OMS) = Operation and Support System (OSS)

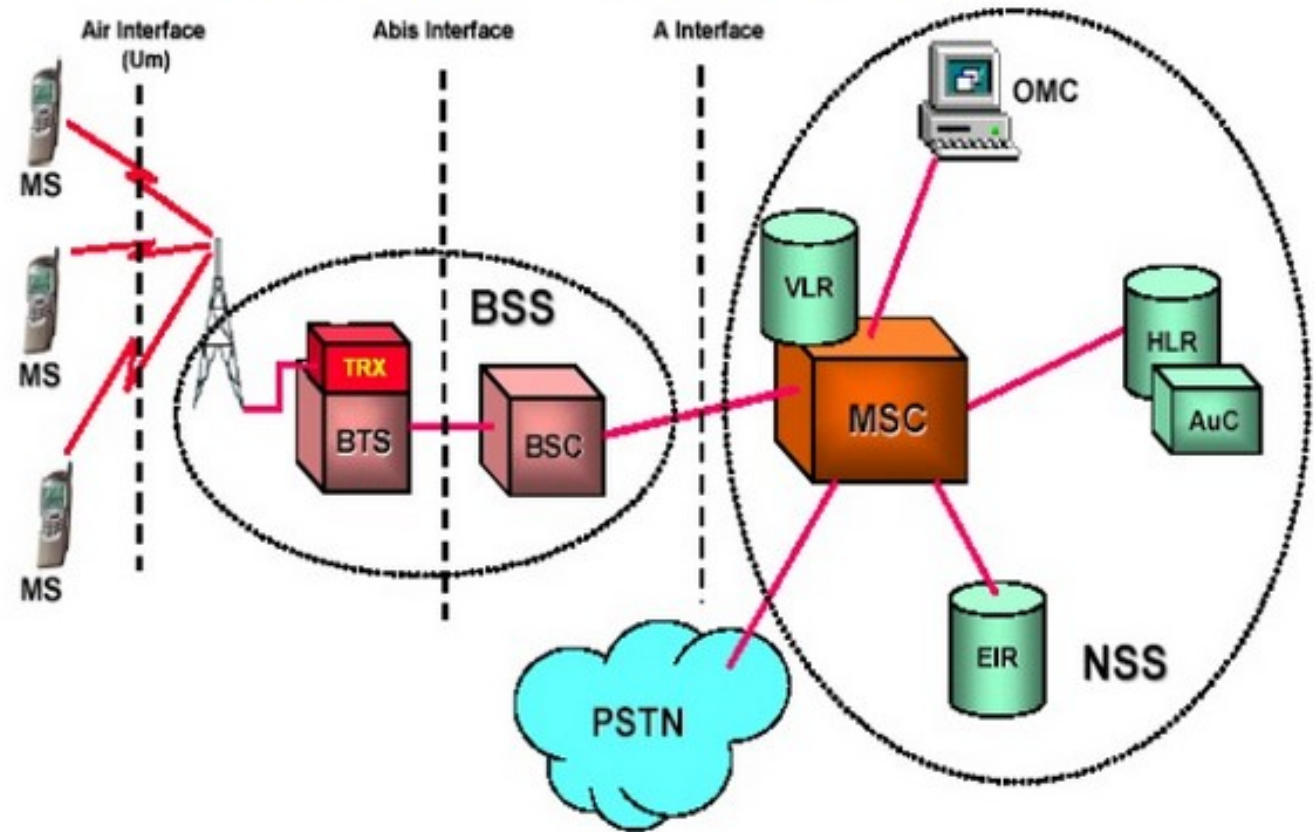


# Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network Junior Mobile Programmer

Sistem GSM memiliki tiga buah antarmuka standar yang terdiri dari :

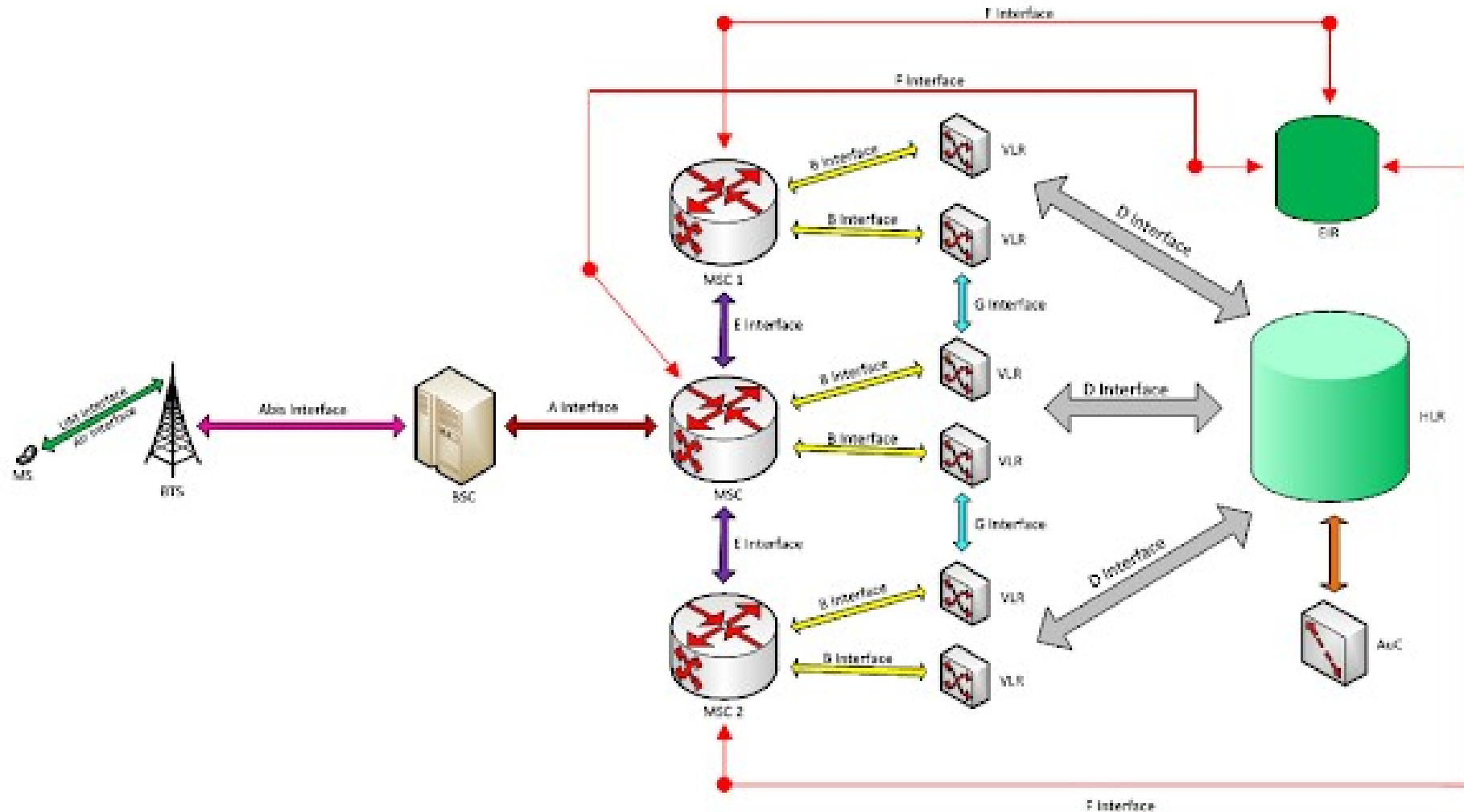
1. Antarmuka udara (Um-interface) yang menghubungkan perangkat MS dan BTS,
2. Antarmuka Abis (Abis-interface) yang menghubungkan BTS dan BSC, serta
3. Antarmuka A (A-interface) berupa PCM line yang menghubungkan BSC dan MSC

## Interface Pada Arsitektur GSM





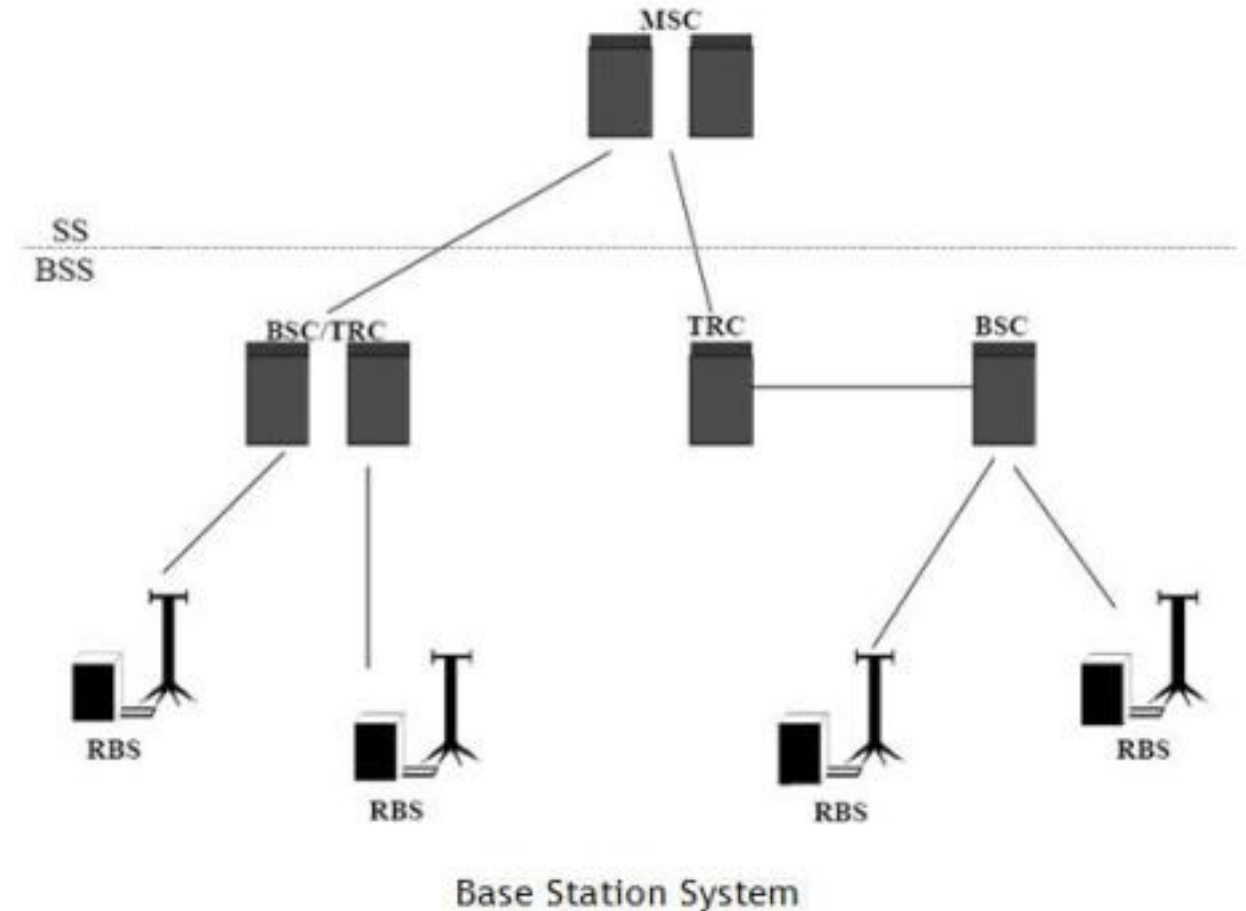
# Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network    Junior Mobile Programmer



# Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network Junior Mobile Programmer

*Base Station Subsystem (BSS),  
BSS terdiri dari tiga perangkat yaitu*

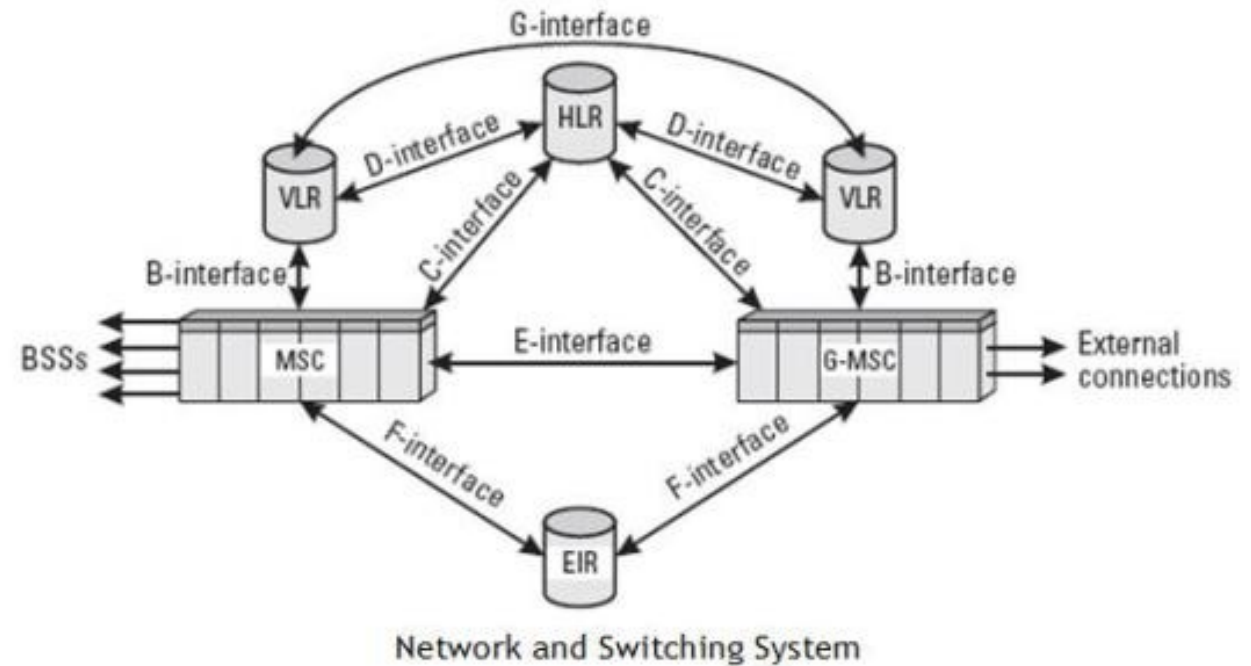
- 1. Base Transceiver Station (BTS)*
- 2. Base Station Controller (BTC)*
- 3. Transcoder (TRC)*



## Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network Junior Mobile Programmer

*Komponen NSS pada jaringan GSM terdiri dari :yaitu :*

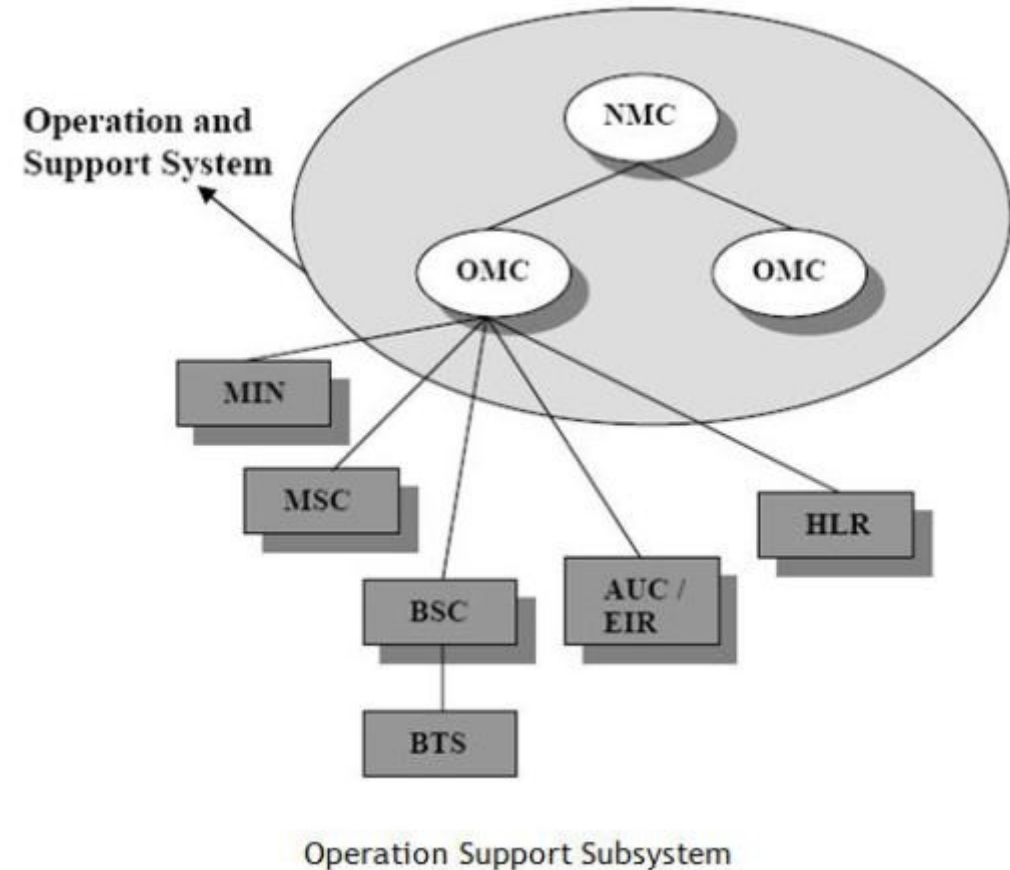
- 1. Mobile Switching Center (MSC)*
- 2. Home Location Register ( HLR )*
- 3. Visitor Location Register ( VLR )*
- 4. Authentication Center ( AuC )*
- 5. Equipment Identity Register (EIR)*
- 6. Gateway MSC (GMSC)*



# Arsitektur GSM pada Mobile Cellular Network Junior Mobile Programmer

Komponen OSS pada jaringan GSM terdiri dari:

1. *Operation and Maintenance Center* ( OMC ), OMC sebagai pusat pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan. Fungsi utamanya mengawasi alarm perangkat dan perbaikan terhadap kesalahan operasi.
2. *Network Management Centre* (NMC), NMC berfungsi untuk pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan yang lebih besar dari OMC.



**Mobile Phone Network**

**Junior Mobile Programmer**

# **Materi 4**

## **Mobile Phone Network**

## Mobile Phone Network

## Junior Mobile Programmer

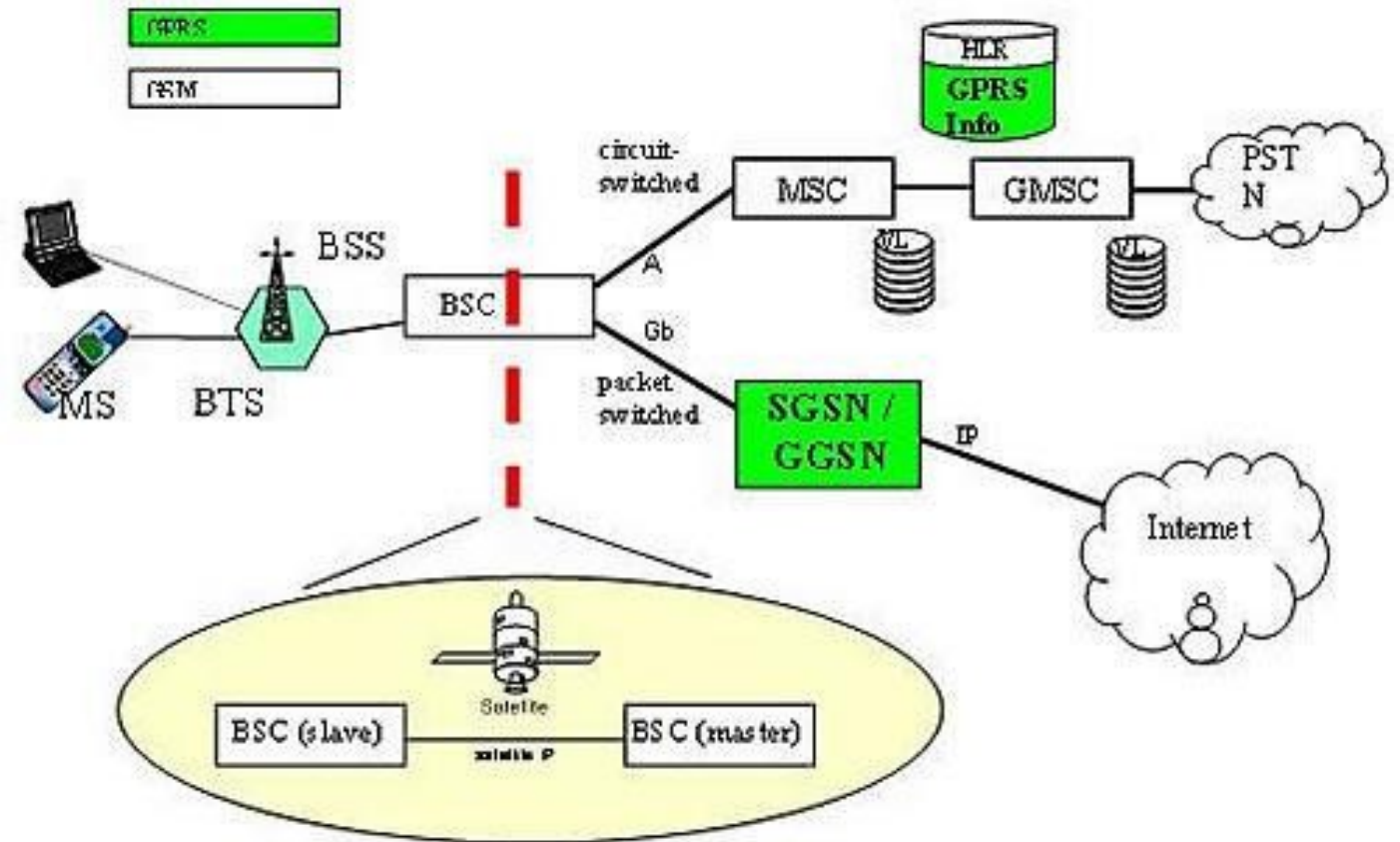
- ❖ Contoh paling umum dari jaringan seluler adalah jaringan telepon seluler (telepon seluler)
- ❖ Ponsel adalah telepon portabel yang menerima atau melakukan panggilan melalui BTS
- ❖ Jaringan mobile phone modern menggunakan cell karena keterbatasan frekuensi radio

# Mobile Phone Network

## Junior Mobile Programmer

Struktur dari mobile phone cellular network terdiri dari :

1. Jaringan *Radio Base Station* atau *base station subsystem*.
2. *Core circuit switched network* yang menangani panggilan suara dan teks.
3. *Packet switched network* yang menangani mobile data
4. Public switched telephone network yang menghubungkan antar bagian subscribers dengan jaringan telepon besar lainnya



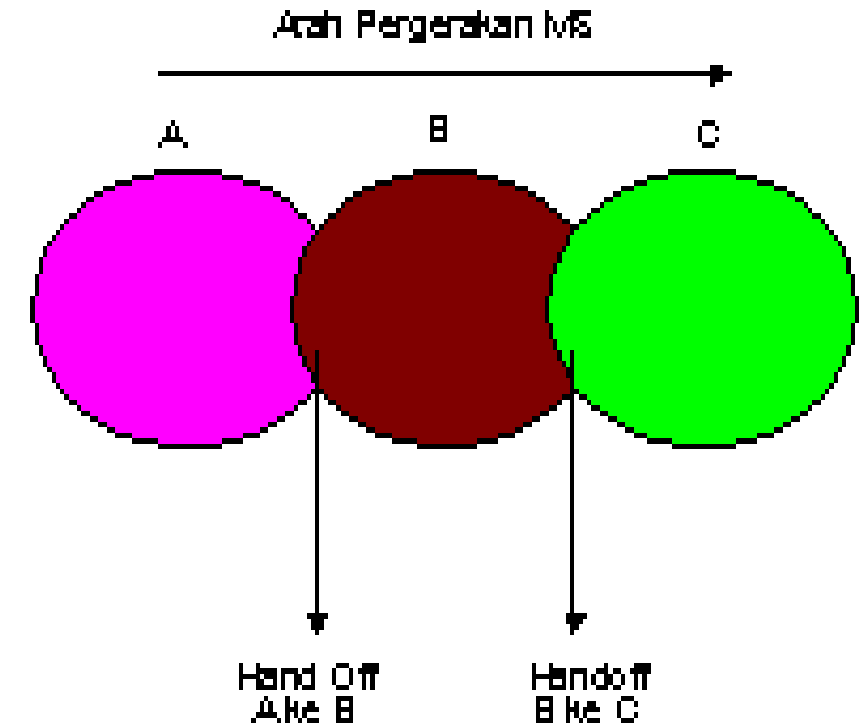
## Mobile Phone Network

### Handover

Handover (HO) adalah pengalihan panggilan dari satu sel ke sel lain ketika sebuah telepon seluler bergerak melewati wilayah cakupan layanan lintas sel.

Proses Handover terjadi karena kualitas atau daya ratio turun di bawah nilai yang dispesifikasikan dalam BSC. Penurunan level sinyal ini dideteksi dari pengukuran yang dilakukan MS maupun BTS.

## Junior Mobile Programmer

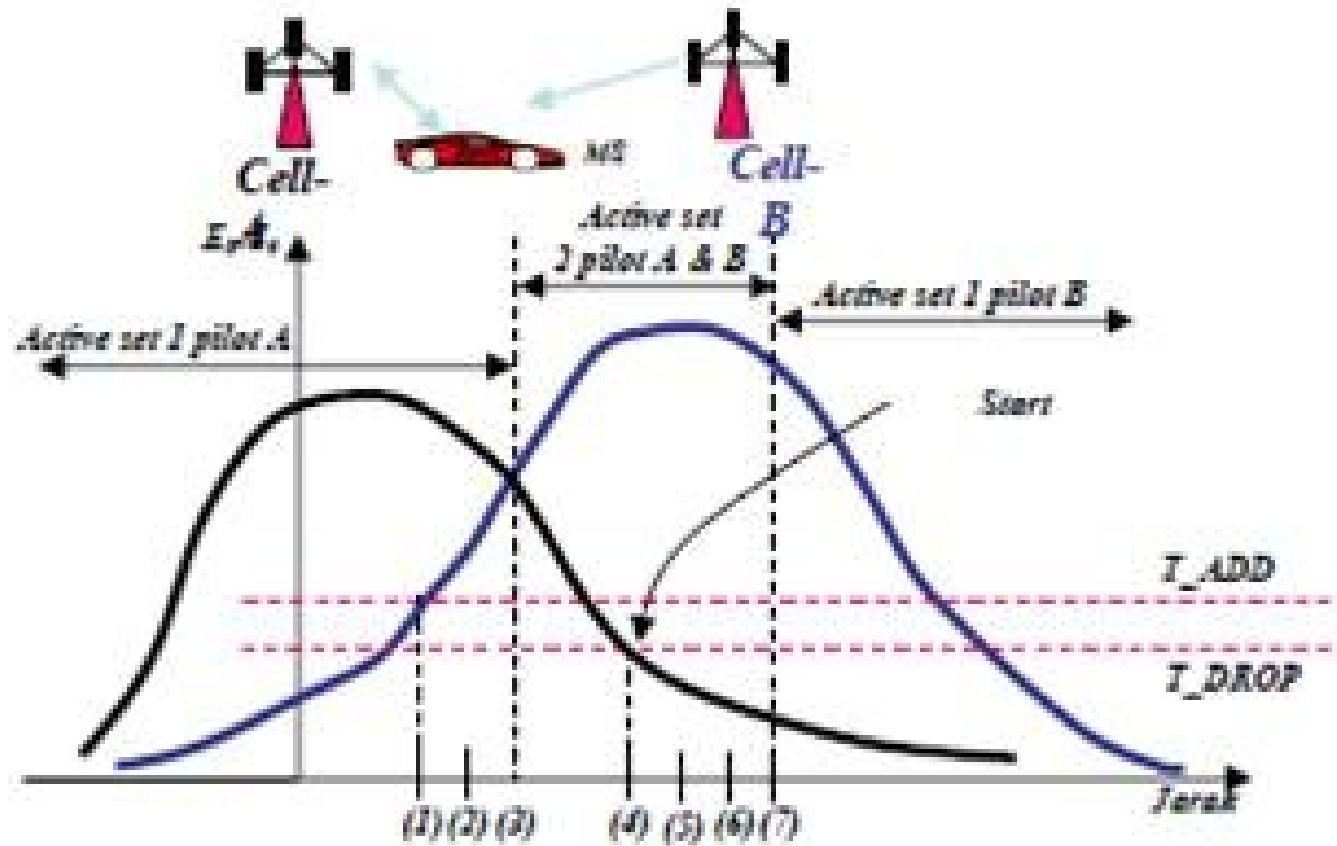




# Mobile Phone Network

# Junior Mobile Programmer

## Proses Handover



## Mobile Phone Network

## Junior Mobile Programmer

### Frekuensi Seluler

1. Pada perkembangan teknologi mobile phone network generasi pertama kali menggunakan teknologi analog circuit-switched dengan berbasis frequency division multiple access (FDMA), bekerja pada pita frekuensi 800–900 MHz.
2. Pada teknologi mobile phone network generasi kedua menggunakan frekuensi yang dipakai dalam teknologi GSM yaitu 890–960 MHz dan 1710–1880 MHz.
3. Pada teknologi mobile phone network generasi ketiga sampai sekarang menggunakan frekuensi 1710–2170 MHz.

**Mobile IP**

**Junior Mobile Programmer**

# **Materi 5**

**Proses- Proses pada Mobile IP Concept**

## Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

Kondisi Mobile Network **Sekarang** ?

**Mobile IP**

**Junior Mobile Programmer**

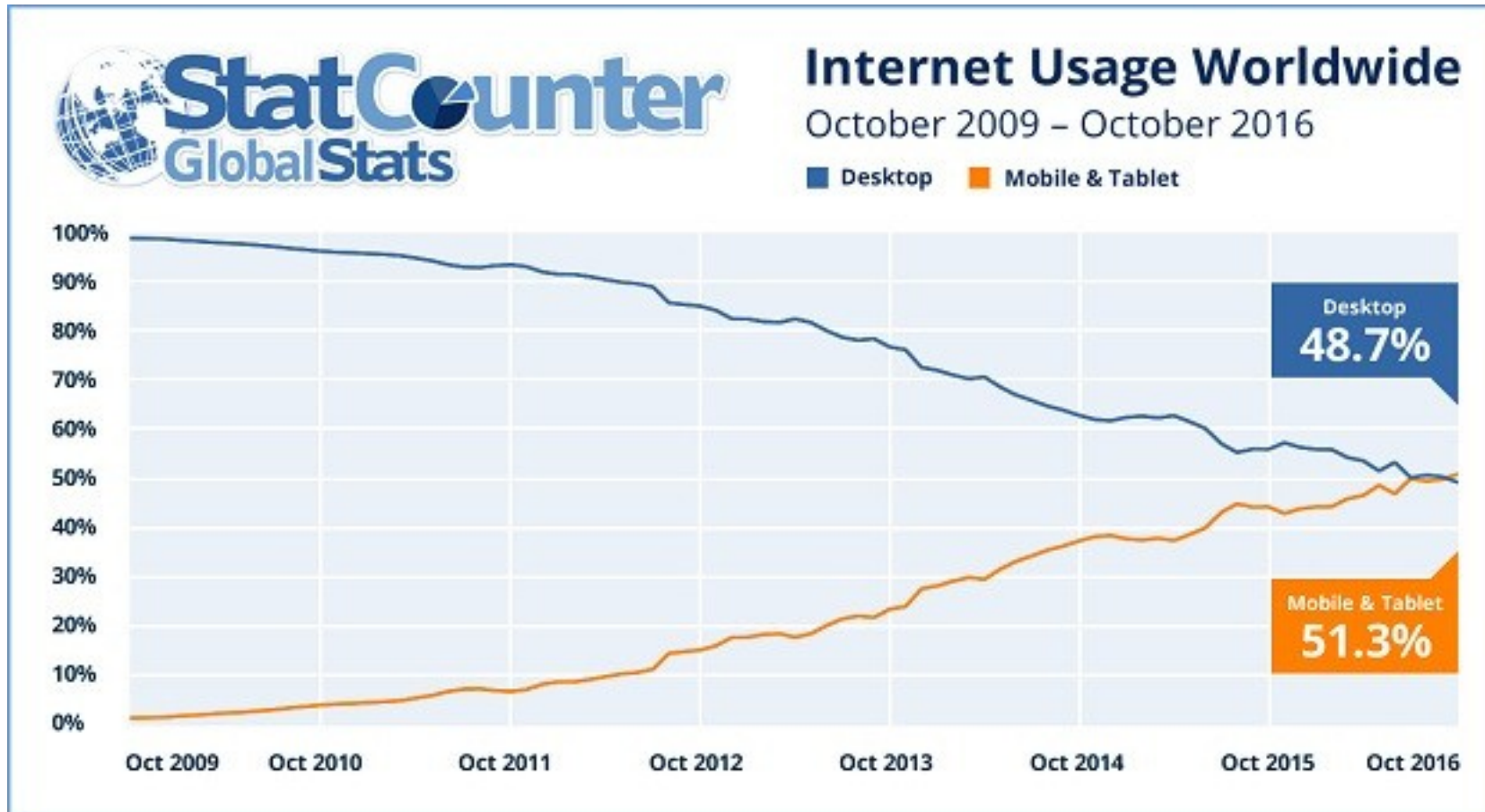
Perangkat **Mobile**

Vs

Perangkat **Non Mobile**

# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer



# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Perilaku User Pada Perangkat Mobile

**Low** Mobility

**High** Mobility

**Medium** Mobility



## Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

Masalah Pada **TCP** ?

## Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

Host harus berada di lokasi  
atau  
jangkauan wilayah yang tetap

## Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

Mengandalkan **Routing** Untuk mengirim data

## Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

Bagaimana Jika User **Berpindah** Ke **ruangan** atau **area** lain ?

# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

Solusi ?

## Mobile IP

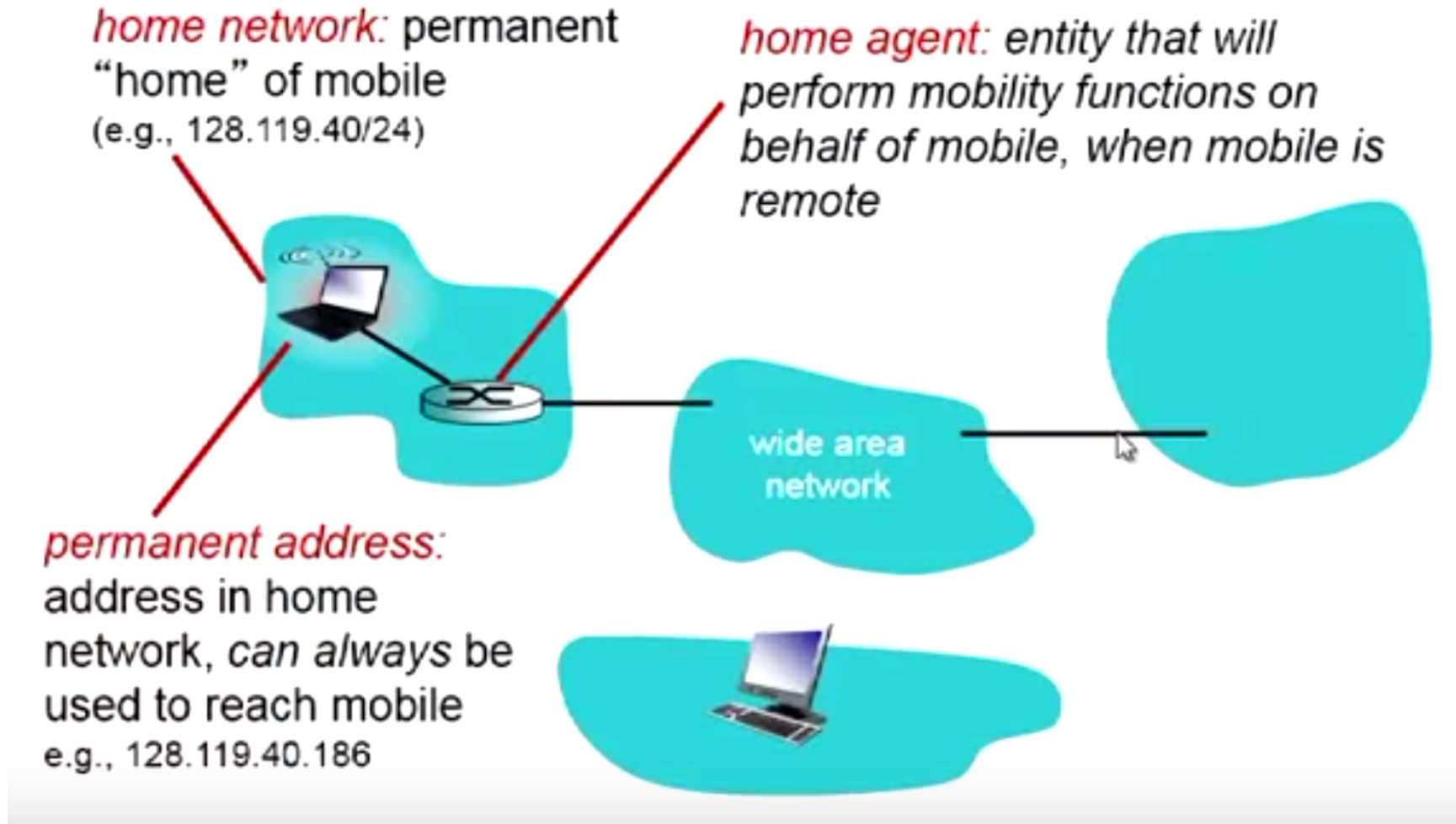
## Junior Mobile Programmer

### Mobile IP

Protokol komunikasi yang di desain untuk perangkat mobile agar memiliki ip address permanen walaupun berpindah network

# Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

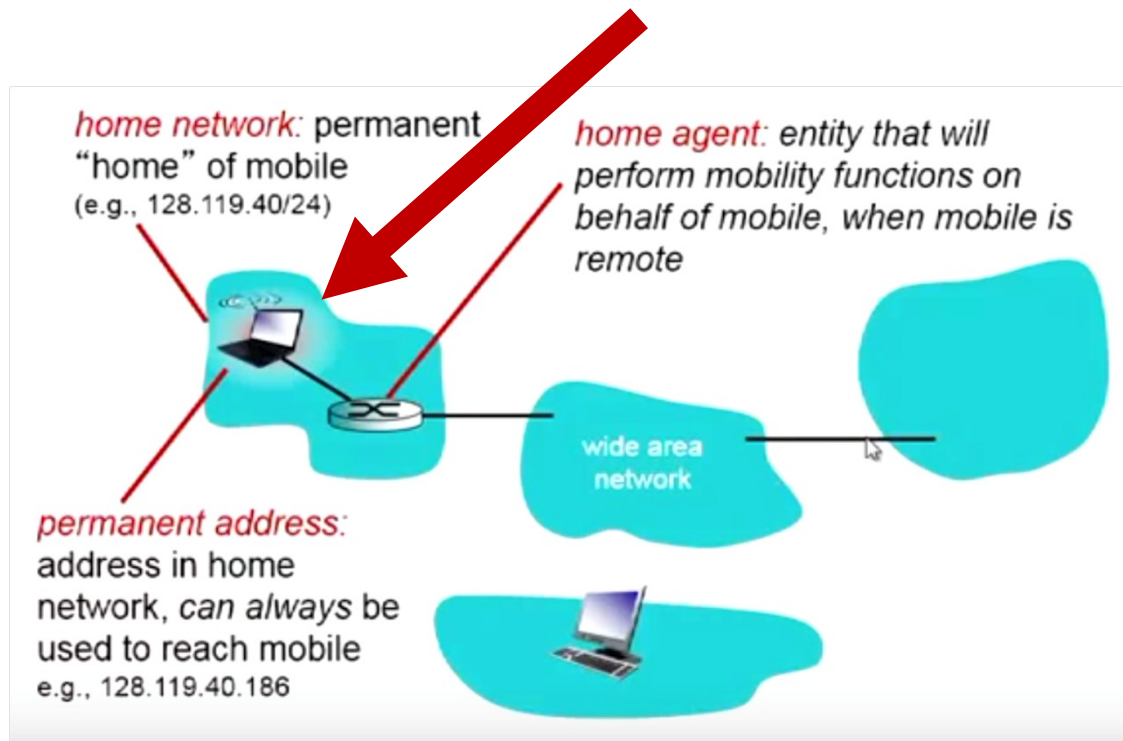




# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Mobile Node



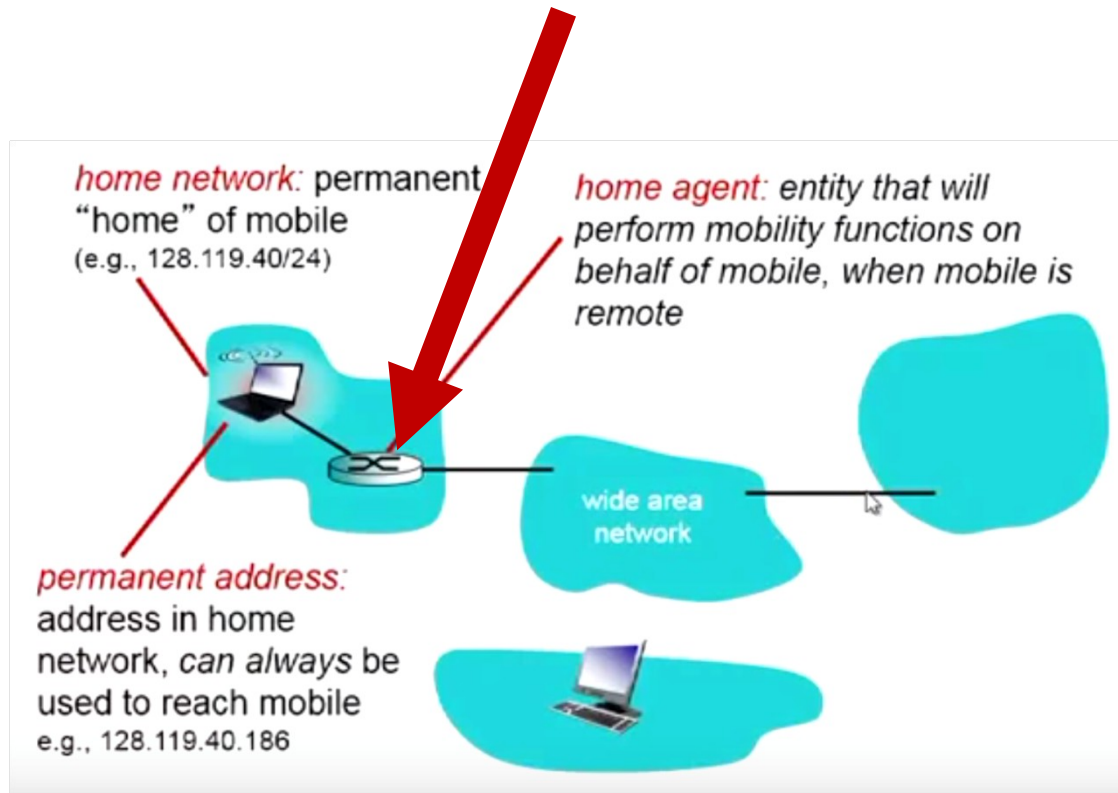
Semua bentuk perangkat mobile yang terhubung ke Home Network.

Mobile node pada protocol Mobile IP memiliki 2 ip address yaitu :  
**Permanent Address** dan **Care Off Address**

# Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

### Home Agent



Router yang memiliki kemampuan khusus yang sedang melayani jaringan dimana

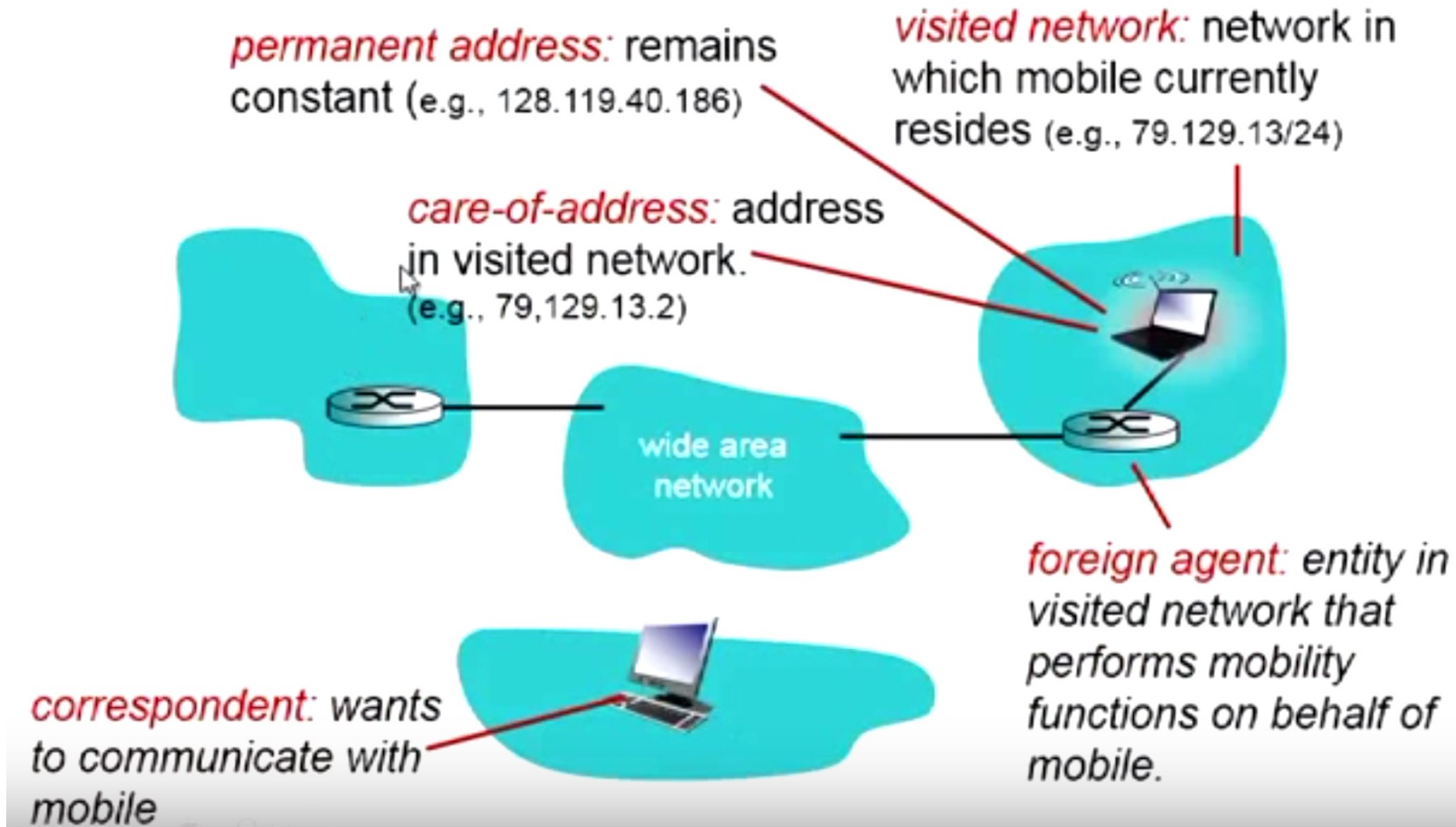
**Mobile Node** sedang terhubung.

Home Agent dianggap menjadi "rumah" permanen dimana Mobile Node terhubung pertama kali.

Permanent Address di dapatkan oleh Mobile Node pada Router ini.

# Mobile IP

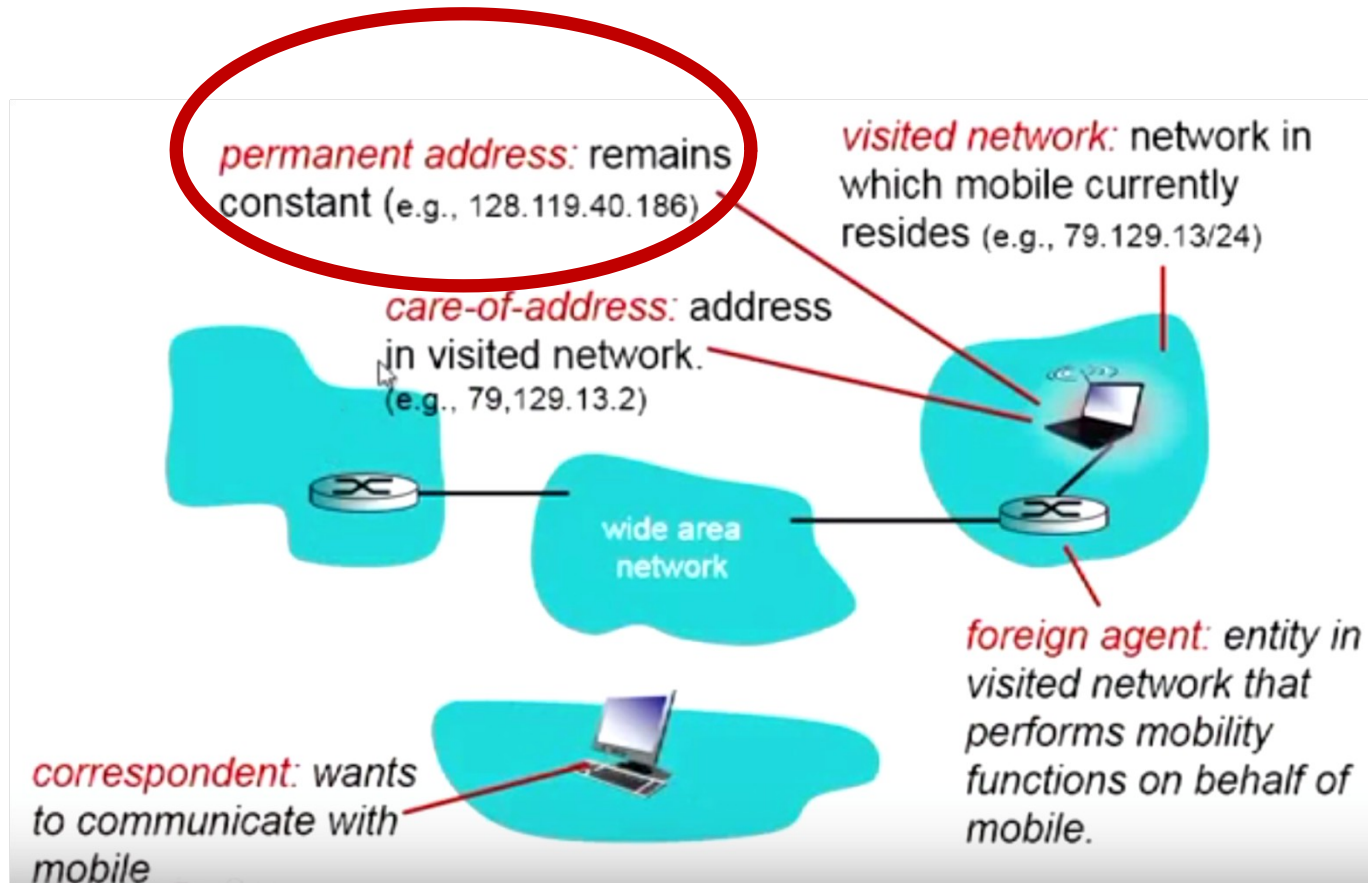
## Junior Mobile Programmer



# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Permanent Address



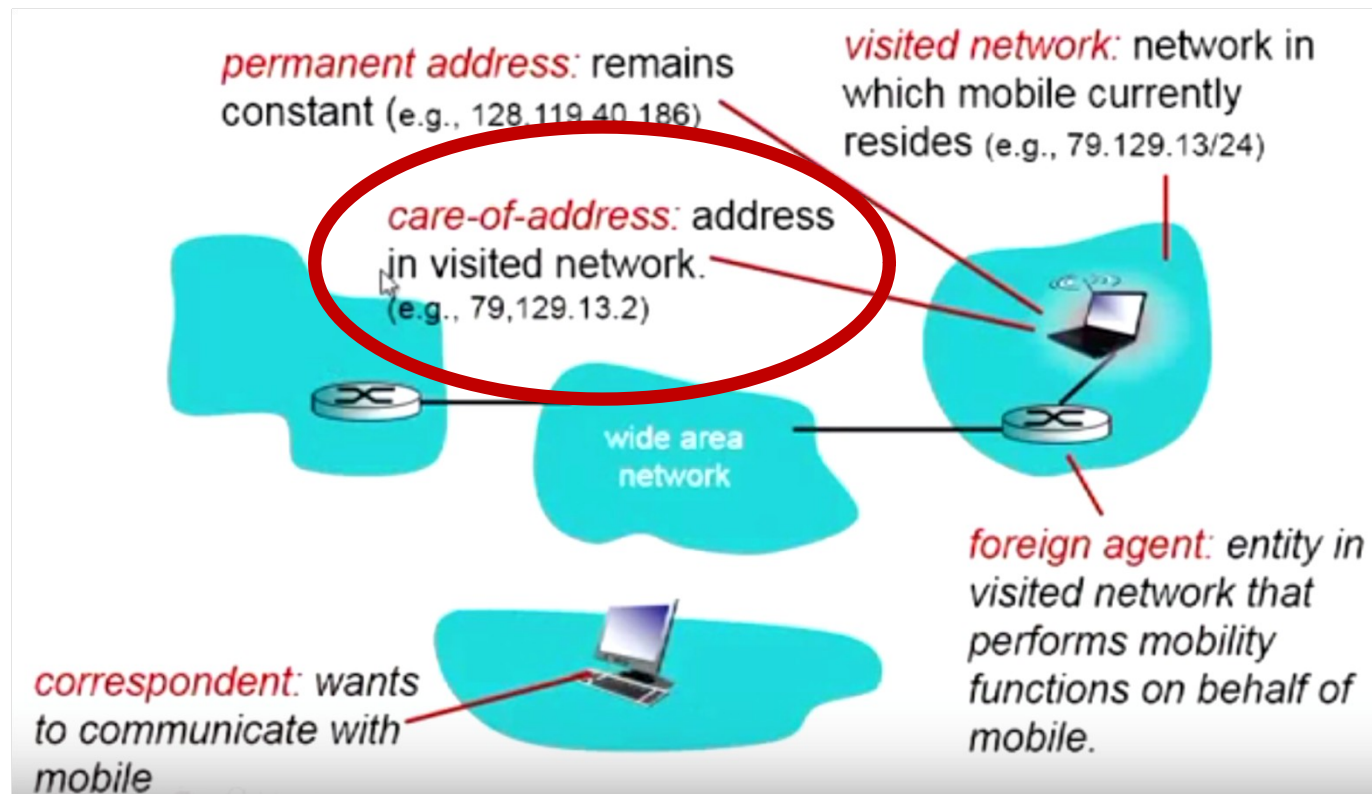
Alamat IP yang didapat oleh Mobile Node pada jaringan Home Agent nya, **alamat ip** ini **tidak** berubah walaupun Mobile Node berpindah jaringan.



# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Care Off Address

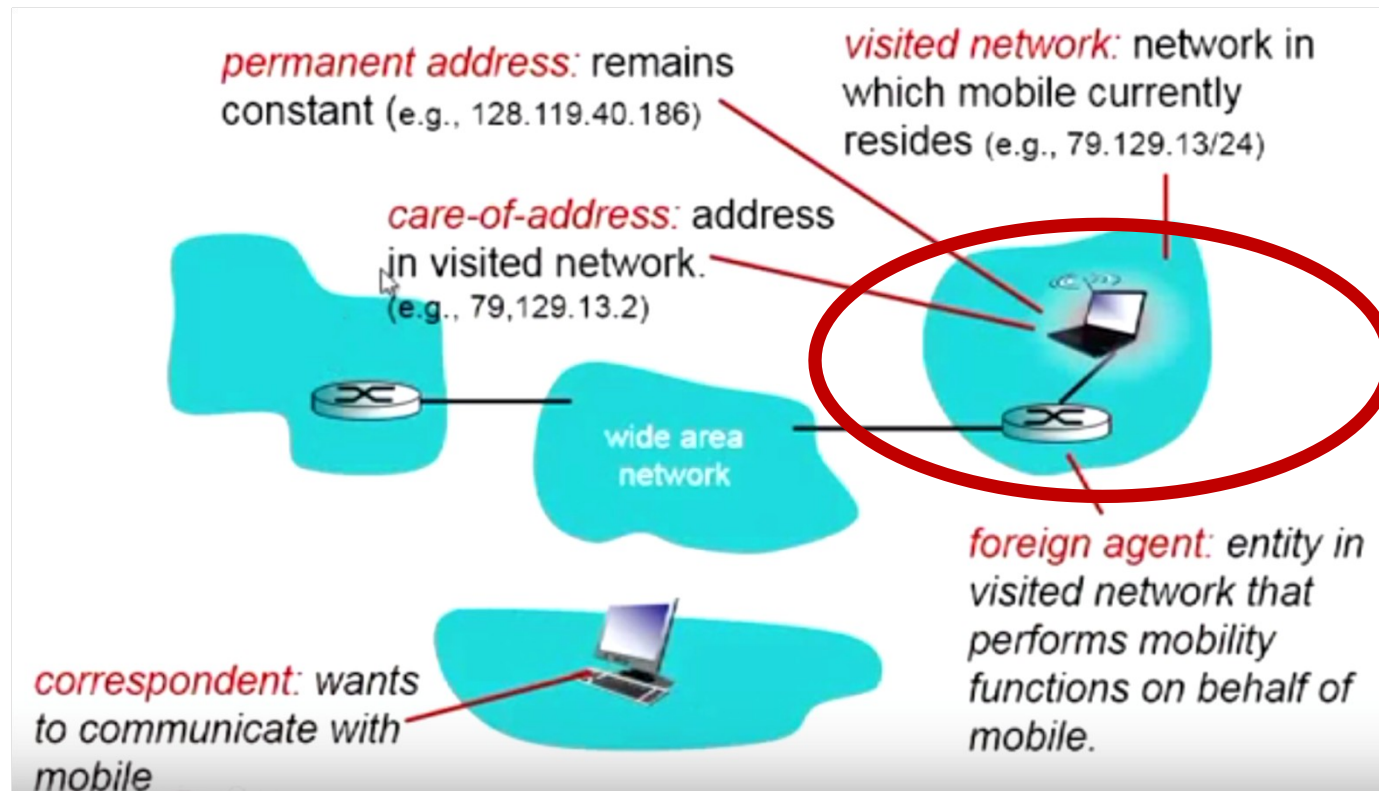


Alamat IP dari router yang menjadi "rumah" baru bagi Mobile Node, alamat ip ini merupakan **tambahan** terhadap IP permanent address

# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Visited Network

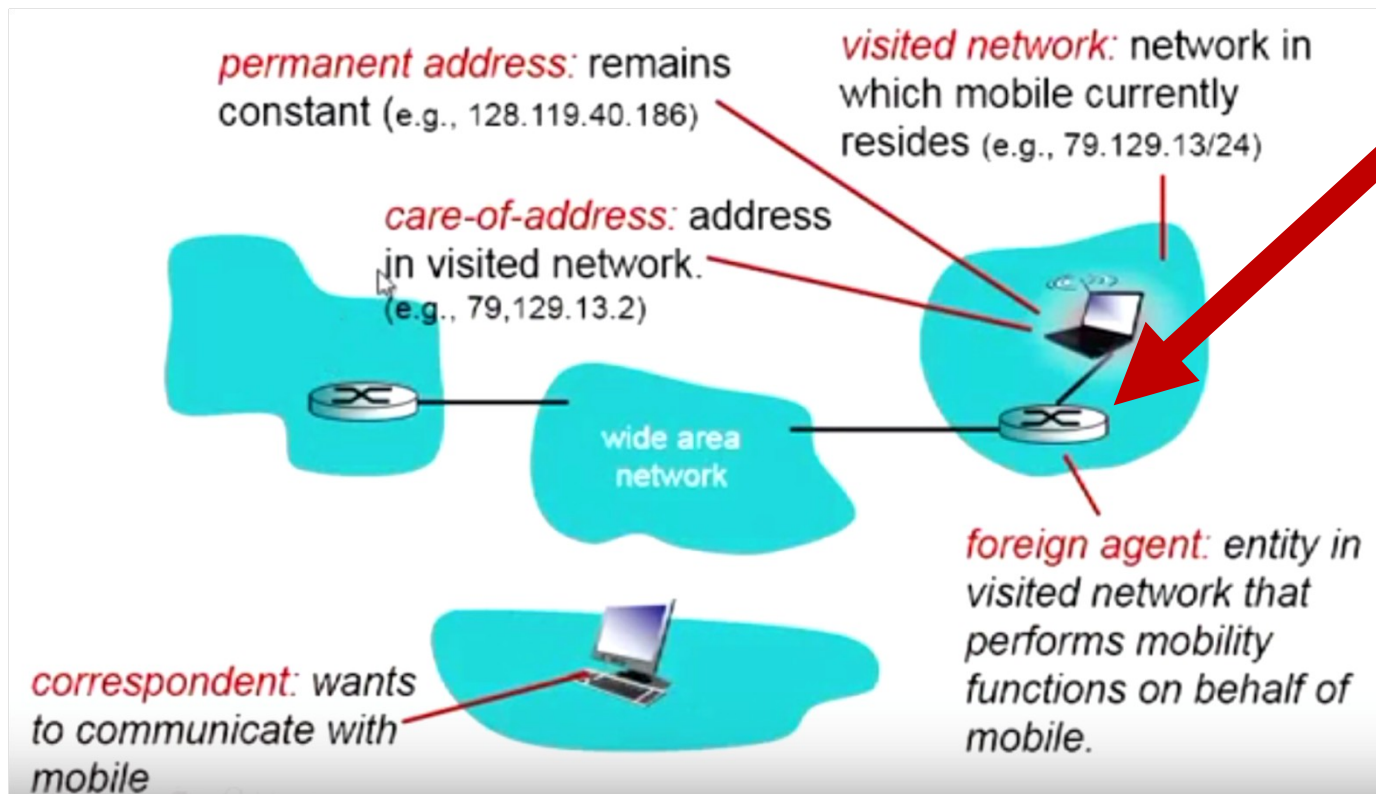


Jaringan Baru yang menjadi rumah bagi Mobile Node.

# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Foreign Agent



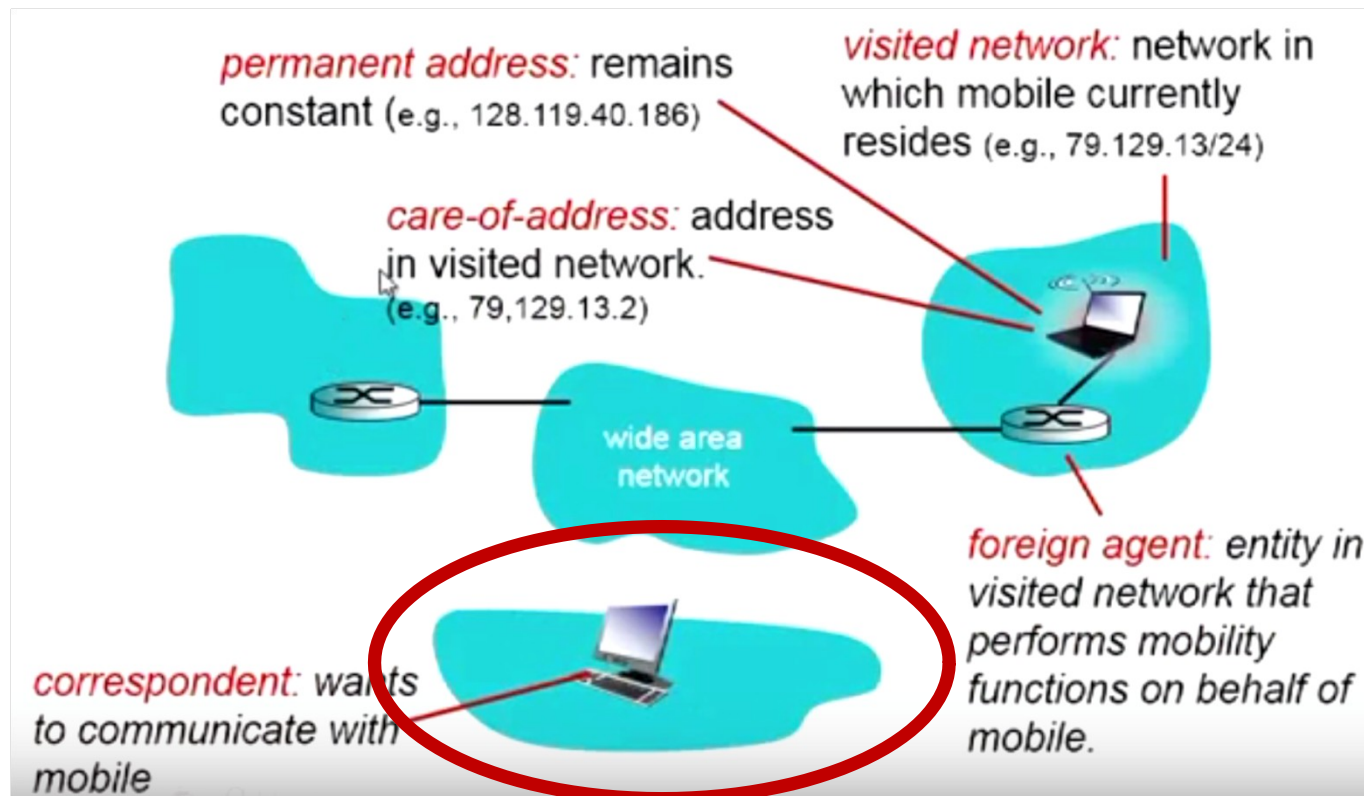
Router pada Visited Network yang melayani Mobile Node pada jaringan yang baru.



# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Correspondent



Mobile Node lain yang sedang berkomunikasi dengan Mobile Node yang berpindah jaringan

## Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

### Proses Mobile IP

Agent Discovery  
Mobile Node Registration  
Direct Routing

## Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

### Agent Discovery

Home Agent dan Foreign Agent, Melakukan broadcast paket ICMP untuk memberi tahu seluruh Mobile Node yang ada pada jaringannya.

Mobile Node akan selalu mendengarkan (listen) terhadap broadcast dari Home Agent / Foreign Agent, jika mendapatkan broadcast Mobile Network Menginisiasi Proses Registrasi.

Proses Registrasi Selalu di inisiasi oleh Mobile Node baik ke Home Agent atau Foreign Agent

## Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

### Mobile Node Registration

Di Home Network



Mobile Node Registrasi Ke Home Agent



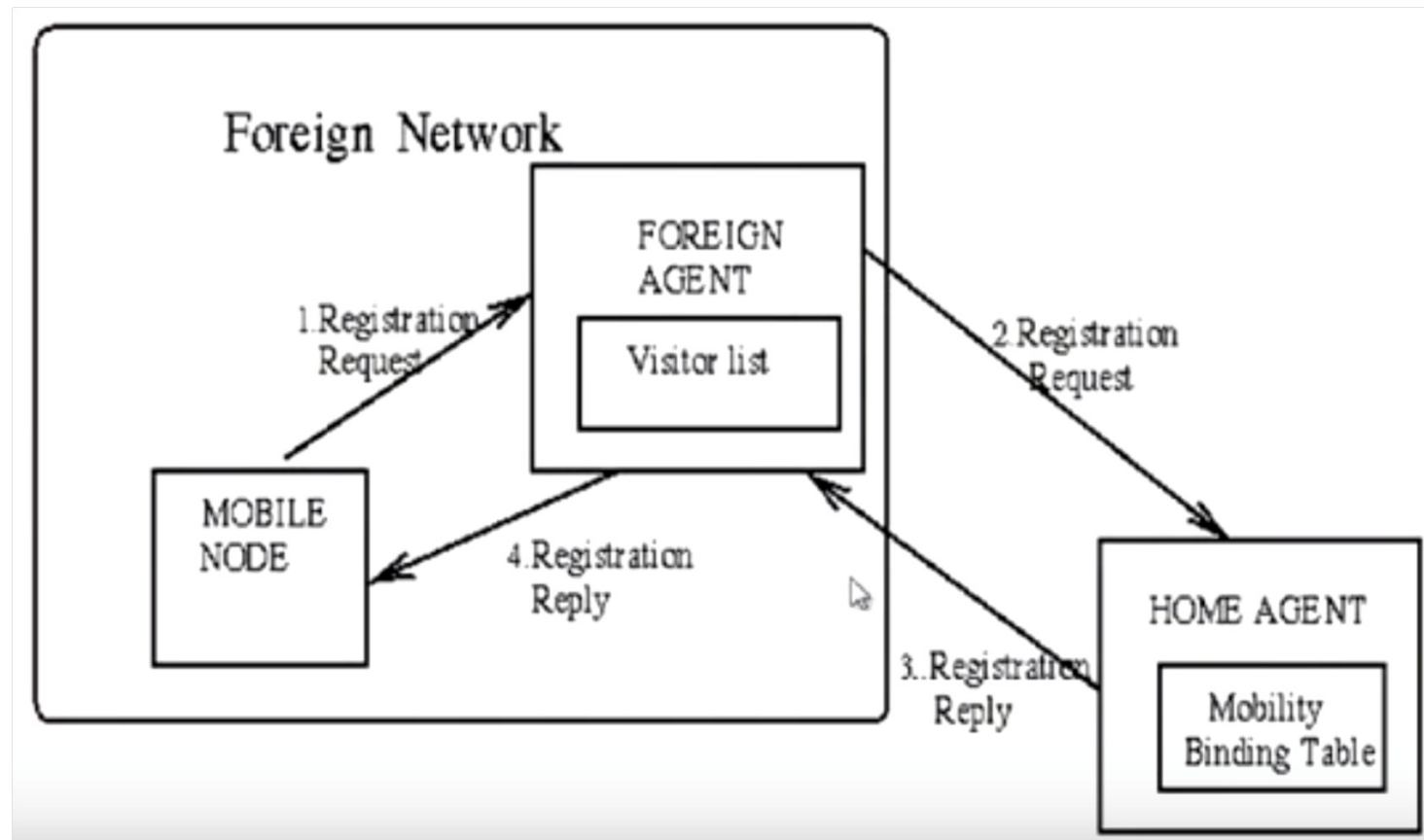
Hanya Mengisi Permanent Address,  
Tanpa Mengisi Care Off Address

\* Registrasi terjadi setiap kali Mobile Node berpindah jaringan

# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

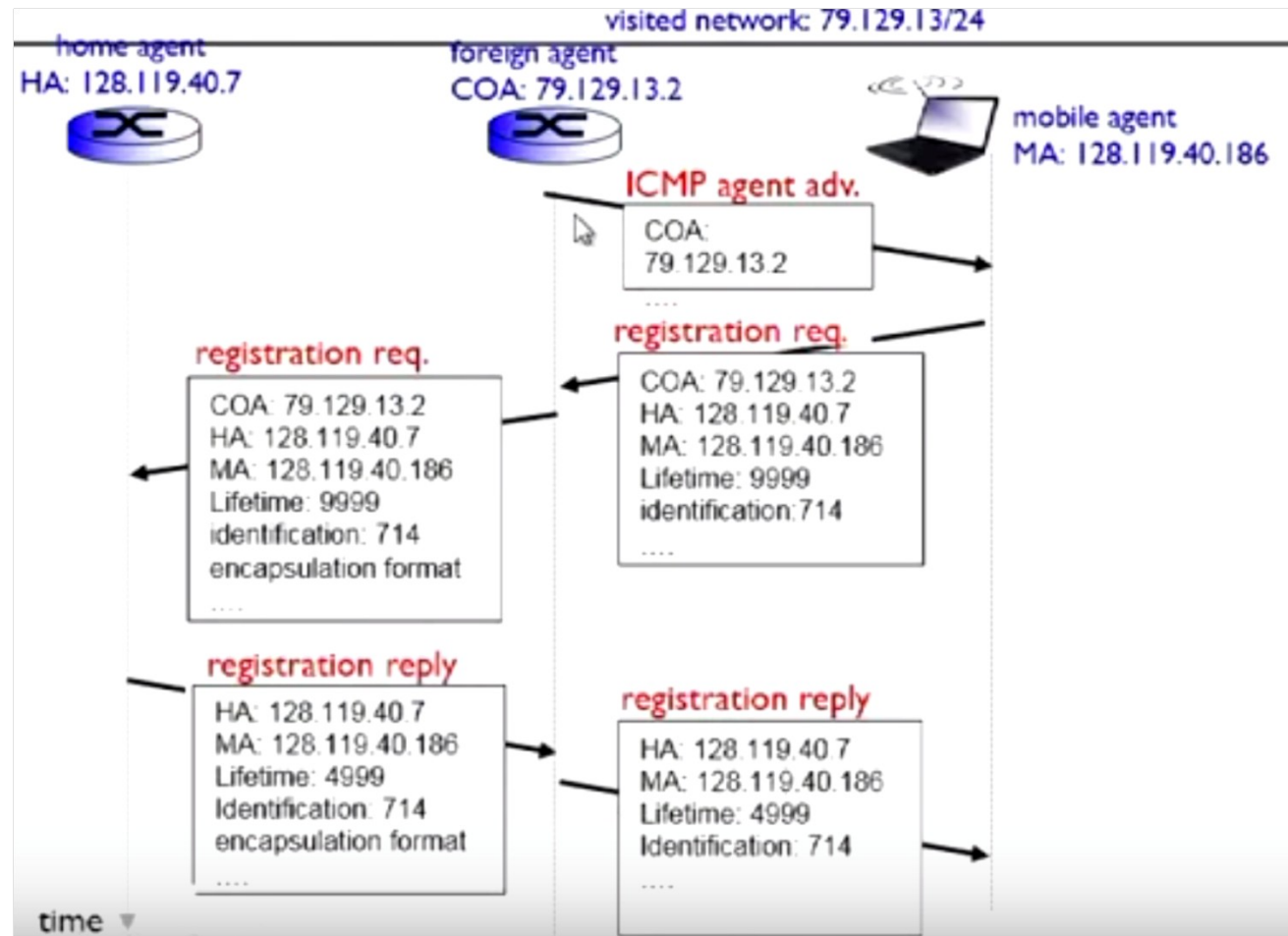
## Mobile Node Registration



# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Mobile Node Registration



# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## Mobile Node Registration

Di Foreign Network



Mobile Node Registrasi Ke Foreign Agent



Mempertahankan Permanent Address



Menambahkan Care Off Address



Mobile Node Mengirim Care Off Access ke Home Agent melalui Foreign Agent

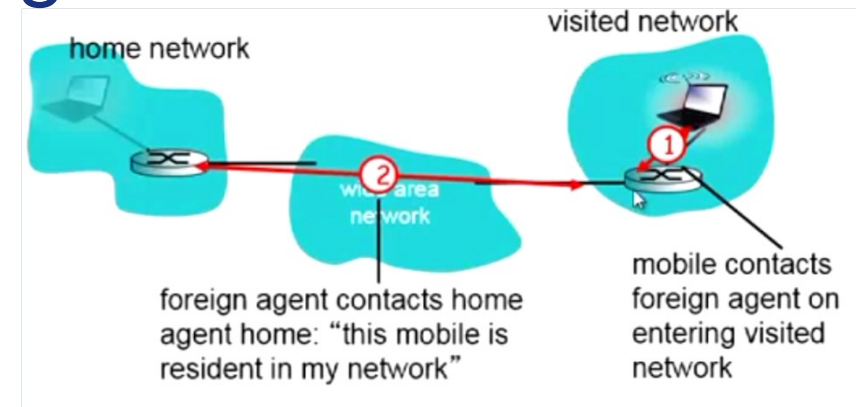


Data ini di lanjutkan dengan Direct Routing / Indirect Routing ke Mobile Node

Jika ada Paket data masuk dari Correspondend Data di intercept oleh Home Agent



Home Agent Bertindak sebagai Mobile Node Palsu

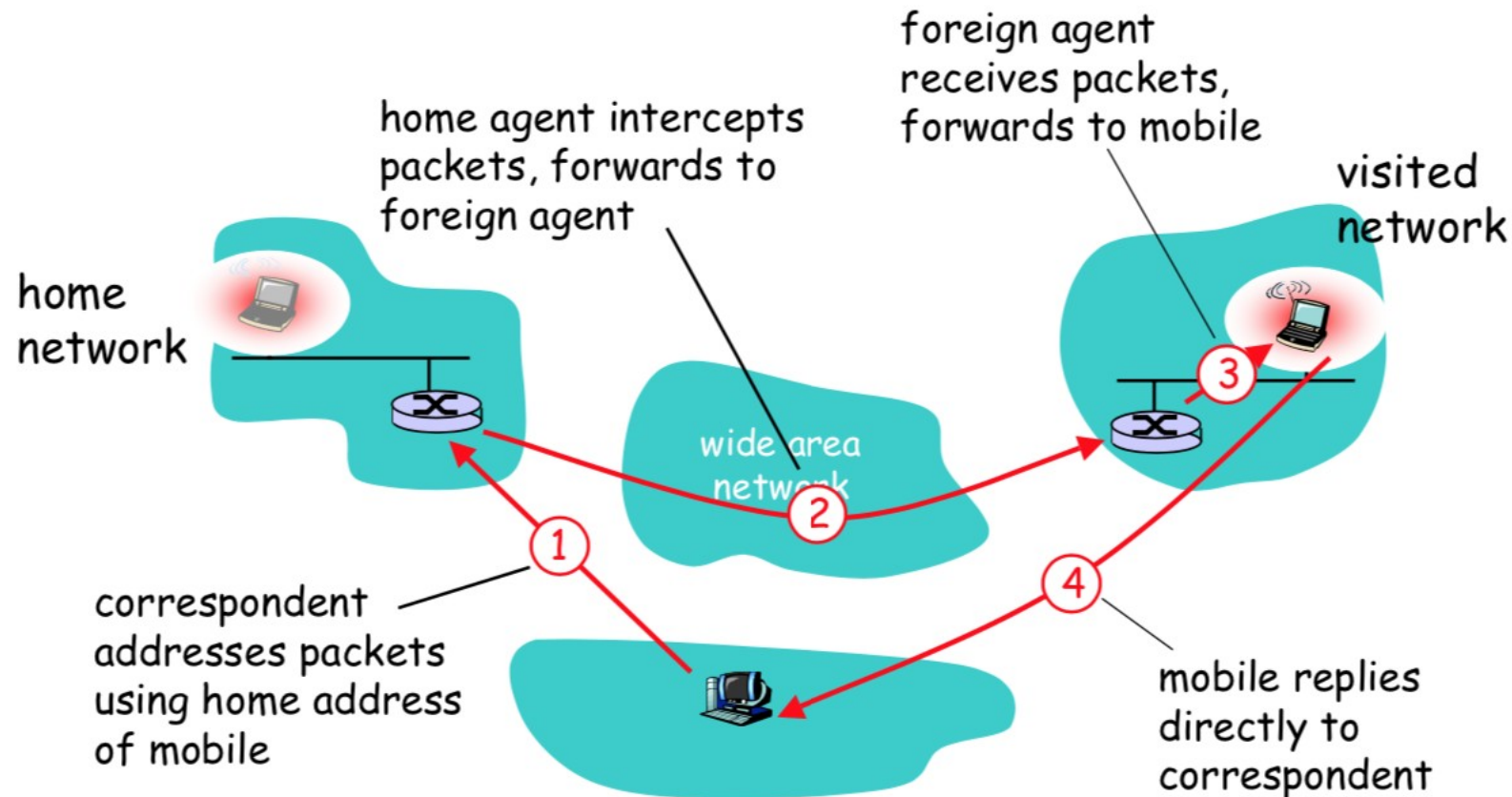




# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

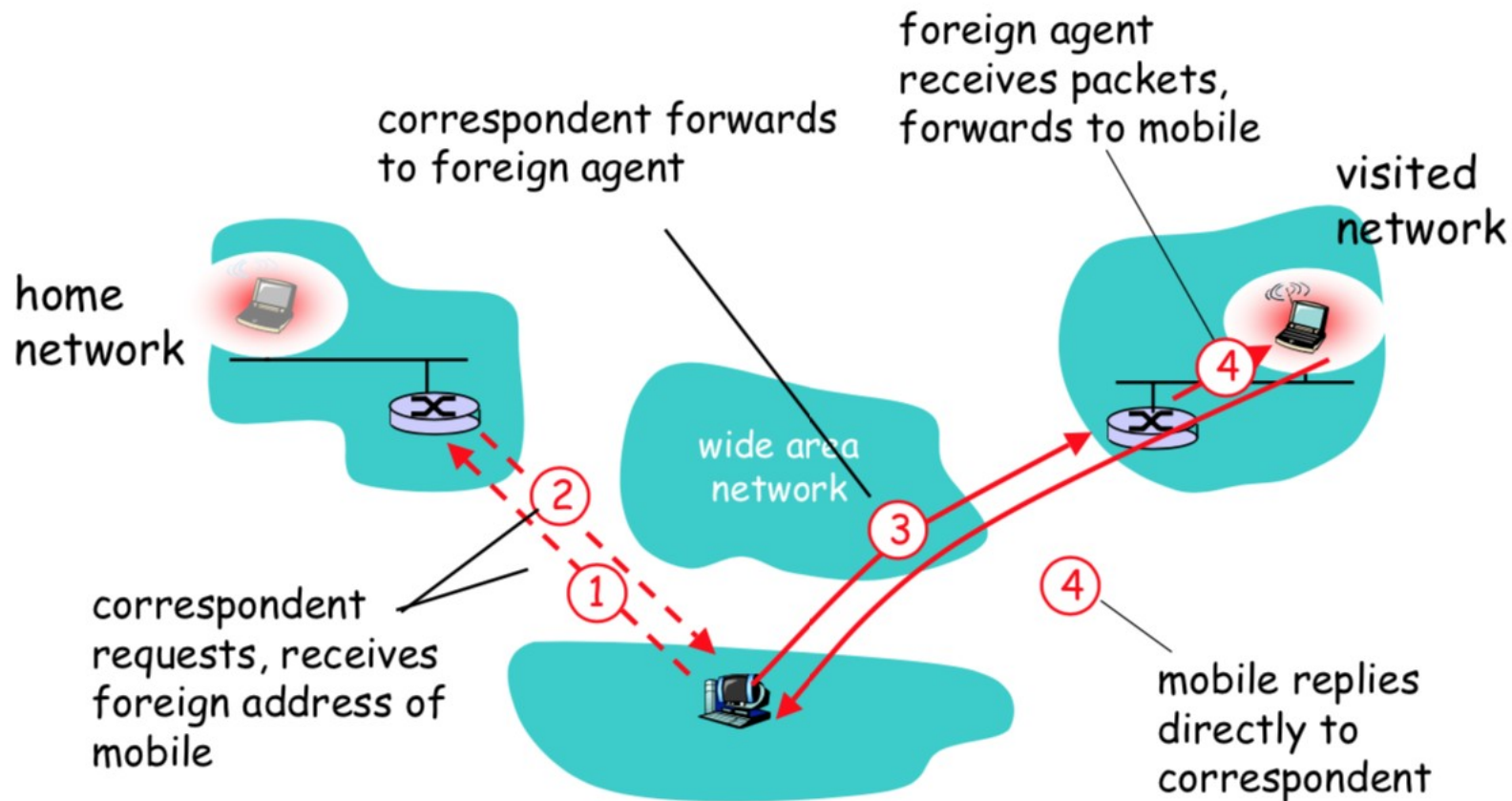
## Indirect Routing



# Mobile IP

## Junior Mobile Programmer

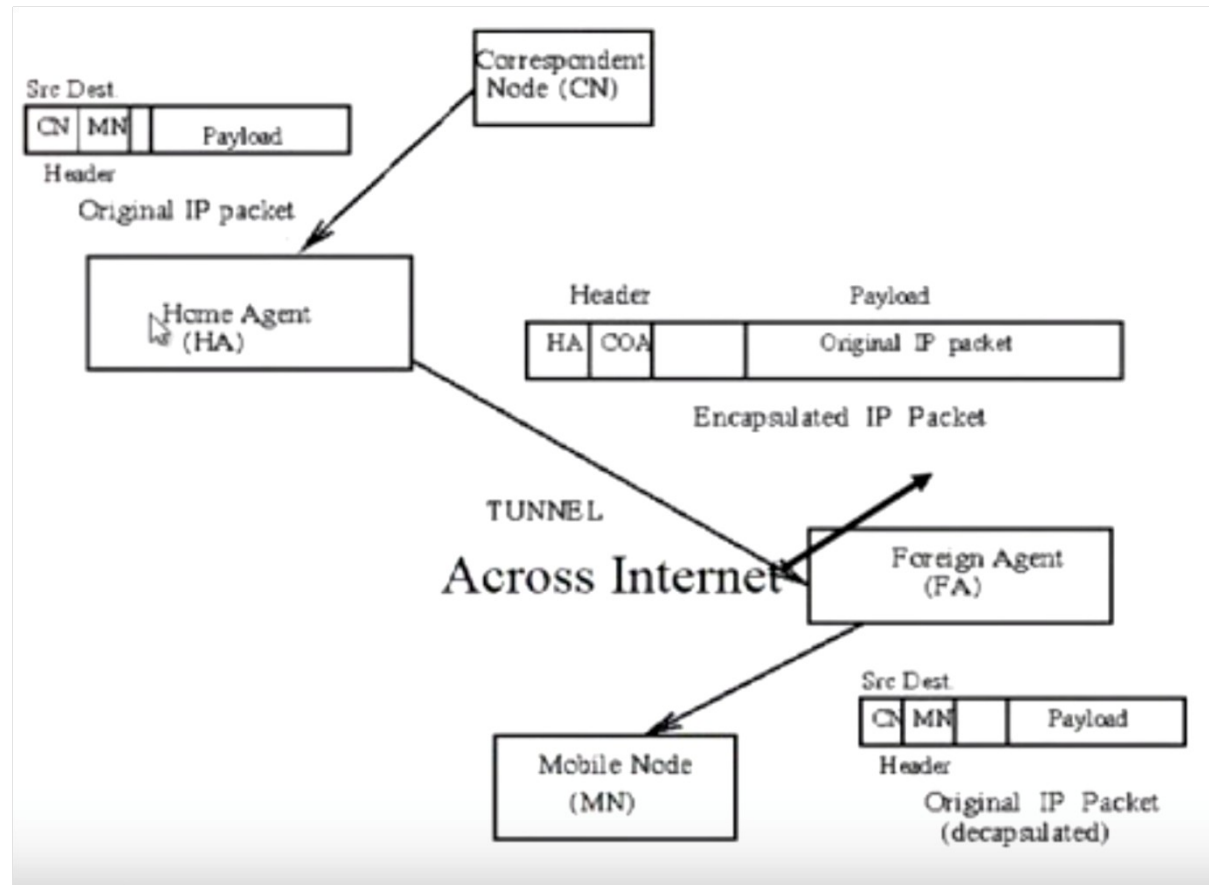
### Direct Routing



# Mobile IP

# Junior Mobile Programmer

## IP Tunelling



< Topik\_Silabus >

Pelatihan

## Kesimpulan Pertemuan #

1. <Kesimpulan materi 1>
2. <Kesimpulan materi 2>
3. <Kesimpulan materi 3>
4. <dst>

## REFERENSI

1. Efraim Turban, D. K.-P. (2012). Electronic commerce (Seventh Edition ed.). Pearson.
2. Gottapu Sasibhushana Rao, 2013. Mobile Cellular Communication (First Edition ). Pearson.
3. Guowang Miao, Jens Zander, Ki Won Sung, and Ben Slimane, Fundamentals of Mobile Data Networks, Cambridge University Press, [ISBN 1107143217](#), 2016.
4. Irwanto, A. (2013, September 7). area teknik. Retrieved Oktober 25, 2017, from <http://area-teknik.blogspot.co.id/2013/09/perbedaan-teknologi-1g-2g-25g-3g-35g-4g.html>
5. Wulan. (2015, November 2015). Srydari. Retrieved Oktober 25, 2017, from <http://srydari.blogspot.co.id/2015/11/perkembangan-teknologi-dari-1g-sampai-5g.html>

# Tim Penyusun:

- Alif Akbar Fitrawan, S.Pd, M. Kom (Politeknik Negeri Banyuwangi);
- Anwar, S.Si, MCs. (Politeknik Negeri Lhokseumawe);
- Eddo Fajar Nugroho (BPPTIK Cikarang);
- Eddy Tungadi, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Ujung Pandang);
- Fitri Wibowo (Politeknik Negeri Pontianak);
- Ghifari Munawar (Politeknik Negeri Bandung);
- Hetty Meileni, S.Kom., M.T. (Politeknik Negeri Sriwijaya) ;
- I Wayan Candra Winetra, S.Kom., M.Kom (Politeknik Negeri Bali) ;
- Irkham Huda (Vokasi UGM) ;
- Josseano Amakora Koli Parera, S.Kom., M.T. (Politeknik Negeri Ambon) ;
- I Komang Sugiarta, S.Kom., MMSI (Universitas Gunadarma) ;
- Lucia Sri Istiyowati, M.Kom (Institut Perbanas) ;
- Maksy Sendiang, ST, MIT (Politeknik Negeri Manado) ;
- Medi Noviana (Universitas Gunadarma) ;
- Muhammad Nashrullah (Politeknik Negeri Batam) ;
- Nat. I Made Wiryana, S.Si., S.Kom., M.Sc. (Universitas Gunadarma) ;
- Rika Idmayanti, ST, M.Kom (Politeknik Negeri Padang) ;
- Rizky Yuniar Hakkun (Politeknik Elektronik Negeri Surabaya) ;
- Robinson A.Wadu, ST., MT (Politeknik Negeri Kupang) ;
- Roslina. M.IT (Politeknik Negeri Medan) ;
- Sukamto, SKom., MT. (Politeknik Negeri Semarang) ;
- Syamsi Dwi Cahya, M.Kom. (Politeknik Negeri Jakarta) ;
- Syamsul Arifin, S.Kom, M.Cs (Politeknik Negeri Jember) ;
- Usmanudin (Universitas Gunadarma) ;
- Wandy Alifha Saputra (Politeknik Negeri Banjarmasin) ;