B A B VIII

DATA LINK CONTROL

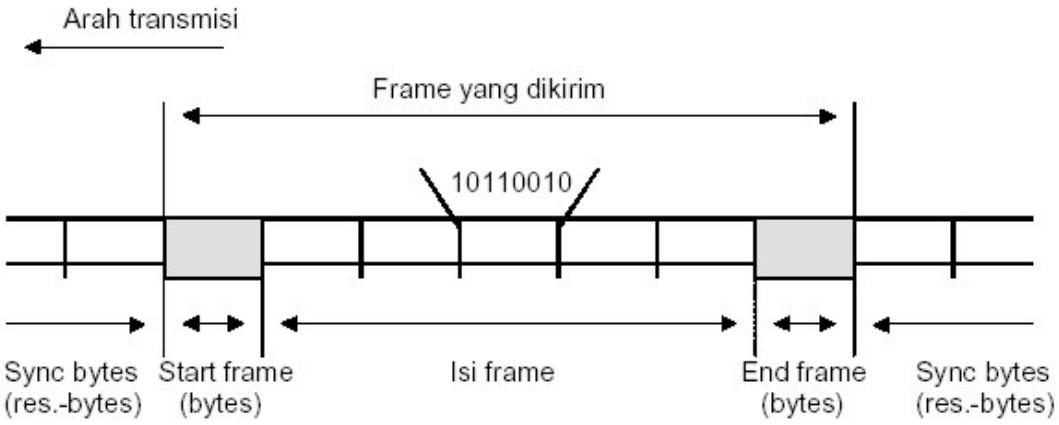
Agar komunikasi data digital berlangsung efektif, banyak hal yang akan diperlukan untuk mengontrol dan mengatur pertukaran data. Agar sistem pengontrolan yang diperlukan dapat tercapai diperlukan layer yang secara logika ditambahkan diatas *physical-interface*, logika yang ditambahkan tersebut dinamakan sebagai *data-link-control* atau *data-link-control-protocol.* Untuk melihat kegunaan *data-link-control,* maka ditampilkan beberapa hal yang berkaitan dengan komunikasi data agar berjalan efektif diantara dua *station* (transmiter-receiver) yang terhubung, yang meliputi :

- *Frame-synchronization*
  Data dikirimkan dalam bentuk blok yang disebut frame, awal dan akhir masingmasing frame harus dapat dikenali.
- *Flow-control*
  Station pengirim tidak akan mengirim frame pada kecepatan yang tinggi jika station penerima tidak dapat menangkapnya.
- *Error-control*
  Beberapa bit error yang dikenali dalam sistem transmisi harus dapat diperbaiki/betulkan.
- *Addressing*
  Pada lintasan yang bertitik banyak, seperti misalnya pada *local-area-network*, maka identitas dari kedua station yang terlibat didalam transmisi harus spesifik (diperinci).
- *Control* dan Data pada link yang sama
  Tidak diperlukan sekali untuk memiliki jalur komunikasi yang terpisah secara fisik untuk informasi pengontrol, tetapi penerima (receiver) harus dapat membedakan informasi pengontrol dari data yang sedang dikirimkan.
- *Link-management*
  Untuk memulai, merawat dan memutus lintasan komunikasi yang menopang pertukaran data membutuhkan sejumlah koordinasi dan kerjasama beberapa station, sehingga diburuhkan suatu prosedur untuk mengatur pertukaran data ini.

7.1. TRANSMISI SINKRON

Untuk transmisi data dengan blok data yang besar dan kecepatan transfer yang tinggi, maka dapat digunakan transmisi sinkron sebagai alternatif. Dengan transmisi sinkron blok (frame) dari data secara lengkap dikirimkan seperti deretan bit yang berdekatan tanpa adanya delay diantara elemen karakter, tidak seperti transmisi asinkron yang ditandai dengan start-bit dan stop-bit tiap elemen karakter 7 bit.

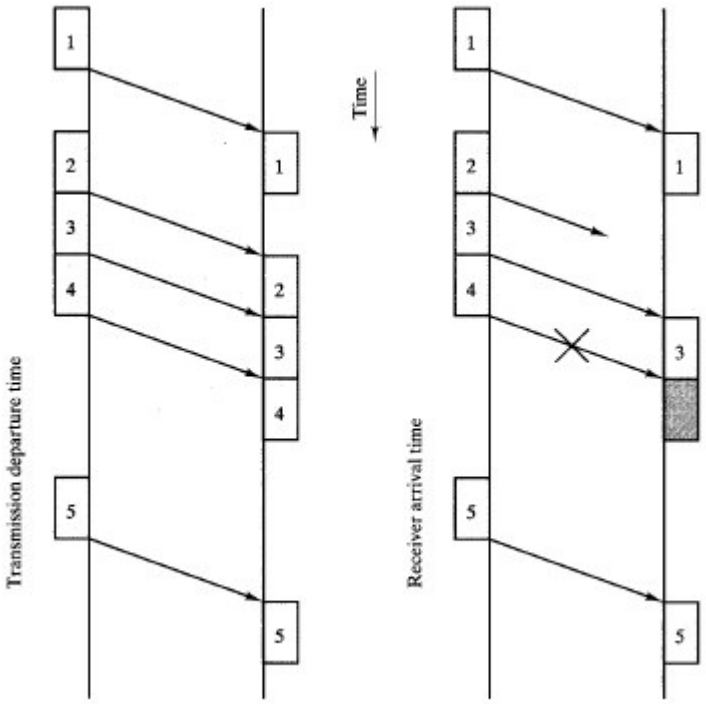
- Deretan bit yang dikirimkan memiliki pengkodean yang sama antara transmitter dan receiver sehingga receiver dapat memperoleh data secara sinkron.
- Semua frame yang kan dikirim terlebih dahulu diawali oleh *reserved-bytes* untuk memastikan receiver siap untuk menterjemahkan deretan bit agar didapatkan data yang benar.
- Isi dari masing-masing frame terbungkus oleh sepasang *reserved-bytes* sebagai sinkronisasi frame.



Gambar 7.1 *Sinyal Transmisi Sinkron*

7.2. FLOW CONTROL

Flow-control adalah suatu teknik untuk menjamin bahwa entitas pengirim tidak akan membanjiri data kepada entitas penerima. Entitas penerima secara khusus mengalokasikan *buffer* dengan beberapa kali panjangnya tansfer. Ketika data diterima receiver harus mengerjakan sejumlah proses tertentu sebelum mengalirkan data ke software dengan level yang lebih tinggi. Dengan tidak adanya *flow-control* maka *buffer* pada penerima dapat terisi penuh dan melebihi kapasitas, bersamaan pada saat penerima masih memproses data sebelumnya. Sebagai permulaannya maka kita menguji mekanisme *flow-control* dengan tidak adanya error, seperti ditunjukkan pada gambar 7.2 dibawah. Sumbu keatas adalah urutan waktu yang akan mempermudah dalam mengambarkan hubungan kirimdan terima yang benar sebagai fungsi waktu. Masing-masing tanda panah menunjukkan satu frame data yang sedang *transit* (dalam pejalanan) diantara dua station. Data dikirimkan dalam urutan frame yang masing-masing frame berisi bagian data dan sejumlah informasi pengontrol.



Gambar 7.2 *Model Transmisi Frame*

Diasumsikan bahwa semua frame yang dikirimkan berhasil diterima dengan sukses, tidak ada frame yang hilang dan tidak ada frame yang datang mengalami error. Selanjutnya frame-frame tersebut tiba bersamaan dengan dikirimkannya frame, bagaimanapun juga masing-masing frame yang dikirimkan sebelum diterima akan mendapat *delay* pasa saluran yang besarnya berubah-ubah.

Stop-And-Wait Flow-Control

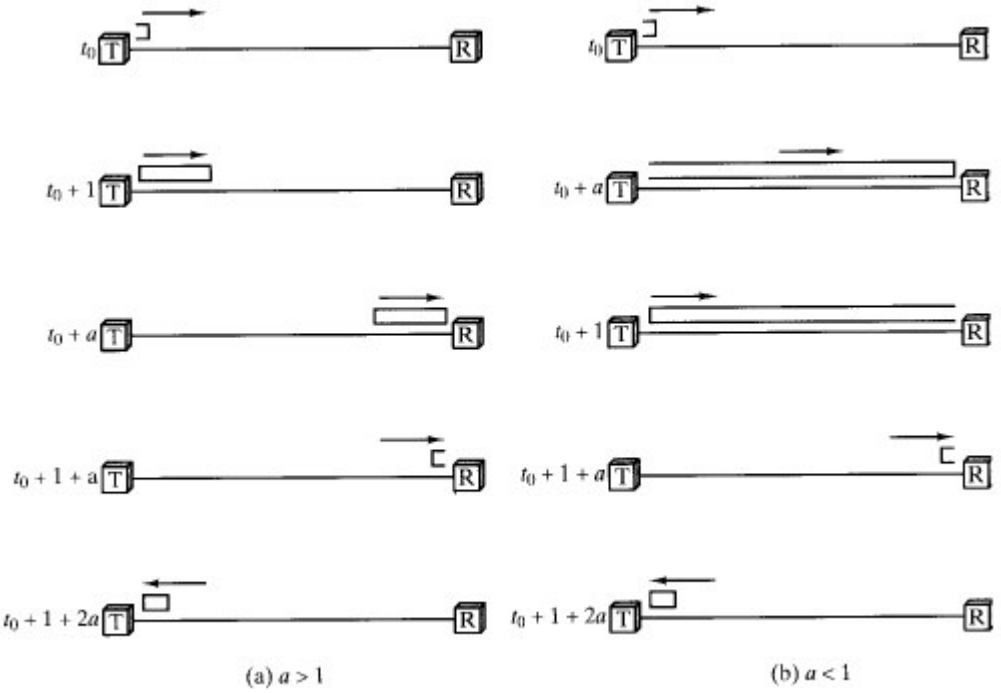
Bentuk sederhana dari *flow-control* adalah *stop-and-wait flow-control* yang bekerja sebagai berikut. entitas sumber mengirimkan frame, setelah diterima entitas tujuan memberi tanda untuk menerima frafe berikutnya dengan mengirimkan balasan sesuai frame yang telah diterima. entitas sumber harus menunggu sampai ia menerima balasan dari entitas tujuan sebelum mengirimkan frame berikutnya. Selanjutnya entitas sumber dapat menghentikan aliran data dengan menahan jawaban. Prosedur ini dapat bekerja dengan baik tentunya bila data dikirimkan dalam jumlah frame yang besar, dalam hal ini entitas sumber akan membagi blok data yang banyak menjadi blok data yang lebih kecil yang kemudian dikirimkan dalam beberapa frame.

Stop-and-wait digunakan untuk transmisi dengan keperluan tertentu, yang memiliki beberapa ciri-ciri :

- Ukuran *buffer* pada receiver terbatas.
- Transmisi dapat lebih banyak, sebab bila dikirimkan secara langsung sebanyak frame dari data yang ada, maka akan mudah menimbulkan error, sehingga dengan frame yang lebih kecil maka error dapat dideteksi lebih awal dari sejumlah frame data yang dikirimkan.

- Pada pemakaian bersama sebuah media atransmisi (misalkan LAN), umumnya tidak diijinkan untuk menempati media transmisi dalam waktu yang lama yang menyebabkan *delay* pada *station* lain yang akan melakukan transmisi.

Pada gambar 7.3 dibawah, berisi urutan gambar dari sebuah proses transmisi (dengan waktu transmisi = 1, dan waktu propagasi = a). Pada urutan 1 sampai dengan 4 ditunjukkan proses transmisi frame yang berisi data, dan pada gambar yang terakhir (urutan nomer 5) menunjukkan kembalinya frame jawaban yang kecil. Dengan catatan bahwa pada a>1 menjunjukkan media transmisi sedang sibuk (dipergunakan statiun lain), sedangkan a<1 media transmisi sedang kosong sehingga dapat dipergunakan secara effisien.

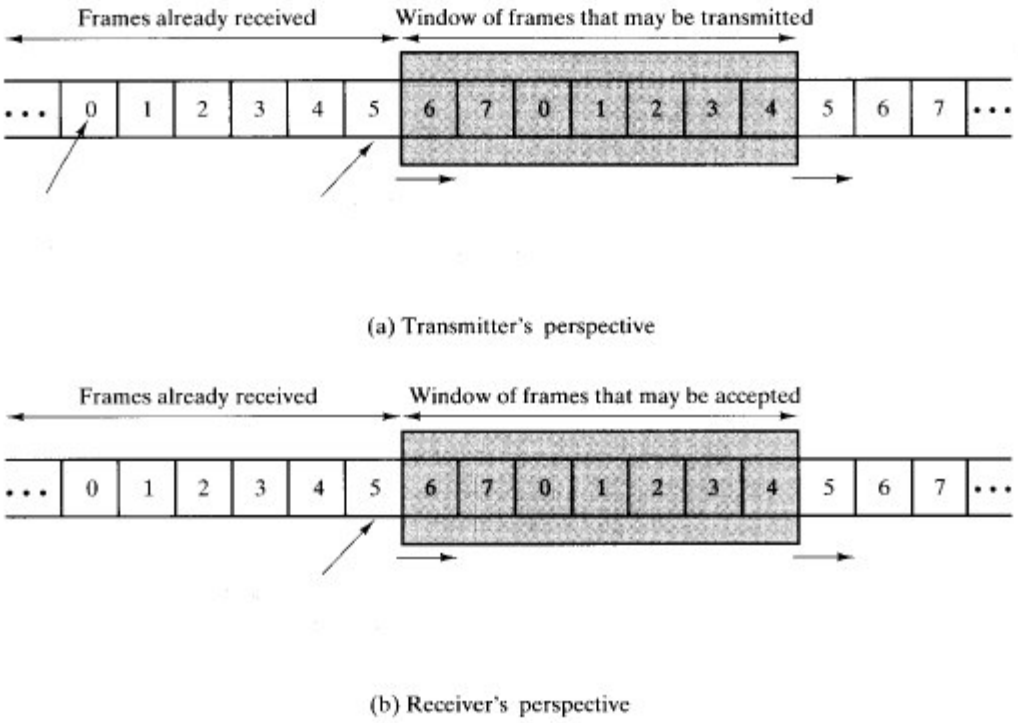


Gambar 7.3 *Pemanfaatan Saluran untuk Stop-And-Wait*

Sliding-Window Flow Control

Masalah utama yang selama ini adalah bahwa hanya satu frame yang dapat dikirimkan pada saat yang sama. Dalam keadaan antrian bit yang akan dikirimkan lebih besar dari panjang frame (a>1) maka diperlukan suatu efisiensi. Untuk memperbesar efisiensi yang dapat dilakukan dengan memperbolehkan transmisi lebih dari satu frame pada saat yang sama. Bila suatu *station A* dan *B* dihubungkan dengan jalur *full-duplex*, *station B* mengalokasikan buffers dengan selebar n frame, yang berarti stasiun B dapat menerima n frame, dan *station A* diperbolehkan untuk mengirim frame sebanyak n tanpa menunggu adanya jawaban. Untuk menjaga jejak dimana frame yang dikirimkan sedang dijawab maka masing-masing jawaban diberi label dengan nomor yang urut. *Station B* menjawab frame dengan mengirimkan jawaban yang dilengkapi nomor urut dari frame berikutnya yang diinginkan. Jawaban ini juga memiliki maksud untuk memberitahukan bahwa *station B* siap untuk menerima n frame berikutnya, dimulai dengan nomer urut yang telah tercantum. Skema ini juga dapat dipergunakan untuk menjawab lebih dari satu frame. Misalnya *station B* dapat menerima frame 2, 3 dan 4, tetapi menahan

jawaban sampai samapai frame ke 4 tiba, dengan kembali jawaban dengan nomer urut 5, *station B* menjawab frame 2, 3, dan 4 pada satu saat. Station A memeliharan daftar nomer urutan yang boleh dikirim, sedangkan *station B* memelihara daftar nomer urutan yang siap akan diterima. Masing-masing daftar tersebut dapat dianggap sebagai window dari frame, sehingga prinsip kerjanya disebut dengan pengontrol aliran *sliding-window.* Diperlukan untuk dibuat komentar tambahan untuk masing-masing, karena nomer urut yang dipakai menempati daerah didalam frame, komentar tambahan ini dibatasai oleh terbatasnya tempat yang tersedia. Misalnya untuk daerah dengan panjang 3 bit, maka nomer urut jangkauannya antara 0 s/d 7 saja, sehingga frame diberi nomer dengan modulo 7, jadi sesudah nomer urut 7 berikutnya adalah nomer 0. Pada umumnya untuk daerah dengan apnjang k-bit, maka jangkauan nomer urut dari 0 samapai dengan 2k-1, dan frame diberi nomer dengan modulo 2k. Pada gambar 7.4 dibawah menggambarkan proses *sliding-windows*, dengan diasumsikan nomer urut menggunakan 3-bit sehingga frame diberi nomer urut 0 s/d 7, selanjutnya nomer yang sama dipakai kembali sebagai bagian urutan frame. Gambar segiempat yang diberi bayangan (disebut *window*) menunjukkan transmitter dapat mengirimkan 7 frame, dimulai dengan frame nomer 7. Setiap waktu frame dikirimkan maka *window* yang digambarkan sebagai kotak dibayangi akan menyusut, setiap waktu jawaban diterima, *window* akan membesar. Ukuran panjang *window* sebenarnya tidak diperlukan sebanyak ukuran maksimumnya untuk diisi sepanjang nomer urut. Sebagai contoh, nomer urut menggunakan 3-bit, stasiun dapat membentuk *window* dengan ukuran 4, menggunakan protokol pengatur aliran *sliding-window*. Sebagai contoh diasumsikan memiliki daerah nomer urut 3-bit dan maksimum ukuran window adalah 7 frame. Dimulai dari *station A* dan *B* telah menandai *window* dan *station A* mengirimkan 7 frame yang dimulai dengan frame 0 (F0), sesudah mengirimkan 3 frame (F0, F1, dan F2) tanpa jawaban maka *station A* telah menyusutkan *window* nya menjadi 4 frame. *Window* menandati bahwa *station A* dapat mengirimkan 4 frame, dimulai dari frame nomer 3 selanjutnya *stasiun B* mengirim receive-ready (RR) yang berarti semua frame telah diterima sampai frame nomer 2 dan selanjutnya siap menerima frame nomer 3, tetapi pada kenyataannya disiapkan menerima 7 frame, dimulai frame nomer 3. *Station A* terus mengirimkan frame nomer 3, 4, 5, dan 7, kemudian *station B* menjawab RR7 sebagai jawaban dari semua frame yang diterima dan pengusulkan *station A* mengirim 7 frame, dimulai frame nomer 7.

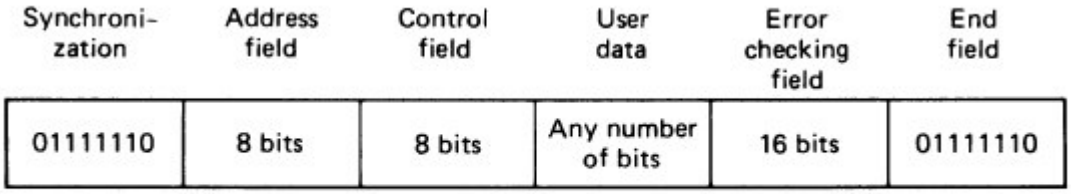


Gambar 7.4 *Skema Aliran Sliding-Window*

Receiver harus dapat menampung 7 frame belebihi satu jawaban yang telah dikirim, sebagian besar protokol juga memperbolehkan suatu station untuk memutuskan aliran frame dari sisi (arah) lain dengan cara mengirimkan pesar *receive-not-ready* (RNR), yang dijawab frame terlebih dulu, tetapi melarang transfer frame berikutnya. Bila dua stasiun saling bertukar data (dua arah) maka masing-masing perlu mengatur dua *window*, jadi satu untuk transmit dan satu untuk receive dan masingmasing sisi (arah) saling mengirim jawaban. Untuk memberikan dukungan agar efiisien seperti yang diinginkan, dipersiapkan *piggy-backing* (celengan), masing-masing frame data dilengkapi dengan daerah yang menangkap urutan nomer dari frame, ditambah daerah yang menangkap urutan nomer yang dipakai sebagai jawaban. Selanjutnya bila suatu station memiliki data yang akan dikirim dan jawaban yang akan dikirimkan, maka dikirimkan bersama-sama dalam satu frame, cara yang demikian dapat meningkatkan kapasitas komunikasi. Jika suatu *station* memiliki jawaban tetapi tidak memiliki data yang akan dikirim, maka *station* tersebut mengirimkan frame jawaban yang terpisah. Jika suatu *station* memiliki data yang akan dikirimkan tetapi tidak memiliki jawaban baru yang akan dikirim maka station tersebut mengulangi dengan mengirimkan jawaban terakhir yang dikirim, hal ini disebabkan frame data dilengkapi daerah untuk nomer jawaban, dengan suatu nilai (angka) yang harus diletakkan kedalam daerah tersebut. Jika suatu station menerima jawaban yang sama (duplikat) maka tinggal mengabaikan jawaban tersebut. *Sliding-window* dikatakan lebih efisien karena jalur komunikasi disiapkan seperti pipa saluran yang setiap saat dapat diisi beberapa frame yang sedang berjalan, tetapi pada *stop-and-wait* hanya satu frame saja yang boleh mengalir dalam pipa saluran tersebut.

7.3. PROTOKOL SDLC

Protokol *synchronous-data-link-control* (SDLC) pertama kali di publikasikan pada pertengahan tahun 1970 oleh IBM untuk mengatasi transfer data antar komputer dengan jumlah data yang besar. Bentuk dasar dari format SDLC adalah frame yang berisi sekelompok bit (*7-bit flag*) yang dipakai sebagai sinkronisasi, yaitu 0111117 yang diletakkan pada awal dan akhir frame, seperti terlihat pada gambar 7.5 dibawah.



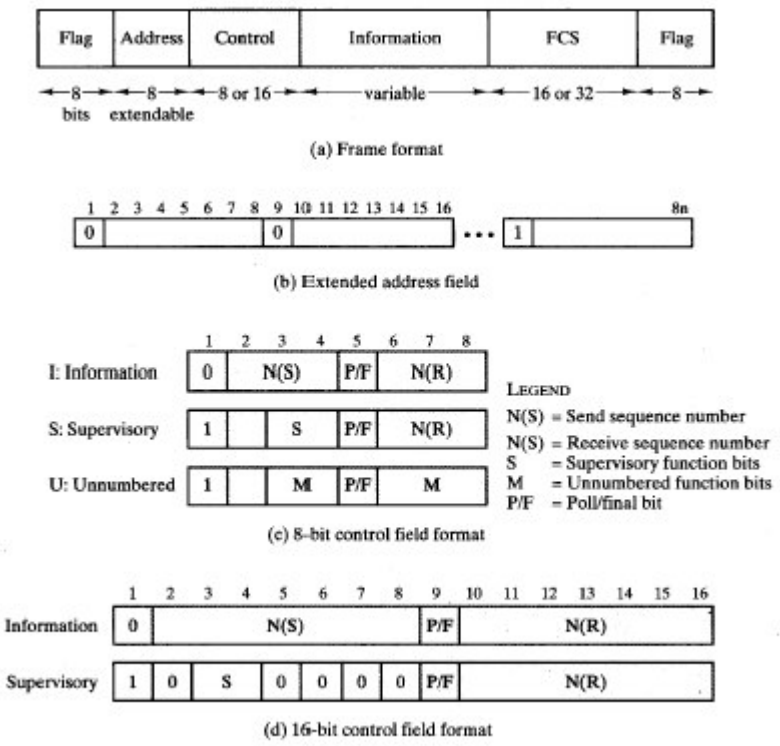
Gambar 7.5 *Format Frame SDLC*

Transmitter menggunakan suatu teknik yang sidebut *bit-stuffing* untuk menghilangkan terjadinya *bit-flag* pada semua frame yang dikirim. Data yang berapa antara *flag* dibaca dan disisipkan bit 0 sesudah terjadi urutan 1 sebaanyak 5 kali, kemudian receiver akan dapat mengetahui awal dan akhir *flag* dengan urutan bit 1 sebanyak 7 kali, dan menghilangkan satu bit 0 sesudah terjadi urutan 1 sebanyak 5 kali, sedangkan bagian frame yang lain disimpan sebagai data.

SDLC dilengkapi dengan sinyal yang ditetapkan sebagai pemberitahu receiver untuk membatalkan frame yang sedang diproses, dengan cata tansmitter mengirimkan 7 urutan bit 1 kepada receiver yang diartikan sebagai karakter pembatal, proses penerimaan data akan terhenti sampai menunggu tanda berikutnya, dan frame data yang sedang diproses dikosongkan.

7.4. PROTOKOL HDLC

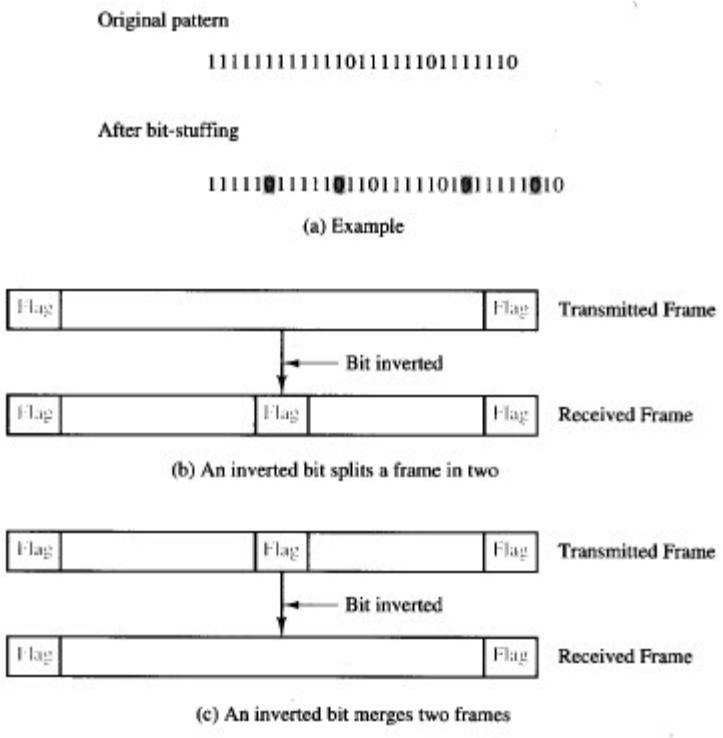
Salah satu protokol untuk *data-link-control* yang paling penting adalah *highlevel- data-link-control* (HDLC) berdasarkan ISO33009 dan ISO4335, yang diadopsi dari standart CCITT untuk *jaringan packet-switching* X.25.



Gambar 7.6 *Struktur Frame HDLC*

Pada awal dan akhir frame pada HDLC juga ditandai dengan menggunakan urutan bit 0111117 seperti pada SDLC, sedangkan perbedaan antara SDLC dan HDLC adalah :

- HDLC menggunakan deretan bit untuk alamat dan controk sebanyak 7 bit
- Karakter pembatal pada HDLC menggunakan 7 bit 1 (SDLC 7 bit)
- Byte terakhir pada field alamat dan pengontrol yang memiliki LSB 1 yang menandakan akhir field.



Gambar 7.7 *Bit-stuffing*

Flag-field
Dipakai untuk pembatas frame pada kedua ujung frame dengan deretan biner 0111117, *flag* tunggal dapat digunakan untuk menutup flag satu frame dan membuka flag untuk frame berikutnya. Interface pada sisi receiver terus menerus mencari urutan *flag* untuk mensinkronkan awal frame. Sambil menerima frame receiver akan terus mencari urutan *bit-flag* untuk menentukan akhir frame.

Address-field
Merupakan identitas station sekunder bagi transmitter dan receiver yang mengirimkan dan menerima frame. *Address-field* biasanya menggunakan 7 bit tetapi disini digunakan 7 bit, seperti pada gambar 7.7b.

Control-field
HDLC menggunakan tiga macam *control-field* yang berbeda.

Information frame (I-frame)
membawa data yang akan dikirimkan, dengan menggunakan mekanisme ARQ sebagai pengatur aliran dan pengontrolan error pada data, sengan piggyback pada information-frame.

Supervisory-frame (S-frame)
menyediakan mekanisme ARQ jika *piggyback* tidak dipakai.

Unnumbered-frame (U-frame)
menyediakan fungsi pengontrol sambungan tambahan. Bit ke satuatau kedua dari *control-field* ini menunjukkan tipe frame, seperti pada gambar 7.7c.
Information-field
Berada pada *I-frame* atau *U-frame*. Field ini berisi deretan 7 bit dengan panjang kelipatan bilangan bulat.

- **Frame-check-sequence (FCS)**
adalah kode pengecekan error yang diperoleh dari perhitungan menggunakan CRC. Pada gambar 7.7 memberikan contoh *bit-stuffing*, pada dua kasus pertama ekstra 0 tidak begitu berpengaruh untuk mengabaikan flag pattern, tetapi penting untuk algoritma operasional