

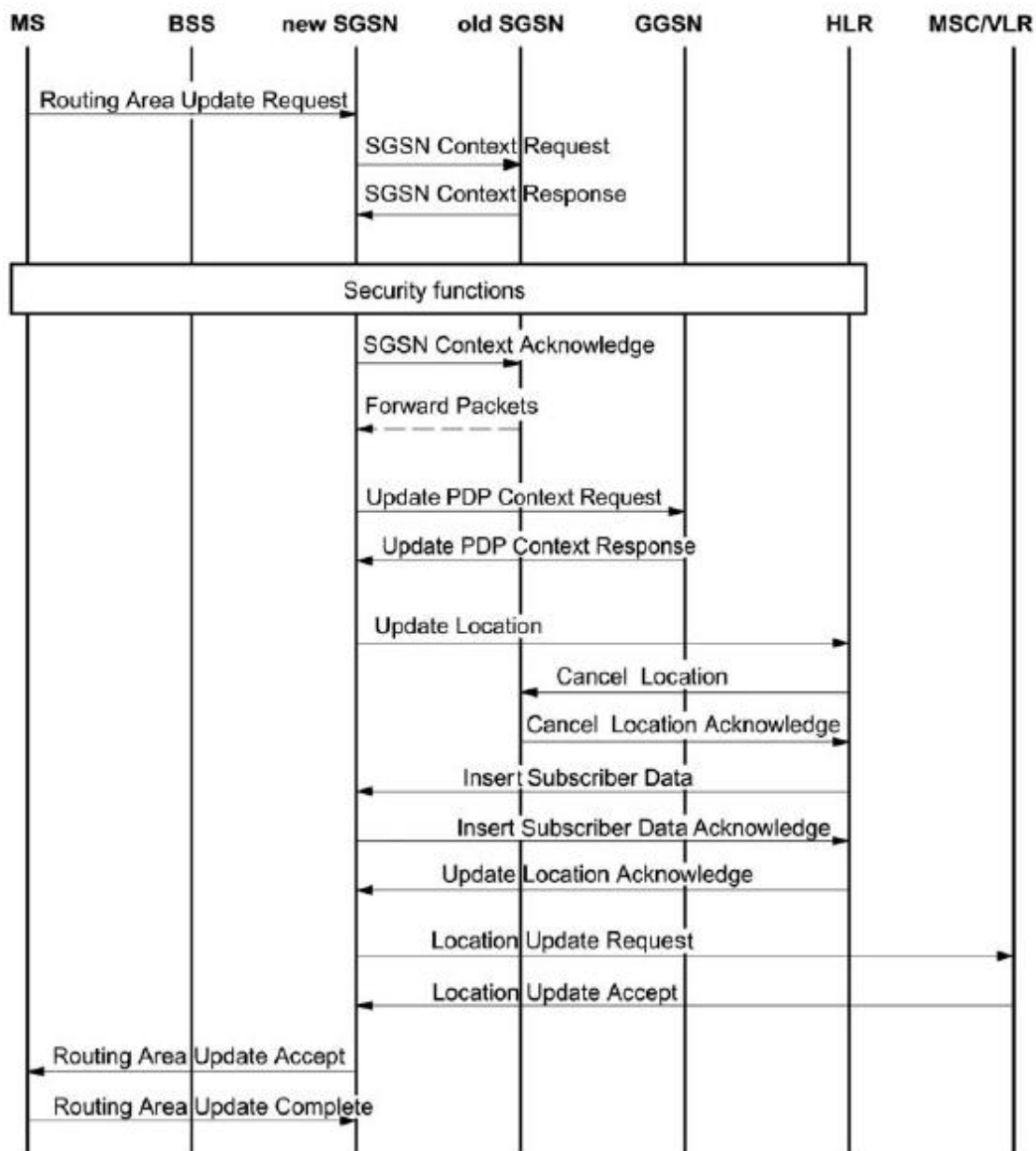
Tugas MK Nirkabel

Anggun Fitrian Isnawati, 06244
Jurusan Teknik Elektro Teknologi Informasi FT UGM,
Yogyakarta

8.1.4 Arsitektur Protokol

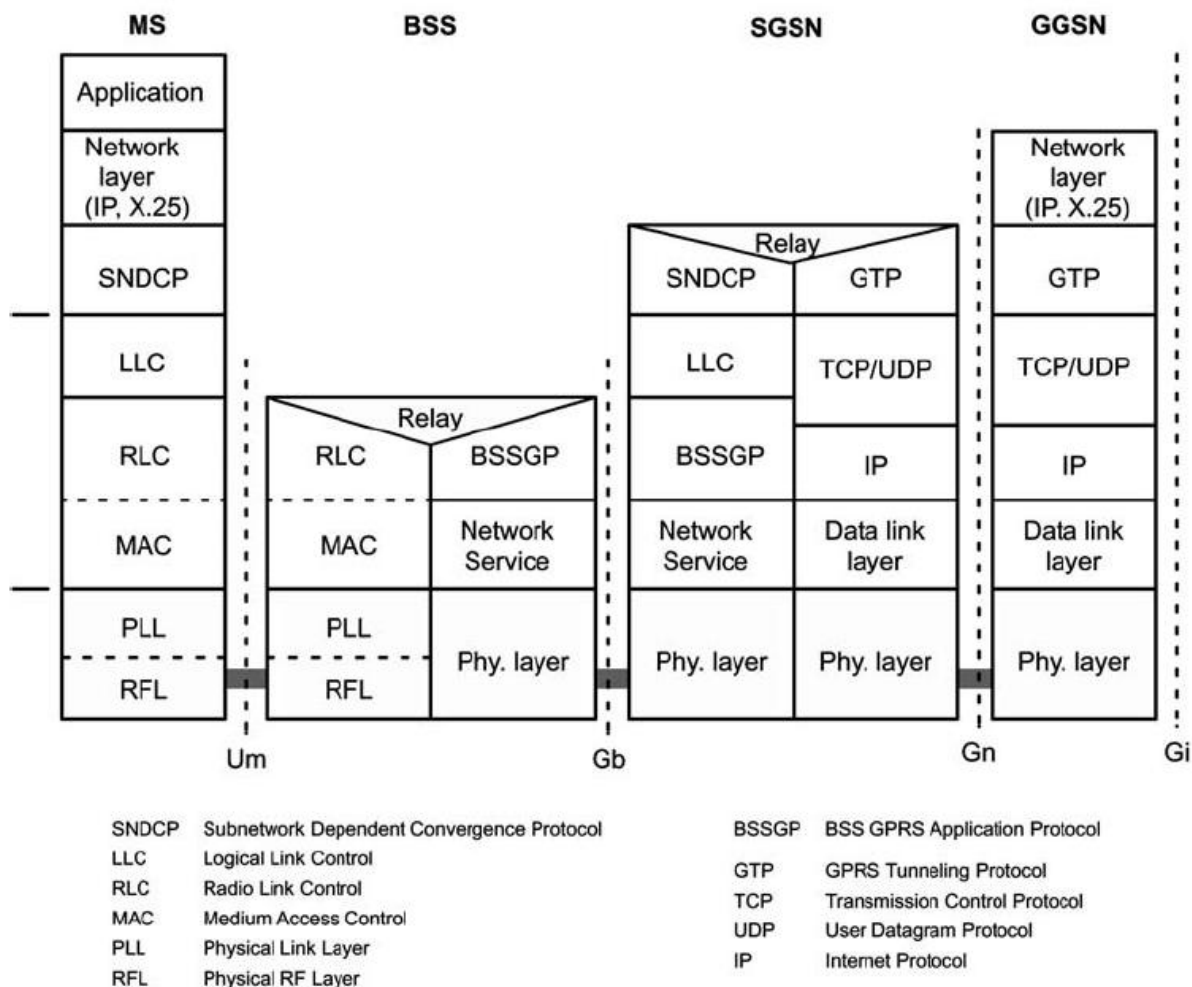
Bidang Transmisi

Gambar 8.7 mengilustrasikan arsitektur protokol dari bidang transmisi GPRS. Protokol menawarkan transmisi data pengguna dan pensinyalan yang terkait (misalnya untuk kendali aliran, deteksi kesalahan dan koreksi kesalahan). Sebuah aplikasi yang berjalan di GPRS-MS (misalnya *browser*) menggunakan IP atau X.25 pada lapisan jaringan.



Gambar 8.6 Inter-SGSN routing area update.

GPRS backbone: SGSN-GGSN. Seperti yang disebutkan sebelumnya dalam bab ini, paket IP dan X.25 dikirimkan secara enkapsulasi dalam jaringan *backbone* GPRS. Hal ini dilakukan dengan menggunakan GTP, yaitu paket GTP membawa paket IP atau X.25 pengguna. GTP didefinisikan baik di antara GSN dalam PLMN yang sama (antarmuka Gn) maupun di antara GSN dari PLMN berbeda (antarmuka Gp).



Gambar 8.7 Arsitektur protokol: bidang transmisi.

GTP berisi prosedur dalam bidang transmisi dan juga dalam bidang pensinyalan. Dalam bidang transmisi, GTP menggunakan mekanisme tunnel untuk mentransfer paket data pengguna. Dalam bidang pensinyalan, GTP menentukan kontrol *tunnel* dan protokol manajemen. Pensinyalan digunakan untuk membuat, mengubah dan menghapus *tunnel*. Sebuah *Tunnel Identifier* (TID), yang terdiri dari IMSI dari pengguna dan sebuah *Network Layer Service Access Point Identifier* (NSAPI), secara unik mengindikasikan sebuah PDP konteks. Di bawah GTP, protokol standar *Transmission Control Protocol* (TCP) atau *User Datagram Protocol* (UDP) dipekerjakan untuk mengangkut paket GTP dalam jaringan *backbone*. TCP digunakan untuk X.25 (karena X.25 membutuhkan koneksi *end-to-end* yang handal) dan UDP digunakan untuk akses ke jaringan berbasis IP (yang tidak membutuhkan kehandalan di lapisan jaringan atau di bawahnya). Di lapisan jaringan, IP digunakan untuk merutekan paket melalui jaringan *backbone*. Ethernet,

ISDN atau protokol berbasis *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) dapat digunakan di bawah IP. Sebagai ringkasan, pada jaringan *backbone* GPRS kita memiliki sebuah arsitektur protokol *IP/X.25-over-GTP-over-UDP/TCP-over-IP*.

Antarmuka udara. Berikut ini kami menjelaskan tentang antarmuka udara (Um), masing-masing antara MS dan BSS atau SGSN.

Protokol konvergensi bergantung subnetwork. *Subnetwork Dependent Convergence Protocol* (SNDCP) digunakan untuk mentransfer paket dari lapisan jaringan (paket IP dan X.25) antara MS dan SGSN. Fungsionalitasnya meliputi:

- *multiplexing* dari beberapa PDP konteks dari lapisan jaringan ke salah satu koneksi logik virtual dari lapisan *Logical Link Control* (LLC) dasar; dan
- segmentasi paket lapisan jaringan ke satu *frame* dari lapisan LLC dasar dan *reassembly* di sisi penerima.

Selain itu, SNDCP menawarkan kompresi dan dekompresi data pengguna dan informasi *header* tambahan (misalnya kompresi *header* TCP / IP).

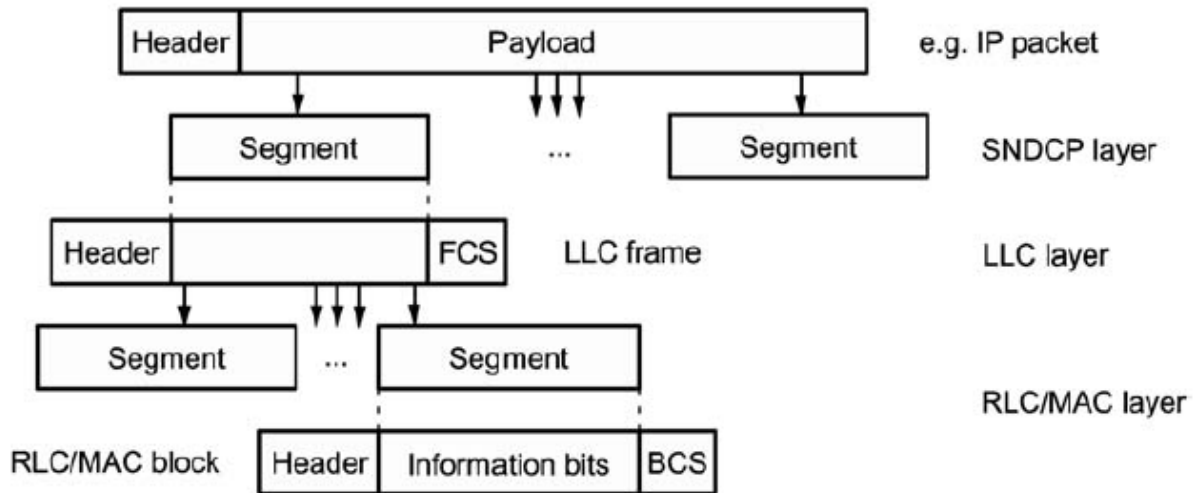
Lapisan Data link. Lapisan *data link* dibagi menjadi dua sub lapisan:

- Lapisan LLC (antara MS dan SGSN); dan
- Lapisan RLC/ *Medium Access Control* (MAC) (antara MS dan BSS).

Lapisan LLC menyediakan link logik yang handal antara MS dan SGSN yang terkait. Fungsionalitasnya didasarkan pada protokol LAPDm (yang merupakan protokol yang mirip dengan HDLC dan telah dijelaskan pada bagian 5.3.1). Fungsi LLC meliputi *in-order delivery*, kendali aliran, deteksi kesalahan, retransmisi paket (ARQ) dan fungsi penyandian. Lapisan LLC mendukung *frame* dengan panjang yang bervariasi dan berbeda kelas QoS, dan selain transfer *point-to-point* juga memungkinkan untuk transfer *point-to-multipoint*. Saluran logik secara unik dapat dialamatkan dengan *Temporary Logical Link Identifier* (TLLI). Dalam sebuah RA, pemetaan antara TLLI dan IMSI adalah unik. Namun, identitas pengguna tetap rahasia, karena TLLI berasal dari P-TMSI dari pengguna.

Lapisan RLC/ MAC memiliki dua fungsi. Tujuan dari lapisan RLC adalah untuk membentuk *link* yang handal antara MS dan BSS. Termasuk di dalamnya adalah segmentasi dan *reassembly frame* LLC ke dalam blok data RLC dan blok yang tidak terkoreksi ARQ. Lapisan MAC mengontrol upaya akses dari MSS pada kanal radio. Hal ini didasarkan pada prinsip *slotted-aloha* (bagian 4.1). Lapisan MAC menggunakan algoritma untuk resolusi pertarungan dari upaya akses, *multiplexing* statistik dari kanal dan skema penjadwalan dan prioritas, yang memperhitungkan negosiasi QoS. Di satu sisi, protokol MAC memungkinkan bahwa MS tunggal secara bersamaan menggunakan beberapa kanal fisik (beberapa *time slot* dari *frame* TDMA yang sama). Di sisi lain, protokol MAC mengendalikan *multiplexing* statistik, yaitu mengontrol bagaimana beberapa MS dapat mengakses saluran fisik yang sama (*time slot* yang sama dari *frame* TDMA berturut-turut). Hal ini dijelaskan secara lebih rinci dalam bagian 8.1.7.

Lapisan fisik. Lapisan fisik antara MS dan BSS dapat dibagi menjadi dua sub lapisan: *Physical Link Layer* (PLL) dan *Physical RF Layer* (RFL). PLL menyediakan kanal fisik antara MS dan BSS. Tugasnya meliputi pengkodean kanal (yaitu deteksi kesalahan transmisi, koreksi kesalahan dan indikasi *codeword* yang tidak terkoreksi), *interleaving* dan deteksi kemacetan saluran fisik. RFL, yang beroperasi di bawah PLL, tugasnya meliputi modulasi dan demodulasi.



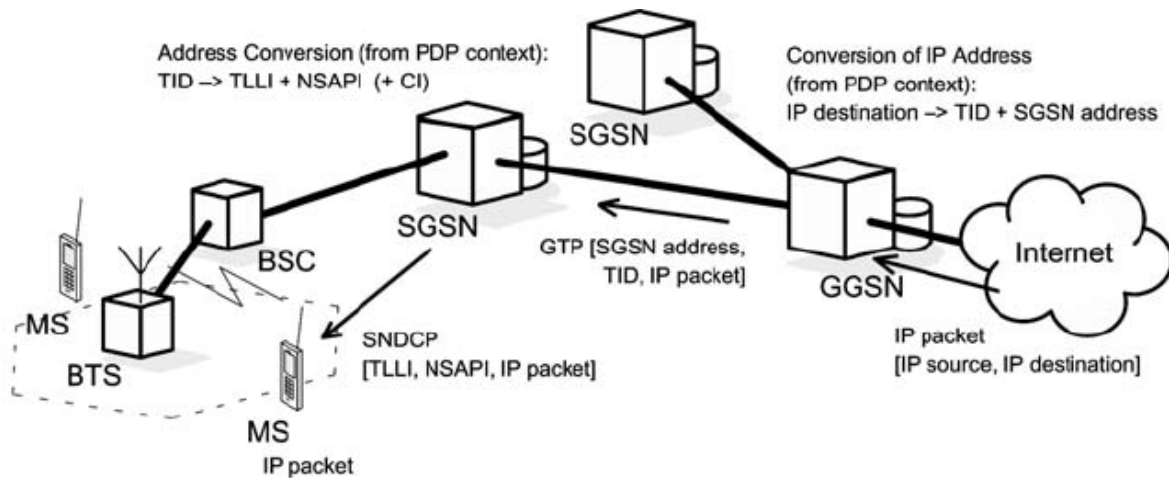
Gambar 8.8 Aliran data dan segmentasi antara lapisan-lapisan protokol pada MS.

Untuk meringkas bagian ini, Gambar 8.8 menggambarkan aliran data antara lapisan-lapisan protokol pada MS. Paket dari lapisan jaringan (misalnya paket IP) yang disampaikan ke lapisan SNDCP, dimana paket-paket ini tersegmentasi untuk *frame* LLC. Setelah menambahkan informasi header dan *Frame Check Sequence* (FCS) untuk proteksi kesalahan, *frame* tersebut disegmentasi ke dalam satu atau beberapa blok data RLC dan kemudian hasilnya disampaikan ke lapisan MAC. Satu blok RLC / MAC berisi sebuah header MAC dan RLC, RLC *payload* ('bit-bit informasi') dan *Block Check Sequence* (BCS) di akhir blok. Pengkodean kanal dari blok RLC/MAC dan pemetaan ke dalam *burst* di lapisan fisik dijelaskan pada bagian 8.1.7.

Antarmuka BSS-SGSN. Pada antarmuka Gb, Protokol Aplikasi BSS GPRS (BSSGP) didefinisikan pada Layer 3. Protokol ini berasal dari BSSMAP, yang telah dijelaskan dalam bagian 5.3.1. BSSGP memberikan perutean dan informasi terkait QoS antara BSS dan SGSN. Protokol *Network Service* (NS) didasarkan pada protokol *frame relay*.

Perutean dan konversi alamat

Sekarang kita menjelaskan contoh perutean dari bagian 8.1.3 secara rinci. Gambar 8.9 mengilustrasikan secara kasar mengenai transfer dari sebuah paket IP yang masuk. Paket IP tiba di GGSN, kemudian dikirim melalui *backbone* GPRS ke SGSN yang ditugaskan dan akhirnya ke MS. Menggunakan konteks PDP, GGSN menentukan dari alamat tujuan IP TID dan alamat IP dari SGSN yang relevan. Antara GGSN dan SGSN, digunakan GTP. SGSN memperoleh TLLI dari TID dan akhirnya mentransfer paket IP ke MS. NSAPI merupakan bagian dari TID tersebut. NSAPI memetakan alamat IP yang diberikan ke konteks PDP yang sesuai. Sebuah pasangan NSAPI/ TLLI adalah unik dalam satu RA. Gambar 8.10 memberikan contoh serupa dengan paket IP *outgoing* (*mobile originated*).



Addresses:

IP Destination address

TID Tunnel Identifier

SGSN Address IP Address of SGSN

TLLI

NSAPI

CI

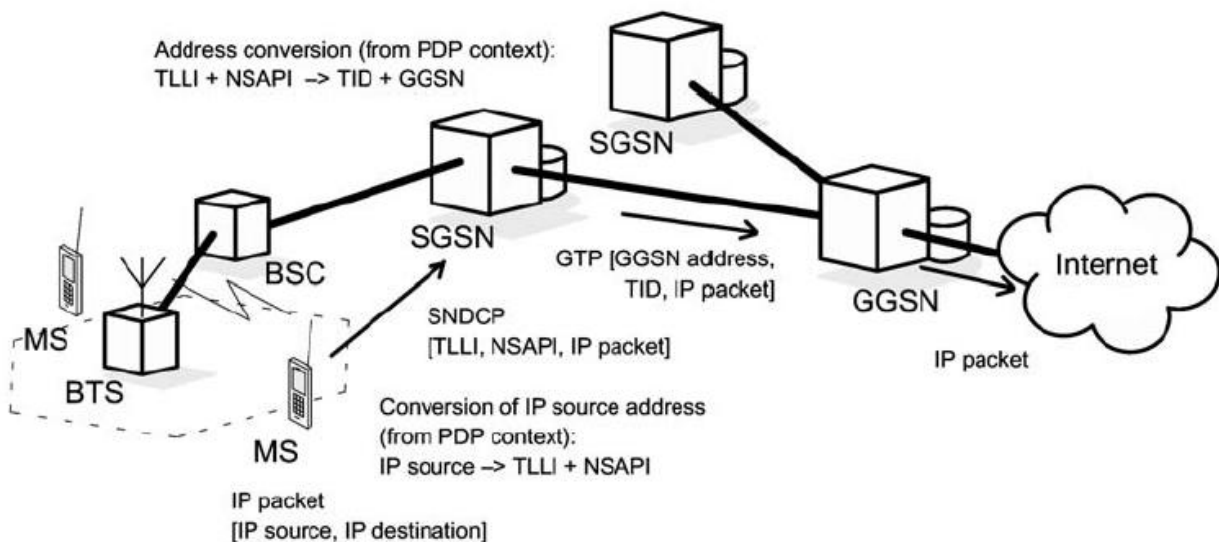
Temporary Logical Link Identity

Network Layer Service Access

Point Identifier

Cell Identifier

Gambar 8.9 Perutean dan konversi alamat: paket IP *incoming* (mobile-terminated data transfer).

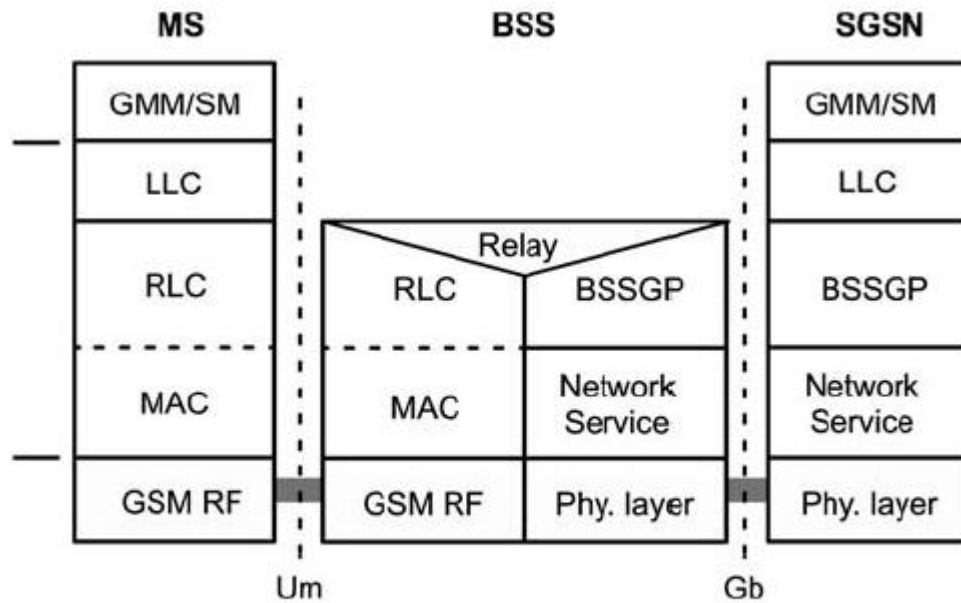


Gambar 8.10 Perutean dan konversi alamat: paket IP *outgoing* (mobile-originated data transfer).

8.1.5 Bidang pensinyalan

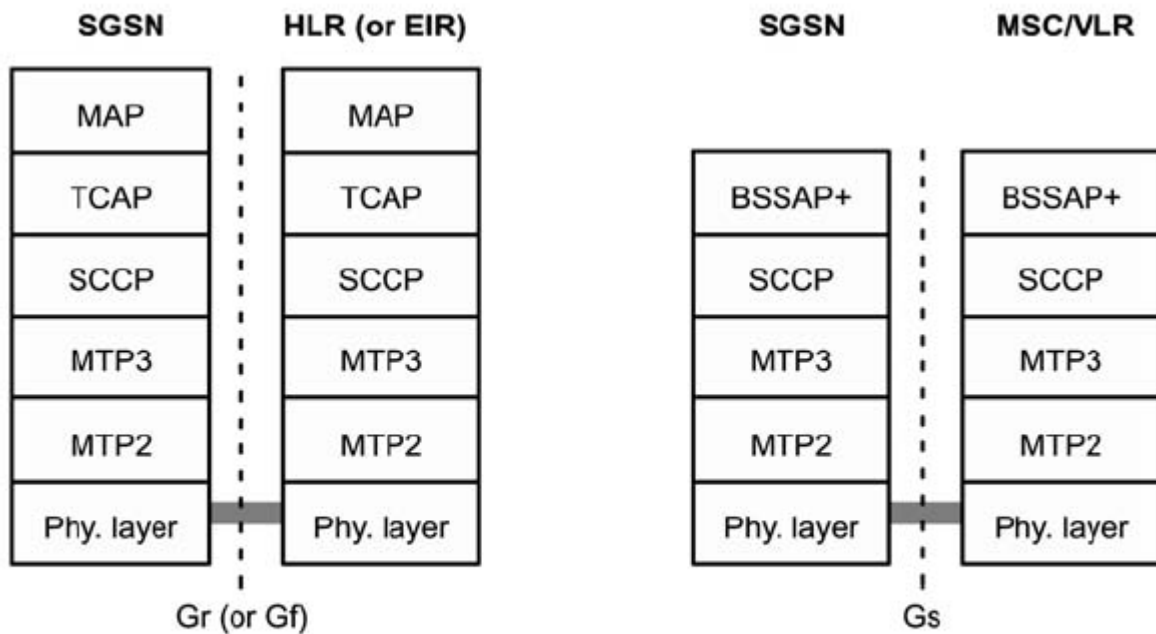
Arsitektur protokol bidang pensinyalan terdiri dari protokol untuk kontrol dan mendukung fungsi-fungsi dari bidang transmisi, misalnya, untuk eksekusi GPRS *attach* dan *detach*, aktivasi konteks PDP, kontrol jalur perutean dan alokasi sumber daya jaringan.

Antara MS dan SGSN (Gambar 8.11), protokol Manajemen Mobilitas GPRS dan Manajemen Sesi (GMM/ SM) bertanggung jawab untuk mobilitas dan manajemen sesi.



GMM/SM GPRS Mobility Management and Session Management Protocol
 GSM RF GSM physical layer at the air interface (i.e. PLL and RFL)

Gambar 8.11 Bidang pensinyalan: MS-SGSN.



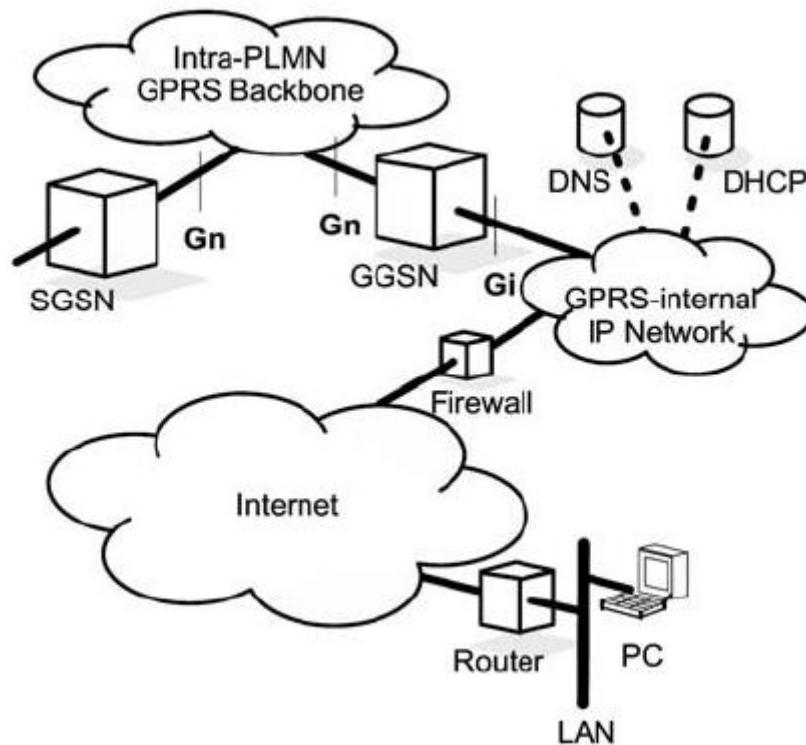
MAP Mobile Application Part
 TCAP Transaction Capabilities Application Part

BSSAP+ BSS Application Part +
 SCCP Signaling Connection Control Part
 MTP Message Transfer Part

Gambar 8.12 Bidang pensinyalan: SGSN-HLR, SGSN-EIR dan SGSN-MSC/VLR.

Hal ini termasuk fungsi-fungsi untuk GPRS *attach/ detach*, aktivasi konteks PDP, *update* daerah perutean dan prosedur keamanan.

Arsitektur pensinyalan antara SGSN dan register HLR, VLR dan EIR (Gambar 8.12) menggunakan protokol yang dikenal dari GSM konvensional (bagian 5.3) dan sebagian mengembangkannya dengan fungsionalitas spesifik GPRS. Antara SGSN dan HLR serta antara SGSN dan EIR, digunakan sebuah MAP yang disempurnakan. Pertukaran pesan MAP dicapai atas TCAP, SCCP dan MTP.



Gambar 8.13 Interkoneksi GPRS-Internet.

BSS *Application Part* (BSSAP +) meliputi fungsi-fungsi BSSAP GSM. BSSAP diterapkan untuk mentransfer informasi pensinyalan antara SGSN dan VLR (antarmuka Gs). Termasuk juga, khususnya, pensinyalan dari manajemen mobilitas saat diperlukan adanya koordinasi GPRS dan fungsi-fungsi GSM konvensional (misalnya untuk GPRS gabungan dan *update* lokasi nonGPRS, gabungan GPRS/ IMSI *attach* atau *paging* dari MS melalui GPRS untuk panggilan GSM *incoming*).

8.1.6 Interworking dengan jaringan IP

Gambar 8.13 memberikan contoh bagaimana jaringan GPRS saling berhubungan dengan internet. Dari luar, yaitu dari titik pandang jaringan IP eksternal, jaringan GPRS terlihat seperti sebuah sub jaringan IP lainnya dan GGSN tampak seperti IP router biasa.

Sebagaimana dijelaskan dalam bagian 8.1.3, masing-masing MS memperoleh satu alamat IP setelah GPRS *attach*, yang berlaku selama durasi sesi. Penyedia jaringan telah mencadangkan sejumlah alamat IP tertentu, dan dapat secara dinamis menetapkan alamat ini untuk MS aktif. Untuk melakukannya, penyedia jaringan dapat memasang server *Dynamic Host Configuration*

Protocol (DHCP) di jaringannya. Server ini secara otomatis mengelola ruang alamat yang tersedia. Resolusi alamat antara alamat IP dan alamat GSM dilakukan oleh GGSN, menggunakan PDP konteks yang sesuai. Perutean paket IP dan *tunneling* melalui *backbone* intra-PLMN (menggunakan GTP) telah dijelaskan dalam bagian 8.1.1, 8.1.3 dan 8.1.4.

Selain itu, *Domain Name Server* (DNS) digunakan untuk memetakan antara alamat IP dan nama *host*. Untuk melindungi PLMN dari akses yang tidak sah, sebuah *firewall* dipasang antara jaringan GPRS privat dan jaringan IP eksternal.

Dengan konfigurasi ini, GPRS dapat dilihat sebagai ekstensi *wireless* dari Internet ke MS. Pengguna *mobile* telah memiliki koneksi langsung ke Internet.

8.1.7 Antarmuka udara

Antarmuka udara yang disempurnakan dari GPRS menawarkan kecepatan data yang lebih tinggi dan transmisi berorientasi paket. Oleh karena itu, antarmuka udara dianggap sebagai salah satu aspek kunci dalam GPRS. Pada bagian ini, akan dijelaskan bagaimana beberapa MS dapat berbagi satu kanal fisik (akses jamak) dan bagaimana penugasan sumberdaya radio antara layanan GSM *circuit-switched* dan layanan GPRS terkendali. Setelah itu, dilanjutkan dengan kanal logik dan pemetaannya ke dalam kanal fisik (menggunakan *multiframe*) dan akhirnya, pengkodean kanal GPRS menjadi simpulan dari bab ini.

Akses jamak dan pengelolaan sumber daya radio

Pada lapisan fisik, GPRS menggunakan kombinasi GSM FDMA dan TDMA dengan delapan *time slot* per *frame* TDMA (sebagaimana dijelaskan pada bagian 4.2.2). Namun, beberapa metode baru digunakan untuk alokasi kanal dan akses jamak. Mereka memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja GPRS.

Pada GSM *circuit-switched*, kanal fisik (yakni satu *time slot frame* TDMA berturut-turut) secara permanen dialokasikan untuk suatu MS tertentu selama periode panggilan keseluruhan (tidak peduli apakah data ditransmisikan atau tidak). Selain itu, kanal fisik ditugaskan pada kanal *uplink* maupun *downlink*.

GPRS memungkinkan skema alokasi sumber daya yang jauh lebih fleksibel untuk transmisi paket. Sebuah MS GPRS dapat mengirimkan pada beberapa dari delapan *time slot* dalam *frame* TDMA yang sama (operasi *multislot*). Jumlah *time slot* yang dapat digunakan MS disebut kelas *multislot*. Selain itu, kanal *uplink* dan *downlink* dialokasikan secara terpisah, yang menyimpan sumber daya radio, khususnya untuk trafik asimetris (seperti *Web browsing*).

Sebuah sel yang mendukung GPRS harus mengalokasikan kanal fisik untuk trafik GPRS. Dengan kata lain, sumber daya radio dari sebuah sel dibagi oleh semua MS (GSM dan GPRS) yang terletak di dalam sel ini. Pemetaan kanal fisik baik ke layanan GPRS atau layanan GSM *circuit-switched* dapat dilakukan dengan cara yang dinamis. Sebuah kanal fisik yang telah dialokasikan untuk transmisi GPRS dinotasikan sebagai *Packet Data Channel* (PDCH). Jumlah PDCH dapat disesuaikan dengan permintaan trafik saat ini (kapasitas pada prinsip permintaan). Sebagai contoh, kanal fisik yang tidak sedang digunakan oleh panggilan GSM dapat dialokasikan sebagai PDCH untuk GPRS untuk meningkatkan QoS GPRS. Ketika ada permintaan sumber daya untuk panggilan GSM, mungkin PDCH tidak akan dialokasikan.

Seperti yang telah disebutkan, kanal fisik untuk transmisi *packet-switched* (PDCH) hanya dialokasikan untuk suatu MS tertentu ketika MS tersebut mengirim atau menerima paket data, dan bebas/putus setelah transmisi. Dengan prinsip alokasi kanal dinamis ini, beberapa MS dapat

berbagi satu kanal fisik. Untuk trafik yang padat, hal ini menghasilkan penggunaan sumber daya radio yang lebih efisien.

Alokasi kanal dikontrol oleh BSC. Untuk mencegah adanya tabrakan, jaringan mengindikasikan kanal mana yang saat ini tersedia pada *downlink*. *Uplink State Flag* (USF) pada *header* paket *downlink* menunjukkan MS mana yang diijinkan untuk menggunakan kanal ini pada *uplink*. Alokasi PDCH ke MS juga tergantung pada kelas *multislot* dan QoS dari sesi ini.

Tabel 8 .3 Kanal Logik pada GPRS

Group		Channel	Function	Direction
Traffic channels	Packet data traffic channel	PDTCH	Packet data traffic	MS ↔ BSS
Signaling channels	Packet broadcast control channel	PBCCH	Packet broadcast control	MS ← BSS
	Packet common control channel (PCCCH)	PRACH	Packet random access	MS → BSS
		PAGCH	Packet access grant	MS ← BSS
		PPCH	Packet paging	MS ← BSS
		PNCH	Packet notification	MS ← BSS
	Packet dedicated control channels	PACCH	Packet associated control	MS ↔ BSS
		PTCCH	Packet timing advance control	MS ↔ BSS

Kanal Logik

Tabel 8.3 berisi kanal logik data paket yang didefinisikan dalam GPRS. Seperti halnya kanal logik pada GSM konvensional, kanal logik data paket dapat dibagi menjadi dua kategori: kanal trafik dan kanal pensinyalan (kontrol). Kanal pensinyalan lebih lanjut dapat dibagi menjadi kanal kontrol penyiaran (*broadcast*) paket, kanal kontrol umum paket, dan kanal kontrol khusus paket.

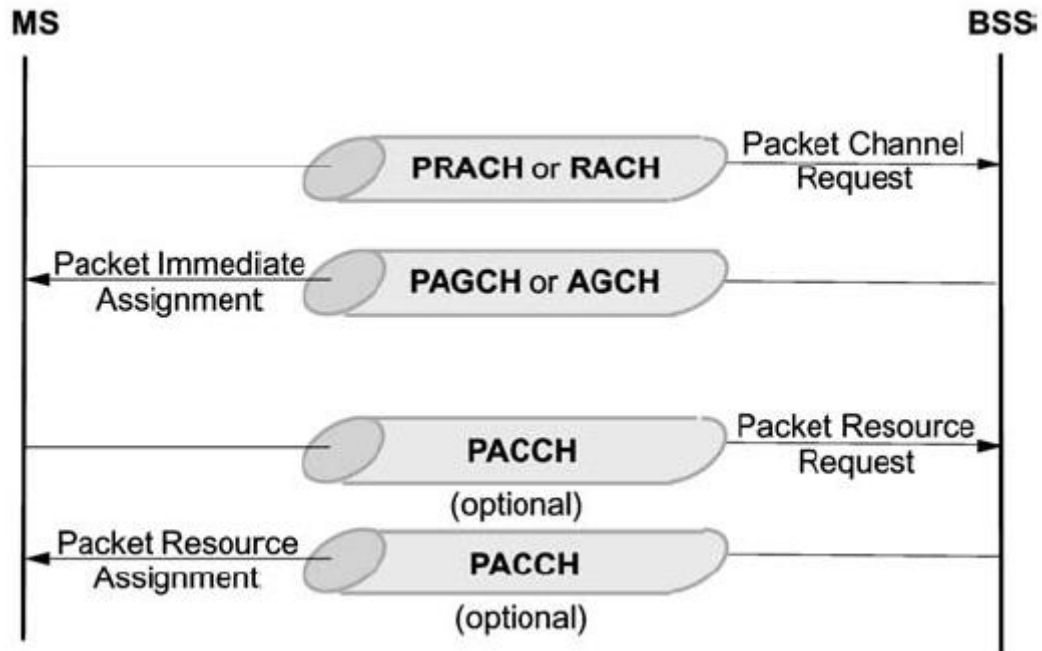
Packet Data Traffic Channel (PDTCH) digunakan untuk transfer data pengguna dan ditugaskan untuk satu MS (atau, dalam kasus PTM, untuk beberapa MS). Satu MS dapat menggunakan beberapa PDTCH secara bersamaan.

Packet Broadcast Control Channel (PBCCH) adalah kanal pensinyalan *point-to-multipoint* satu arah dari BSS ke MS. PBCCH digunakan oleh BSS untuk informasi broadcast tentang organisasi jaringan radio GPRS untuk semua MS GPRS dari sebuah sel. Selain untuk informasi sistem tentang GPRS, PBCCH juga digunakan untuk informasi sistem siaran yang penting tentang layanan *circuit-switched*, sehingga MS GSM/ GPRS tidak perlu memperdulikan BCCH.

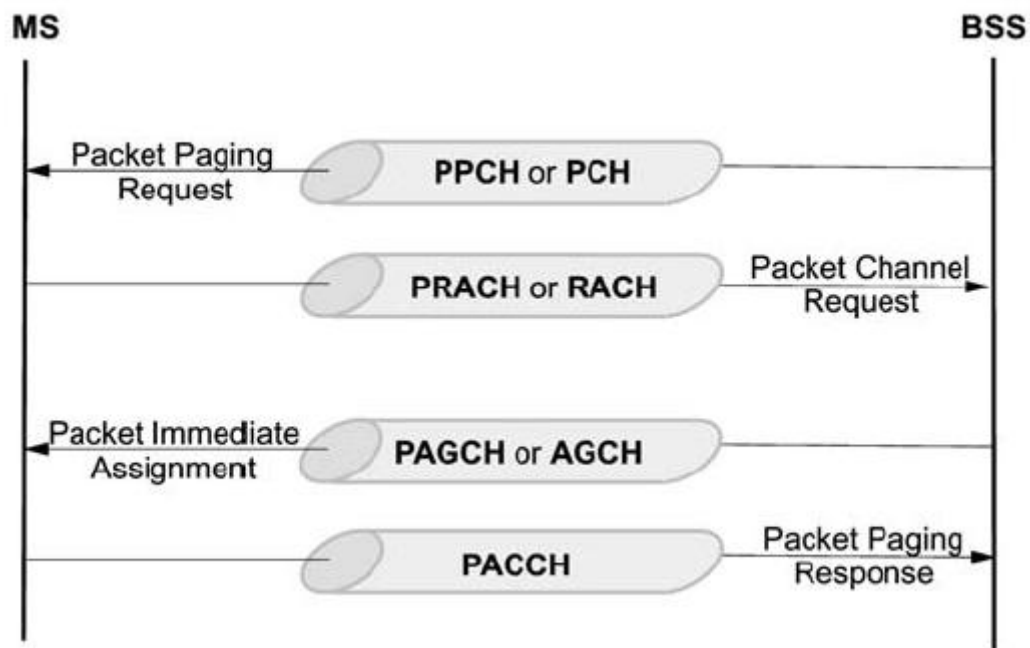
Packet Common Control Channel (PCCCH) mengangkut informasi pensinyalan untuk fungsi-fungsi manajemen akses jaringan, yaitu untuk alokasi kanal radio, *medium access control* (MAC) dan *paging*. Empat sub-kanal didefinisikan sebagai berikut:

- *Packet Random Access Channel* (PRACH) digunakan oleh MS untuk meminta satu atau lebih PDTCH;
- *Packet Access Grant Channel* (PAGCH) digunakan untuk mengalokasikan satu atau lebih PDTCH ke MS;

- *Packet Paging Channel* (PPCH) digunakan oleh BSS untuk mencari lokasi MS (*paging*) sebelum paket transmisi *downlink*;
- *Packet Notification Channel* (PNCH) digunakan untuk menginformasikan MSS dari pesan PTM yang masuk.



Gambar 8.14 Alokasi kanal *uplink* (*mobile-originated packet transfer*).



Gambar 8.15 *Paging* (*mobile-terminated packet transfer*).

Gambar 8,14 menunjukkan prinsip alokasi kanal *uplink* (*mobile-originated packet transfer*). Sebuah MS meminta sebuah kanal dengan mengirimkan PACKET CHANNEL REQUEST pada PRACH atau RACH. BSS menjawab masing-masing pada PAGCH atau AGCH. Setelah PAKET CHANNEL REQUEST berhasil dilakukan, selanjutnya dibentuk apa yang disebut sebagai *Temporary Blok Flow* (TBF). Dengan itu, sumber daya (seperti PDTCH dan *buffer*) dialokasikan untuk MS, dan data transmisi dapat dimulai. Selama proses transfer, USF pada *header* blok *downlink* mengindikasikan ke MS lain bahwa *uplink* PDTCH ini telah digunakan. Pada sisi penerima, *Temporary Flow Identifier* (TFI) digunakan untuk membantu memasang kembali paket. Setelah semua data telah ditransmisikan, TBF dan sumber daya dibebaskan kembali. Gambar 8.15 mengilustrasikan prosedur *paging* dari sebuah *mobile stasiun* (*mobile-terminated packet transfer*).

Kanal kontrol khusus paket adalah kanal pensinyalan *point-to-point* dua arah. Kanal ini berisi kanal-kanal sebagai berikut.

Tabel 8.4 Kanal logik pada GPRS.

Channel type	Net data throughput (kbit/s)	Block length (bits)	Block distance (ms)
PDTCH (CS-1)	9.05	181	–
PDTCH (CS-2)	13.4	268	–
PDTCH (CS-3)	15.6	312	–
PDTCH (CS-4)	21.4	428	–
PACCH	Changes dynamically		
PBCCH	$s \times 181/120$	181	120
PAGCH	Changes dynamically	181	–
PNCH	Changes dynamically	181	–
PPCH	Changes dynamically	181	–
PRACH (8 bit Access burst)	Changes dynamically	8	–
PRACH (11 bit Access burst)	Changes dynamically	11	–

- *Packet Associated Control Channel* (PACCH) selalu dialokasikan dalam kombinasi dengan satu atau lebih PDTCH. Kanal ini mengirimkan informasi pensinyalan yang berkaitan dengan satu MS tertentu (misalnya informasi kontrol daya).
- *Timing Advance Packet Control Channel* (PTCCH) digunakan untuk sinkronisasi *frame* adaptif. MS mengirimkan melalui bagian *uplink* dari PTCCH, PTCCH / U, AB ke BTS. Dari keterlambatan trafik ini, nilai yang benar untuk TA dapat diperoleh; lihat bagian 4.3.2. Nilai ini kemudian ditransmisikan ke bagian *downlink*, yaitu PTCCH/D, untuk menginformasikan MS.

Koordinasi antara kanal logik *circuit-switched* dan *packet-switched* juga memungkinkan. Jika PCCCH tidak tersedia dalam sel, maka MS GPRS dapat menggunakan CCCH dari GSM *circuit-switched* untuk memulai transfer paket. Terlebih lagi, jika PBCCH tidak tersedia, maka MS GPRS dapat memperoleh informasi sistem yang diperlukan melalui BCCH.

Tabel 8.4 berisi panjang blok dan *throughput* data dari kanal GPRS logik (bandingkan dengan Tabel 4.2). Empat skema pengkodean yang berbeda (CS-1 sampai CS-4) ditetapkan untuk transmisi data pada PDTCH. Hal ini dijelaskan pada bagian 8.1.7.

Seperti pada GSM *circuit-switched*, kanal logik GPRS dapat digunakan hanya dalam kombinasi tertentu saja. Kombinasi yang diijinkan ini untuk *multiplexing* kanal logik ke kanal fisik sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 8.5. Selain itu, Tabel 8.6 menunjukkan konfigurasi kanal dapat digunakan oleh MS GPRS (tergantung pada kondisinya). Kombinasi M9 merepresentasikan MS dalam kondisi IDLE menunggu untuk paket masuk. Kombinasi M10 adalah MS transmisi dengan kemampuan *multislot*. Beberapa PDTCH ditugaskan ke MS tunggal, dimana n menunjukkan jumlah PDTCH yang memungkinkan transmisi dua arah, dan m menunjukkan jumlah PDTCH yang memungkinkan transmisi hanya satu arah. Kami memiliki: $n = 1, \dots, 8$, $m = 0, \dots, 8$ dan $n + m = 1, \dots, 8$.

Tabel 8.5 Kombinasi kanal-kanal GPRS logik

	B10	B11	B12	B13
PDTCH				
PBCCH				
PCCCH				
PACCH				
PTCCH				

Tabel 8.6 Kombinasi kanal yang digunakan oleh MS.

	M9	M10
PDTCH		$n+m$
PBCCH		
PCCCH		
PACCH		
PTCCH		

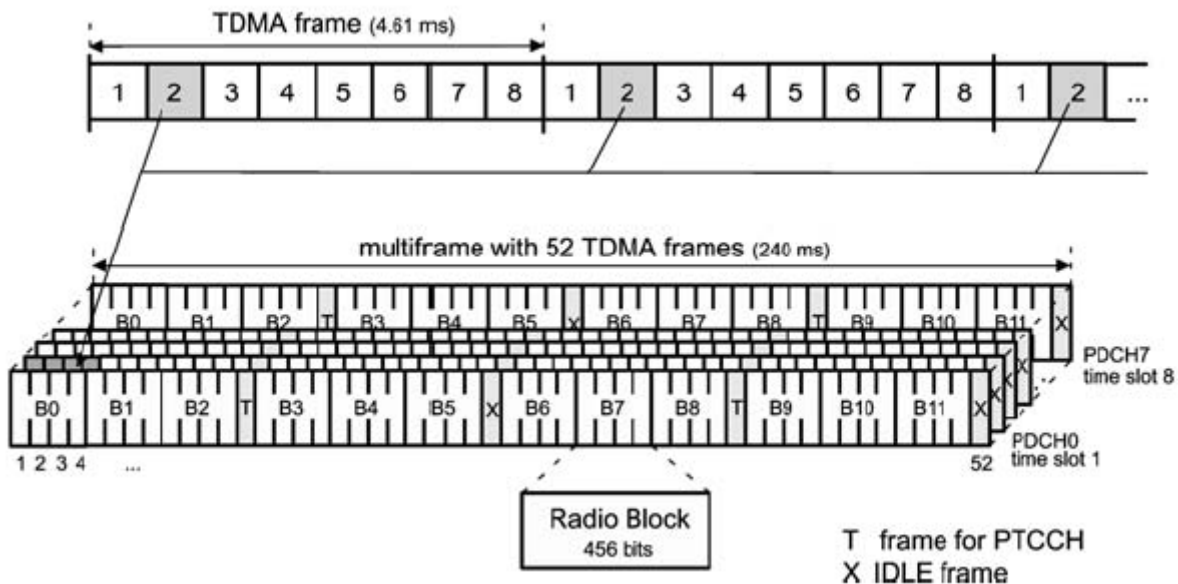
Pemetaan kanal logik data paket ke dalam kanal fisik

Dari bagian 4.4 kita tahu bahwa pemetaan kanal GSM logik ke kanal fisik memiliki dua komponen: pemetaan dalam frekuensi dan pemetaan dalam waktu. Pemetaan dalam frekuensi didasarkan pada jumlah *frame* TDMA dan frekuensi yang dialokasikan ke BTS dan MS. Pemetaan dalam waktu didasarkan pada definisi dari struktur *multiframe* kompleks pada bagian atas *frame* TDMA.

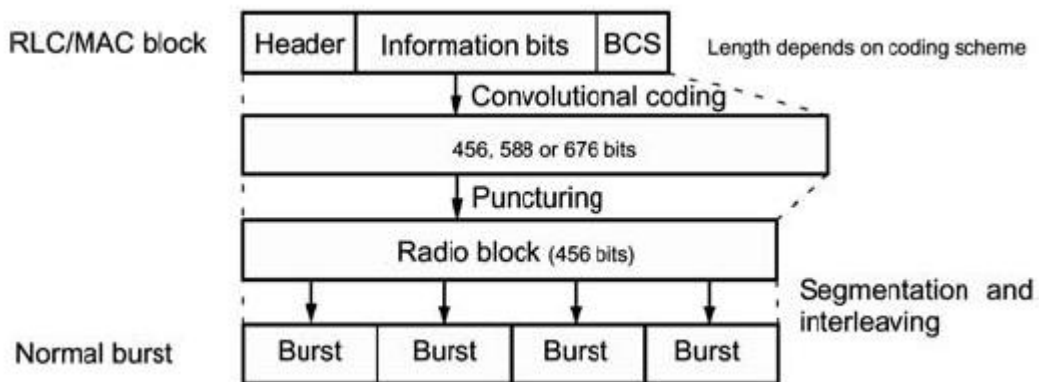
Struktur *multiframe* untuk PDCH terdiri dari 52 *frame* TDMA (masing-masing dengan delapan *time slot*) ditunjukkan pada Gambar 8.16. *Time slot* yang sesuai dari PDCH dari empat berturut-turut *frame* TDMA membentuk satu blok radio (blok B0-B11). Dua *frame* TDMA disediakan untuk transmisi PTCCH, dan dua *frame* sisanya merupakan *frame* IDLE. Sebuah *multiframe* mempunyai durasi sekitar 240 ms ($52 \times 4,615$ ms). Sebuah balok radio terdiri dari 456 bit.

Pemetaan dari kanal logik kedalam blok B0-B11 dari *multiframe* dapat bervariasi dari blok ke blok dan dikendalikan oleh parameter yang disiarkan pada PBCCH. Rekomendasi GPRS menentukan *time slot* mana yang dapat digunakan oleh kanal logik.

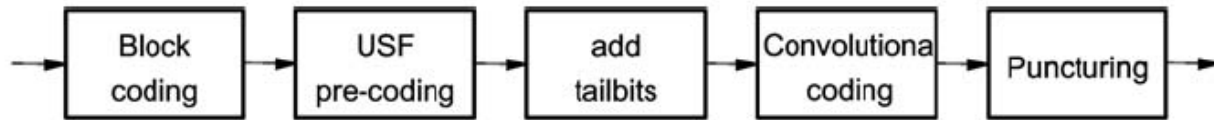
Selain struktur 52-*multiframe*, yang dapat digunakan oleh semua kanal GPRS logik, struktur 51-*multiframe* juga dapat digunakan. Struktur ini digunakan untuk PDCH yang hanya membawa kanal logik PCCCH dan PBCCH (kombinasi kanal B13 pada Tabel 8.5). Pada kanal *downlink*, struktur terdiri dari 10 blok masing-masing 4 *frame* (B0-B9) dan 10 *frame* IDLE. Pada kanal *uplink*, struktur ini memiliki 51 *frame* akses acak dengan durasi 235,4 ms.



Gambar 8.16 Struktur *multiframe* dengan 52 *frame* TDMA.



Gambar 8.17 Lapisan fisik pada antarmuka udara: pengkodean kanal, *interleaving* dan formasi dari *burst* (lanjutan dari Gambar 8.8).



Gambar 8.18 Pengkodean dari blok data GPRS.

Pengkodean Kanal

Gambar 8.17 menunjukkan bagaimana blok dari lapisan RLC/ MAC (bandingkan dengan Gambar 8.8) dikodekan dan dipetakan ke dalam empat *burst*. Pengkodean kanal digunakan untuk melindungi paket data yang dikirimkan dari kesalahan dan melakukan koreksi kesalahan (*forward error correction*). Teknik pengkodean kanal pada GPRS sangat mirip dengan yang digunakan dalam GSM konvensional. Digunakan sebuah pengkodean blok luar, sebuah pengkodean konvolusional dalam dan skema *interleaving* (Gambar 4.29).

Didefinisikan empat skema pengkodean dengan kecepatan kode yang berbeda-beda. Parameter-parameternya dapat dilihat pada Tabel 8.7. Untuk setiap skema, sebuah blok 456 bit dihasilkan setelah pengkodean. Gambar 8.18 mengilustrasikan proses pengkodean, yang secara singkat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 8.7 Skema pengkodean kanal untuk kanal trafik pada GPRS.

Coding scheme	Pre-encoded USF	Infobits without USF and BCS	Parity bits BCS	Output Tail bits	convolutional encoder	Punctured bits	Code rate	Data rate (kbit/s)
CS-1	3	181	40	4	456	0	1/2	9.05
CS-2	6	268	16	4	588	132	$\approx 2/3$	13.4
CS-3	6	312	16	4	676	220	$\approx 3/4$	15.6
CS-4	12	428	16	–	456	–	1	21.4

Misal digunakan skema pengkodean CS-2. Pertama-tama, 271 bit informasi dari blok RLC/ MAC (268 bit ditambah 3 bit USF; Tabel 8.4) dipetakan ke 287 bit menggunakan encoder blok sistematis, yaitu ditambahkan 16 bit paritas. Bit-bit paritas ini dinotasikan sebagai BCS. USF pra-pengkodean memetakan 3 bit pertama dari blok (yaitu USF) ke 6 bit secara sistematis. Setelah itu, 4 bit nol (*tail bit*) ditambahkan pada akhir seluruh blok. *Tail bit* (bit ekor) dibutuhkan untuk terminasi pengkodean konvolusi berikutnya.

Untuk pengkodean konvolusional, digunakan encoder dengan kecepatan 1/2 nonsistematis dengan memori 4, yang didefinisikan oleh generator polinomial

$$G_0(d) = 1 + d^3 + d^4,$$

$$G_1(d) = 1 + d + d^3 + d^4.$$

Encoder ini sama seperti yang digunakan pada GSM konvensional. Sebuah realisasi encoder yang mungkin ditunjukkan pada Gambar 4.32. Pada output dari encoder konvolusional, dihasilkan sebuah *codeword* dengan panjang 588 bit. kemudian, 132 bit di-puncture, sehingga

menghasilkan blok radio dengan panjang 456 bit. Jadi, kita memperoleh kecepatan kode dari encoder konvolusional (termasuk puncturing) yaitu:

$$r = \frac{6 + 268 + 16 + 4}{456} \approx \frac{2}{3}.$$

Skema pengkodean CS-1 setara dengan pengkodean dari SACCH. Kode api (*fire code*) sistematis digunakan untuk pengkodean blok (lihat bagian 4.8.1, paragraf pertama). Tidak ada pra- pengkodean dari bit USF. Pengkodean konvolusional dilakukan dengan kecepatan encoder yang dikenal yaitu 1/2, namun saat ini urutan output tidak di-*puncture*. Dengan menggunakan CS-4, 3 bit USF dipetakan ke 12 bit, dan tidak diterapkan pengkodean konvolusional.

Untuk pengkodean kanal trafik (PDTCH), dipilih salah satu dari empat skema pengkodean yang ada, tergantung pada kualitas sinyal. Dua SF pada NB (Gambar 4.7) digunakan untuk menunjukkan skema pengkodean yang digunakan. Dalam kondisi kanal yang sangat buruk, CS-1 menghasilkan data rate hanya 9,05 kb/s per *time slot*, tapi dengan pengkodean yang sangat handal. Dalam kondisi saluran yang baik, pengkodean konvolusional dilewati (CS-4), dan mampu mencapai data rate 21,4 kbit/s per *time slot*. Jadi, kita memperoleh data rate maksimum secara teoritis sebesar 171.2 kbit/s per *frame* TDMA. Dalam prakteknya, beberapa pengguna berbagi *time slot* dan, dengan demikian, *bit rate* yang jauh lebih rendah banyak tersedia untuk pengguna individu. Selain itu, kualitas saluran radio tidak akan selalu memungkinkan kita untuk menggunakan CS-4 (atau CS-4 tidak didukung oleh *mobile terminal* ataupun oleh operator jaringan). Kecepatan data yang tersedia untuk pengguna tergantung (antara lain) pada beban trafik saat ini pada sel (yaitu karakteristik jumlah pengguna dan trafiknya), skema pengkodean yang digunakan, dan kelas *multislot* dari MS. Kecepatan data antara 10 dan 50 kbit/s merupakan nilai-nilai yang realistis. Studi simulatif terhadap kinerja GPRS dapat ditemukan di Kalden *et al.* (2000).

Setelah pengkodean, *codeword* diinputkan ke blok interleaver dari 4 kedalaman. Untuk semua skema pengkodean, skema *interleaving* diketahui dari *interleaving* SACCH (lihat bagian 4.8.3, paragraf terakhir) yang digunakan. Di sisi penerima, *codeword* di-*deinterleaved*. Sebagaimana pada GSM, *decoding* dilakukan dengan menggunakan algoritma Viterbi.

Kanal pensinyalan dikodekan menggunakan CS-1, kecuali PRACH. PRACH dapat mengirimkan dua *burst* yang sangat singkat, satu *burst* dengan 8 bit informasi dan satu *burst* dengan 11 bit informasi. Pengkodean untuk 8-bit *burst* digunakan untuk RACH (lihat bagian 4.8.1 dan 4.8.2) dan pengkodean untuk 11-bit *burst* adalah versi *puncture*.