

BAB II

SISTEM TDMA

Pada komunikasi satelit di samping menggunakan sistem Frequency Division Multiplex Access (FDMA) juga digunakan sistem lain yaitu Time Division Multiple Access (TDMA). TDMA adalah sistem dimana transponder satelit diduduki oleh frekwensi pembawa (carrier) pada saat tertentu, untuk kemudian diduduki oleh frekwensi pembawa dari stasiun bumi lainnya. Setiap stasiun bumi mengirimkan sinyalnya dalam bentuk burst, dan tidak ditransmisikan terus menerus, tetapi hanya beberapa saat lamanya, umumnya dari 10-100 mikro detik dan dipancarkan secara periodik setiap 2 mili detik.

Dalam periode 2 mili detik terdapat beberapa macam burst dari stasiun bumi yang berbeda, sehingga satu transponder satelit diduduki secara bergantian menurut pembagian waktu. Semua stasiun bumi yang menggunakan satu transponder yang sama akan mempunyai frekwensi yang sama dan seluruh bandwidth transponder digunakan. Agar tidak terjadi tumpang tindih (overlap) antara burst dari beberapa stasiun bumi yang berbeda diperlukan pengendalian waktu transmisinya yang diatur dari stasiun TRMS (TDMA Reference and Monitoring Station).

Sistem transmisinya adalah digital, dimana semua kanal suara yang berbentuk analog dirubah menjadi bentuk digital, dengan sistem PCM 30 kanal menurut CCIR dengan kecepatan per kanal 64 Kbit/detik. Proses perubahan dari sinyal analog ke sinyal digital dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu :

- *Pencuplikan (sampling).*

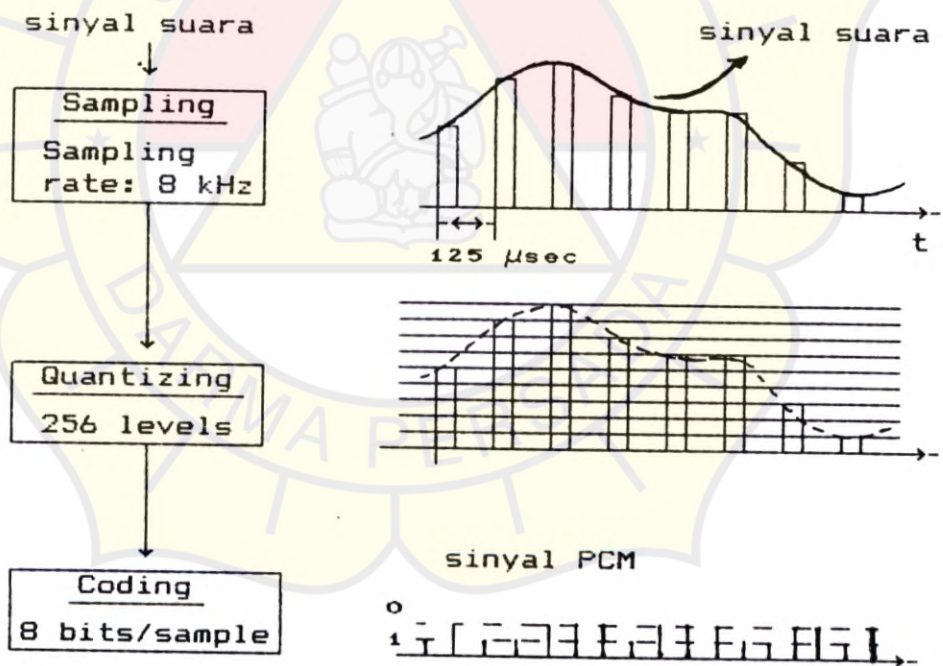
Suatu sinyal analog tidak harus dikirimkan ke tujuan secara utuh seperti apa adanya, namun cukup dengan mengambil beberapa titik yang mewakili seluruh bentuk aslinya. Untuk menjamin bahwa jumlah sample tidak akan menimbulkan cacat, harus ditentukan terlebih dahulu beberapa jumlah minimumnya. Menurut teori sampling (Nyquist Teorema) jumlah sampling paling tidak sama dengan dua kali lebar bidang frekwensi objeknya. Jadi untuk satu alur frekwensi suara yang mempunyai lebar bidang frekwensi 4 KHz, maka harus disampling minimum 8 KHz. Angka ini lazim disebut dengan frekwensi sampling dan dirumuskan $f_s \geq 2 B_w$.

- *Kuantisasi (quantizing).*

Pada tahap ini bentuk analog telah berubah menjadi bentuk pulsa-pulsa, masing-masing ketinggiannya diberi suatu harga kuantisasi, dan setiap level kuantitasasi kemudian diterjemahkan ke dalam kode-kode biner.

- *Penyandian (coding).*

Masing-masing kuantitas level akan disandikan kedalam kode-kode biner yang terdiri dari 8 bit. Sehingga dapat dihitung bahwa setiap alur frekwensi suara akan mempunyai 64 bit/detik. Angka ini disebut dengan kecepatan bit (bit rate). Dalam proses ini kemungkinan timbul cacat tetap ada, sehubungan dengan ini, maka kualitas dari sinyal ditentukan oleh banyaknya kesalahan bit yang terjadi terhadap suatu jumlah tertentu.



Gambar 2.1 Pengolahan sinyal secara PCM



2.1. Format Frame

2.1.1. Panjang Frame

Satu Frame TDMA periodenya adalah 2 mili detik antara SOF (Start of Frame) dan SOF, seperti diperlihatkan dalam gambar 2.3. Satu Frame TDMA ini terdiri dari simbol-simbol yang jumlahnya 120832 simbol. Sebuah contoh dari panjang simbol ini diperlihatkan dalam gambar 2.2.

2.1.2. Konsep A - Law

Dalam penggunaan telepon digital, ada 2 peraturan yang diakui oleh CCITT, yaitu A-Law CEPT PCM dipergunakan oleh negara-negara Eropa dan beberapa negara lain didunia, serta μ -Law T-Carrier PCM yang digunakan sebagian besar negara-negara Amerika Utara dan Jepang. INTELSAT memakai konsep A-Law Cept PCM, dengan ketentuan-ketentuan berikut :

- Kecepatan bit pada tingkat dasar dihitung dari jumlah bit dalam satu Nyquist Frame dibagi oleh lamanya waktu Nyquist Frame. Jumlah bit dalam satu Nyquist Frame adalah banyaknya time slot pada multipleks group dasar dikalikan banyak bit pada masing- masing time slot = $32 \times 8 \text{ bit} = 256 \text{ bit}$. Lebar waktu Nyquist Frame diperoleh dari kecepatan Nyquist Sampling

yang besarnya 8000 sample/detik. Jadi lebar waktu dari Nyquist Frame :

$$\frac{1}{8000 \text{ sample/detik}} = 125 \text{ mikro detik}$$

Kecepatan bitnya adalah :

$$\frac{256}{125 \times 10^{-6} \text{ detik}} = 2048 \text{ Kbit/detik}$$

- 8000 sample/detik pada kecepatan 8 bit = 64 Kbit/detik. 64 Kbit/detik sama dengan 64 simbol, dan juga 64 simbol adalah sama dengan satu kanal satelit.

- Jumlah kanal-kanal satelit per Frame TDMA 2 mili detik adalah sama dengan simbol yang ada dalam Frame TDMA dibagi 64 simbol. Jadi jumlah kanal satelit per Frame TDMA adalah :

$$\frac{120832}{64} = 1888 \text{ kanal satelit}$$

Bila preamble, guard time dan forward error correction dimasukkan ke dalam perhitungan, maka jumlah kanal satelit akan berkurang menjadi sekitar 1600.

- Jumlah bit data dalam satu Frame 2 mili detik adalah 16 Nyquist Frame \times 256 bit = 4096 bit.

Jika 2 bit dari data PCM = 1 simbol :

$$\frac{4096 \text{ bit}}{2} = 2048 \text{ simbol}$$

- Tanpa DSI banyaknya kanal terrestrial adalah

$$\frac{2048 \text{ simbol}}{64 \text{ simbol}} = 32 \text{ kanal terrestrial PCM}$$

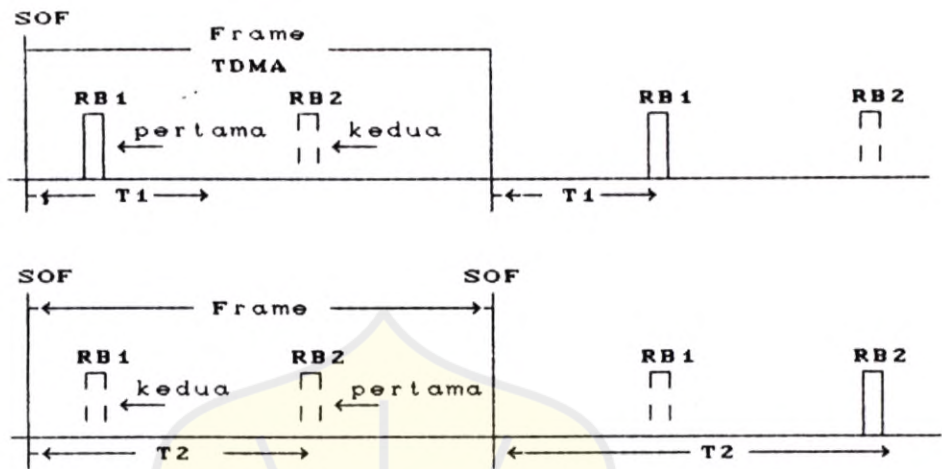
Atau sama dengan jumlah kanal satelit. Satu terminal TDMA tanpa DSI dengan 2048 simbol mewakili 32 kanal PCM keluaran dari Cept PCM codex. Kalau banyaknya simbol pada Frame TDMA adalah 120832 simbol, maka banyaknya cept PCM yang mempunyai keluaran 32 kanal adalah :

$$\frac{120832 \text{ simbol}}{2048 \text{ simbol}} = 59 \text{ Cept PCM}$$

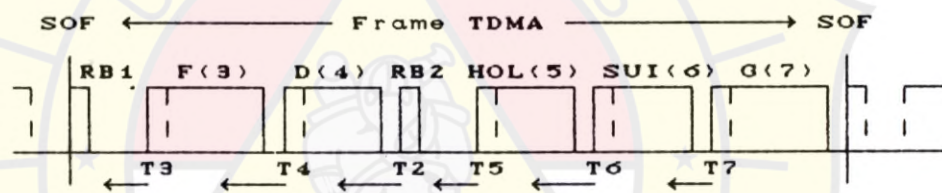
Jadi 59 Cept PCM dengan 32 kanal keluaran membutuhkan 1888 kanal terrestrial untuk memenuhi Frame TDMA dengan 120832 simbol.



a) Frame TDMA yang ditetapkan oleh burst referensi



- b) Frame TDMA dengan posisi relatif terhadap waktu serta berbagai burst referensi sebagai burst referensi pertama



- c) Burst traffic TDMA yang disinkronisasikan menggunakan hubungan preamble dengan tiap-tiap burst

Gambar 2.3 Frame TDMA

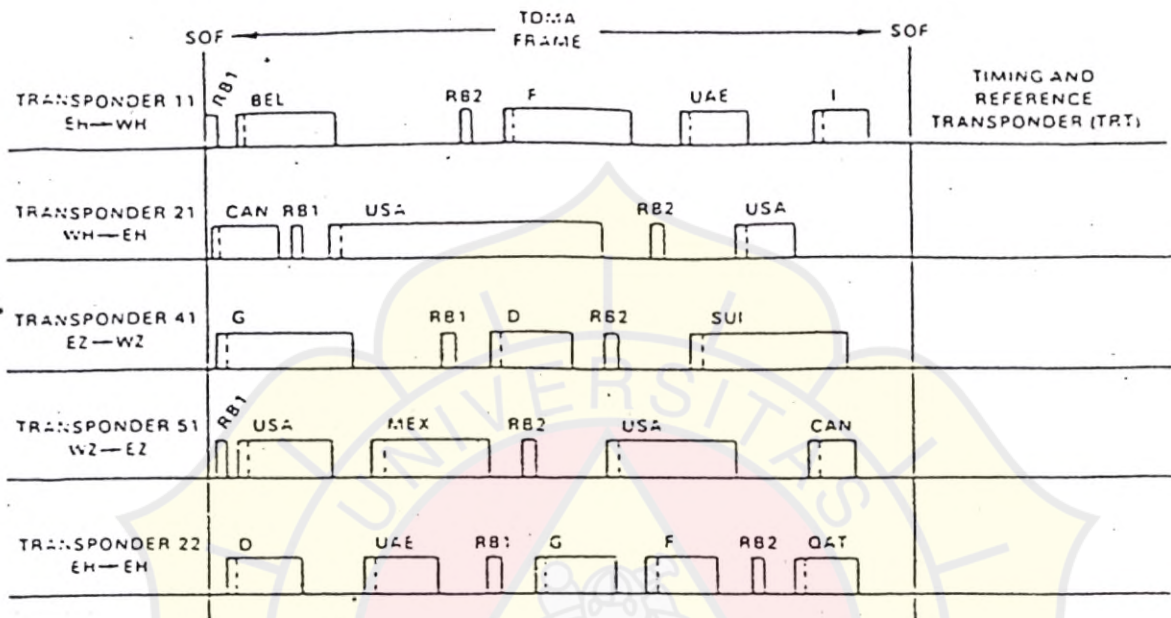
2.1.3. Struktur Frame

Frame TDMA atau referensi waktu ditentukan pada transponder satelit oleh stasiun referensi TDMA yang memancarkan satu burst referensi yang posisinya menentukan Start of Frame (SOF) seperti dalam gambar 2.3.a. Dalam sistem TDMA INTELSAT ada 2 stasiun

referensi yang setiap masing-masingnya memancarkan satu burst referensi (RB1 atau RB 2). SOF ditetapkan di terminal TDMA bagian terima berhubungan dengan burst referensi utama yang mungkin salah satu dari RB1 atau RB2.

Posisi dari burst trafik dalam frame ditentukan oleh simbol terakhir dari Unique Word dalam preamble dari burst trafik, dapat dilihat dalam gambar 2.3.c. Sinkronisasi semua burst dalam frame dikontrol oleh stasion referensi utama yang dapat mengubah posisi burst dengan pengubahan transmit delay yang dikirim ke setiap terminal.

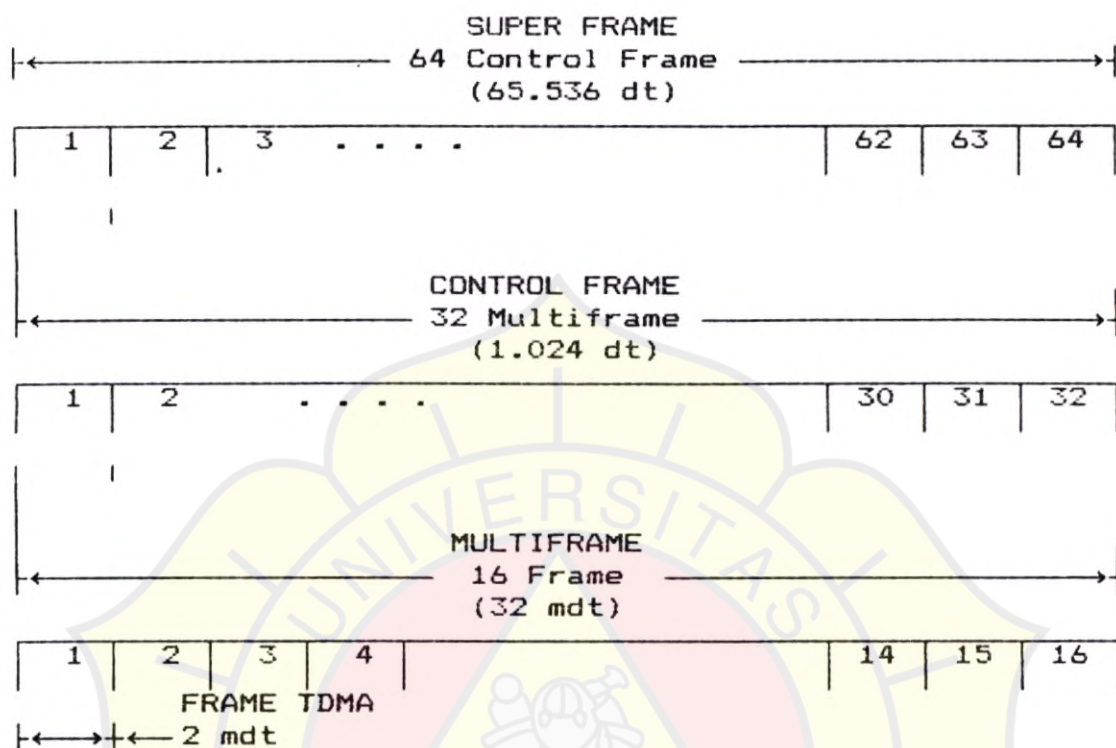
Sinkronisasi dari satu frame TDMA dapat juga diperluas terhadap transponder lain, dalam hal mana satu kelompok transponder yang disinkronisasi menggunakan satu frame TDMA secara bersama (gambar 2.4). Hal itu perlu untuk memberikan fasilitas pada kelompok transponder yang disinkronisasi untuk memastikan bahwa tumpang tindih (overlap) dari burst dapat dihindari ketika transponder hopping digunakan, dan untuk memastikan juga bahwa setiap terminal tidak diperlukan mengirim atau menerima dalam lebih dari pada satu transponder secara simultan.



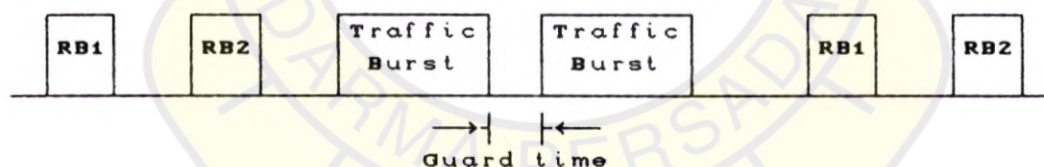
Gambar 2.4 Sinkronisasi Transponder

Untuk memberikan koordinasi jaringan, sebuah Hirarki Frame tersusun dari frame, multiframe, control frame dan super frame. Strukturnya terlihat pada gambar 2.5.

Satu frame TDMA dengan periode 2 mili detik didalam kelompok transponder yang disinkronisasi diperlihatkan pada gambar 2.6



Gambar 2.5 Hirarki Frame



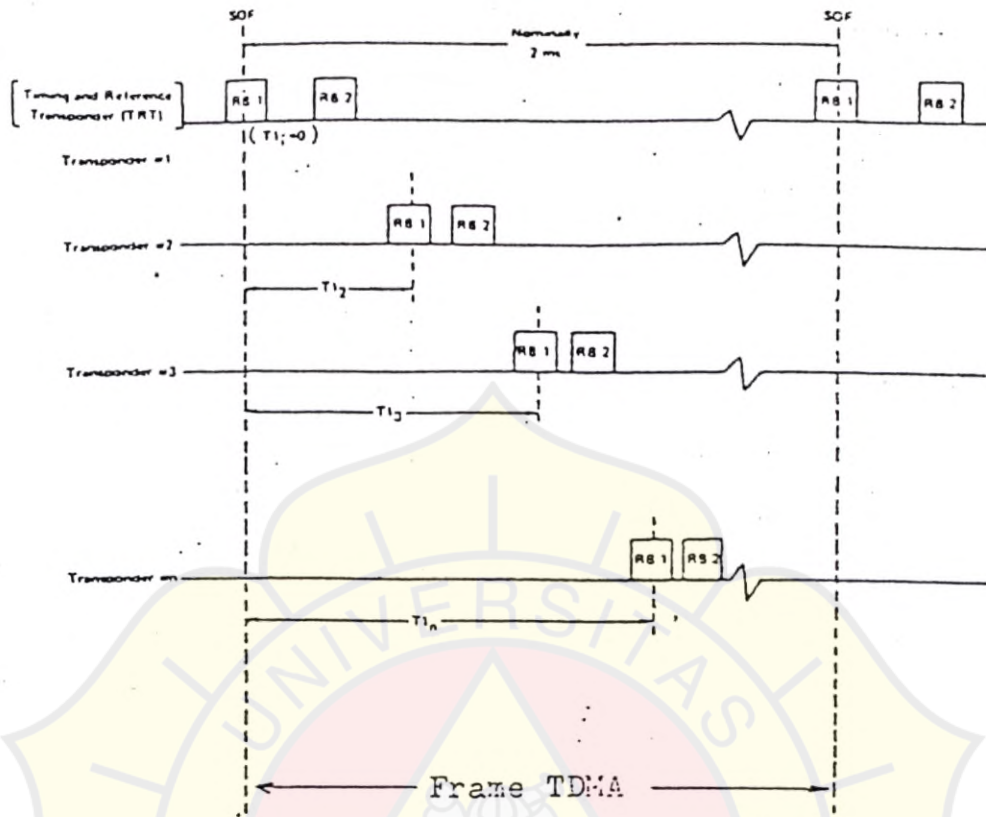
Gambar 2.6 Format Frame

Semua transponder di dalam satu kelompok akan berisi 2 burst referensi per frame. RB1 dan RB2, masing-masing dipancarkan oleh stasiun referensi yang tidak sama. Untuk memberikan waktu yang bersamaan dalam satu kelompok, maka Start of TDMA Frame (SOF) akan di-

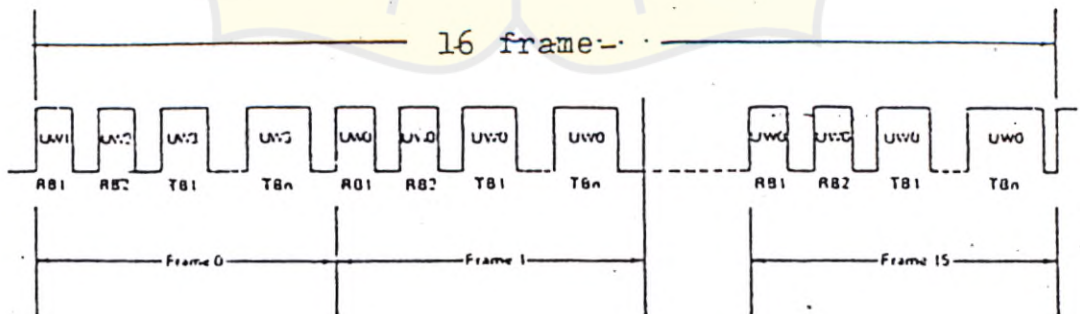
tetapkan oleh burst referensi RB1 yang terdapat dalam satu dari transponder-transponder tersebut. Transponder ini disebut Timing Referensi Transponder (TRT). Posisi setiap burst didalam kelompok berkaitan dengan SOF.

Terminal-terminal traffik dan referensi akan terkontrol oleh sepasang burst referensi RB1 dan RB2. Setiap pasang burst referensi dapat mengontrol sampai 29 terminal traffik dan 2 terminal referensi. RB1 pada transponder ini relatif terhadap RB1 pada TRT yang biasanya diimbangi oleh T_{1n} yang ditentukan sebelumnya, maupun T_{2n} yang mengimbangi RB2 dalam n transponder. Harga dari T_{1n} atau T_{2n} untuk setiap transponder ditentukan dalam Burst Time Plan (BTP). Gambar 2.7. memperlihatkan hubungan antara TRT, SOF, T_{1n} dan T_{2n} disatelit untuk sinkronisasi transponder bersama.

Satu multiframe di bentuk dari 16 frame yang berdekatan. Unique Word digunakan pada burst referensi dan burst traffik sebagai multiframe marker untuk menandakan frame pertama dari multiframe (frame no. 0), dan juga untuk menandakan tipe burstnya. Semua multiframe marker dari semua burst pada kelompok transponder yang disinkronisasi terjadi pada frame yang sama. Pada frame pertama dari sebuah multiframe, burst referensi RB1 dan RB2 berisi Unique Word No. 1 (UW1) dan Unique Word No. 2 (UW2). Sedangkan burst traffik



Gambar 2.7 Hubungan antara TRT, SOF dan T_l di Satelit berisi Unique Word No. 3 (UW3). 15 frame yang tersisa dari multiframe (frame 1 - frame 15) baik pada burst referensi maupun burst traffic berisi Unique Word no.0. Gambar 2.8 menggambarkan format dari multiframe TDMA.



Gambar 2.8 Format Multiframe

Satu control frame di bentuk dari 32 multiframe. Selama satu control frame, semua terminal traffik serta terminal referensi dialamatkan. Setelah 32 multiframe ini, transmit delay (Dn) akan diganti oleh Burst Time Plan. Dan 64 control frame merupakan satu super frame. Super frame dipergunakan untuk koordinasi perubahan Burst Time Plan, dan untuk rangkaian akusisi berikutnya dari terminal pilihan pada Acquisition Window.

2.2. Format Burst

Frame TDMA berisi dua tipe burst sebagai yang diperlihatkan pada gambar 2.6.

- Burst Referensi (RB1 dan Rb2)
- Burst Traffik.

Dalam transponder yang biasa RB2 akan selalu mengikuti RB1 dalam framenya. Posisi nominalnya dalam frame akan ditentukan oleh INTELSAT dalam Burst Time Plan. Posisi nominalnya ini ditunjukkan oleh simbol terakhir dari Unique Wordnya.

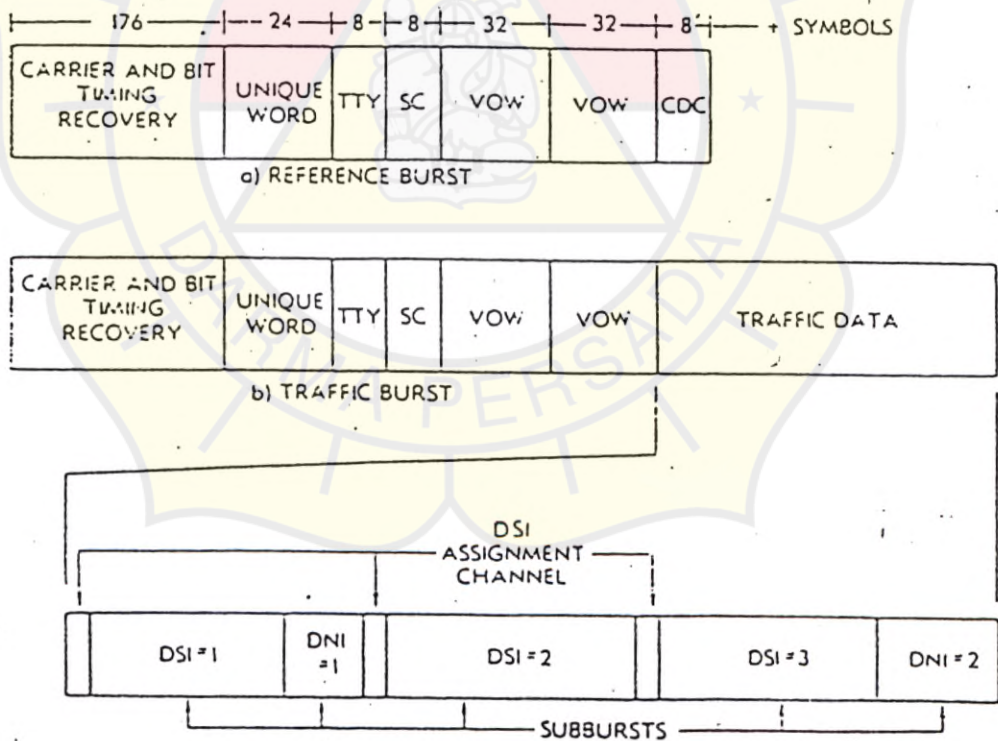
2.2.1. Burst Referensi

Burst referensi memberikan timing, control dan informasi tentang pengaturan sistem ke terminal yang ditunjuk. Burst referensi ini terdiri dari 6 bagian yaitu carrier dan bit timing recovery, unique word,

kanal teletype order wire, kanal service, kanal voice wire, control dan delay channel (CDC).

2.2.2. Burst Traffik

Burst Traffik membawa traffik yang ditangani oleh sistem, terdiri dari preamble dan traffik itu sendiri. Preamble berisi 5 bagian yaitu carrier dan bit timing recovery, unique word, kanal teletype order wire, kanal service, kanal voice order wire. Dalam gambar 2.9. dapat dilihat lebih jelas format burst.



Gambar 2.9 Format Burst

2.2.3. Struktur Dan Isi Burst

Burst traffik membawa traffik yang ditangani oleh sistem dan dapat memuat 8 sub-burst. Bagian pertama dari burst traffik adalah carrier dan bit timing recovery sequence, untuk 176 simbol. Sequence digunakan oleh demodulator untuk mendapatkan dan menyinkronkan burst yang dipancarkan. Ini diikuti oleh 24 simbol unique word yang mempunyai pola tetap dan dipergunakan sebagai standar waktu untuk menunjukkan posisi burst. Kemudian untuk kanal TTY Engineering Service Circuit (ESC), 8 simbol. Berikutnya 8 simbol adalah service channel yang digunakan mengontrol transmit dan informasi alarm. Selanjutnya dua bagian voice order wire 32 simbol, yang dimodulasi secara delta. Format burst referensi sama dengan burst traffik dengan menambahkan 8 simbol control dan delay channel (CDC) pada bagian akhir dari preamble. Kanal yang terakhir digunakan oleh stasiun referensi untuk mengirimkan akusisi dan informasi sinkronisasi ke terminal traffik. Informasi yang dibawa CDC adalah :

- Nomor identifikasi terminal untuk mana message dialamatkan
- Status stasiun referensi (primary/standby)
- Kode-kode control yang digunakan oleh terminal
- Kode-kode control yang digunakan oleh terminal.