

Data Link Control

Bahasan ini berhubungan dengan algoritma bagi komunikasi yang reliabel dan efisien antara dua mesin yang berdekatan, yaitu dua mesin yang secara fisik terhubung oleh sebuah saluran komunikasi yang secara konseptual bekerja seperti halnya kabel. Sifat penting sebuah saluran yang membuatnya menyerupai kabel adalah bit-bit diteruskan dalam urutan yang sama dengan sewaktu bit-bit itu dikirimkan.

Rangkaian komunikasi sering membuat kesalahan, memiliki laju data yang terbatas dan terdapat delay propagasi yang tidak nol antara saat bit dikirimkan dengan saat bit diterima. Keterbatasan ini mempunyai implikasi penting bagi efisiensi pemindahan data.

Data Link Control / Data Link Protocol

Pengiriman data melalui *link komunikasi data* yang terlaksana dengan penambahan kontrol layer dalam tiap device komunikasi.

Data link

adalah medium transmisi antara stasiun-stasiun ketika suatu prosedur data link control dipakai.

Masalah Rancangan Data Link Layer

Data link layer memiliki beberapa fungsi spesifik. Fungsi-fungsi ini meliputi penyediaan interface layanan-layanan baik bagi network layer, penentuan cara pengelompokan bit dari physical layer ke dalam frame, hal-hal yang berkaitan dengan error transmisi dan pengaturan aliran frame sehingga receiver yang lambat tidak akan terbanjiri oleh pengirim yang cepat.

Layanan yang disediakan bagi network layer

Fungsi data link layer adalah menyediakan layanan bagi network layer. Layanannya yang penting adalah pemindahan data dari network layer di mesin sumber ke network layer di mesin yang dituju. Tugas data link adalah mentransmisikan bit-bit ke mesin yang dituju, sehingga bit-bit tersebut dapat diserahkan ke network layer.

Tiga layanan dari Data Link Layer :

1. Layanan Unacknowledged Connection Less
2. Layanan Acknowledged Connection-Less
3. Layanan Acknowledged Connection-Oriented

1. Layanan Unacknowledged Connectionless

Yaitu dimana mesin sumber mengirimkan sejumlah frame ke mesin yang dituju dengan tidak memberikan acknowledgment bagi diterimanya frame-frame tersebut. Tidak ada koneksi yang dibuat baik sebelum atau sesudah dikirimkannya frame. Bila sebuah frame hilang sehubungan dengan adanya noise, maka tidak ada usaha untuk memperbaiki masalah tersebut di data link layer. Jenis layanan ini cocok bila laju error sangat rendah, sehingga recovery bisa dilakukan oleh layer yang lebih tinggi. Layanan ini sesuai untuk lalu lintas real time, seperti percakapan, dimana data yang terlambat dianggap lebih buruk dibanding data yang buruk. Sebagian besar LAN menggunakan layanan unacknowledgment connectionless pada data link layer.

2. Layanan Acknowledged Connectionless

Layanan inipun tidak menggunakan koneksi, akan tetapi setiap frame dikirimkan secara independent dan secara acknowledgment. Dalam hal ini, si pengirim akan mengetahui apakah frame yang dikirimkan ke mesin tujuan telah diterima dengan baik atau tidak. Bila ternyata belum tiba pada interval waktu yang telah ditentukan, maka frame akan dikirimkan kembali, mungkin saja hilangnya acknowledgment akan menyebabkan sebuah frame perlu dikirimkan beberapa kali dan akan diterima beberapa kali juga. Layanan ini akan bermanfaat untuk saluran unreliable, seperti sistem tanpa kabel.

3. Layanan Acknowledged Connection Oriented

Dengan layanan ini, mesin sumber dan tujuan membuat koneksi sebelum memindahkan datanya. Setiap frame yang dikirim tentu saja diterima. Selain itu, layanan ini menjamin bahwa setiap frame yang diterima benar-benar hanya sekali dan semua frame diterima dalam urutan yang benar. Layanan ini juga menyediakan proses-proses network layer dengan ekuivalen aliran bit reliabel. Pada layanan connection-oriented dipakai, pemindahan data mengalami tiga fase (tahap). **Fase I** koneksi ditentukan dengan membuat kedua mesin menginisialisasi variabel-variabel dan counter yang diperlukan untuk mengawasi frame yang mana yang telah diterima dan mana yang belum.

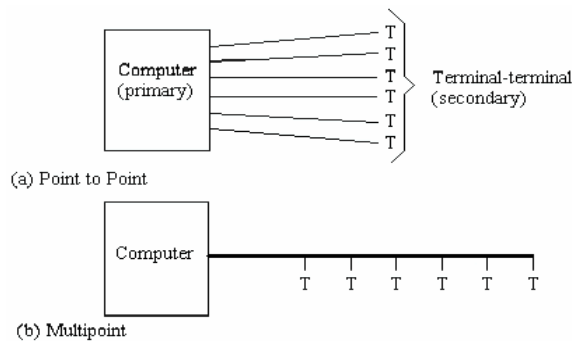
Fase II, satu frame atau lebih mulai ditransmisikan.

Fase III koneksi dilepaskan, pembebasan variabel, buffer, dan resource lainnya yang dipakai untuk menjaga berlangsungnya koneksi.

Karena jarak dan peralatan, pengiriman informasi, dapat mengalami perubahan atau melemah. Umumnya interferensi listrik. Kesalahan timbul dalam bentuk burst yaitu lebih dari satu bit terganggu dalam satu satuan waktu.

Keperluan dan tujuan data link control yaitu : untuk komunikasi data secara efektif antara dua koneksi stasiun transmisi-penerima secara langsung, untuk melihat kebutuhan bagi data link control :

- ♥ *Frame synchronization* : data dikirim dalam blok-blok yang disebut frame. Awal dan akhir tiap frame harus dapat diidentifikasi. Memakai variasi dari konfigurasi line.
- ♥ *Flow control* : stasiun pengirim harus tidak mengirim frame-frame pada rate/kecepatan yang lebih cepat daripada stasiun penerima yang dapat menyerapnya.
- ♥ *Error control* : bit-bit error yang dihasilkan oleh sistem transmisi harus diperbaiki.
- ♥ *Addressing* (peng-alamat-an) : pada line multipoint, identitas dari dua stasiun yang berada dalam suatu transmisi harus diketahui.
- ♥ Kontrol dan data pada link yang sama : biasanya tidak diinginkan mempunyai path komunikasi yang terpisah untuk sinyal-sinyal kontrol. Karena itu, receiver harus mampu membedakan kontrol informasi dari data yang sedang ditransmisi.
- ♥ *Link management* : permulaan, pemeliharaan dan penghentian dari pertukaran data memerlukan koordinasi dan kerjasama diantara stasiun-stasiun. Diperlukan prosedur untuk manajemen pertukaran ini.



Gambar 5.1. Konfigurasi Komputer/terminal tradisional.

Konfigurasi Data Link :

3 sifat yang membedakannya adalah :

1. topologi
2. duplexity
3. line discipline / (rancangan tata tertib)

Topologi

Menyatakan pengaturan fisik dari stasiun pada suatu link.

Ada dua konfigurasi topology :

- ♥ Point to point, jika hanya ada dua stasiun.
- ♥ Multipoint, jika ada lebih dari dua stasiun. Dipakai dalam suatu komputer (stasiun utama / stasiun primary) dan suatu rangkaian terminal (stasiun sekunder / stasiun secondary). Keuntungannya : komputer hanya perlu single port pada computer (primary) sedangkan point to point pada setiap terminal (secondary) harus terpasang masing-masing port.

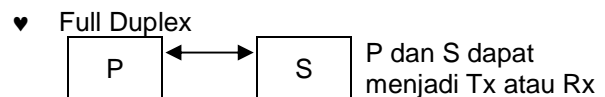
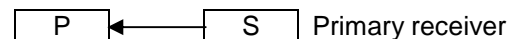
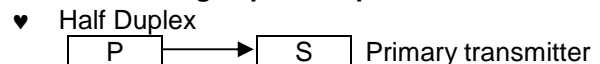
Duplexity

menyatakan arah dan timing dari aliran sinyal

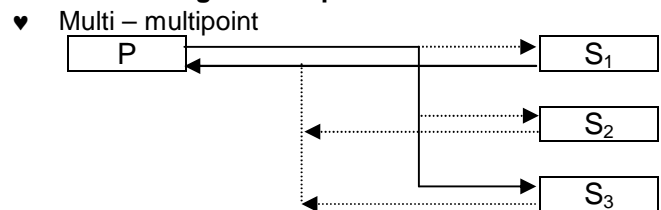
Jenis-jenisnya :

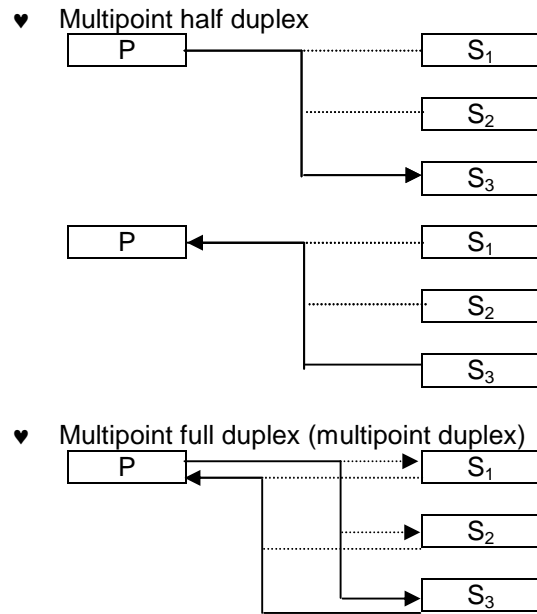
- ♥ *Simplex transmission*, aliran sinyal selalu dalam satu arah. Contoh : hubungan komputer dengan printer. Transmisi simplex ini jarang dipakai karena tidak mungkin untuk mengirim error atau sinyal kontrol kembali melalui link ke sumber data.
- ♥ *Half-duplex link*, dapat mentransmisi dan menerima tidak secara simultan.
- ♥ *Full-duplex link*, dua stasiun dapat mengirim dan menerima data satu terhadap yang lain secara simultan.

Untuk sambungan point to point :



Untuk sambungan multi point :





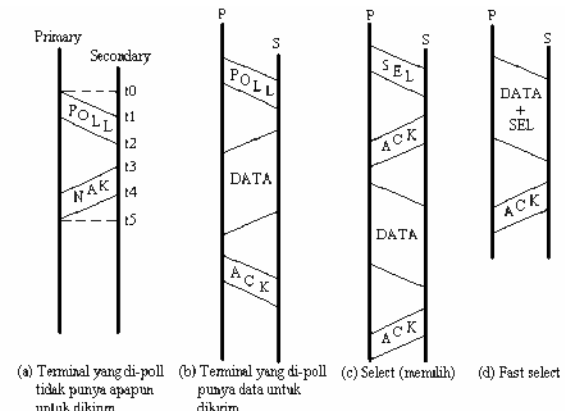
Line Discipline (Rancangan tata tertib)

Beberapa tata tertib diperlukan dalam penggunaan link transmisi. Pada mode half-duplex, hanya satu stasiun yang dapat mentransmisi pada suatu waktu. Baik mode half-duplex atau full-duplex, suatu stasiun hanya mentransmisi jika mengetahui bahwa receiver telah siap untuk menerima.

Pada Sambungan :

♥ **Point to point**
 Bila stasiun ingin mengirim data ke stasiun yang lain, maka pertama dilakukan penyelidikan (dinyatakan sebagai **enq/enquiry**) stasiun lain untuk melihat apakah siap menerima. Stasiun kedua merespon dengan suatu positive acknowledge (ack) untuk indikasi telah siap. Stasiun pertama kemudian mengirim beberapa data, sebagai suatu frame. Setelah beberapa data dikirim, stasiun pertama berhenti untuk menunggu hasilnya. Stasiun kedua menetapkan penerimaan data (ack) yang sukses. Stasiun pertama kemudian mengirim suatu message akhir transmisi (eot) yang menghentikan pertukaran dan mengembalikan sistem seperti semula. Bila terjadi error pada transmisi, suatu negative acknowledgment (nak) dipakai untuk mengindikasikan bahwa suatu sistem tidak siap menerima, atau data yang diterima error. Jika hal ini terjadi maka stasiun mengulang tindakan akhirnya atau mungkin memulai beberapa prosedur perbaikan error (erp).
 Ada 3 fase dalam prosedur kontrol komunikasi ini :

- ♥ **Establishment** (penentuan) : memutuskan stasiun mana yang transmisi dan mana yang menerima dan apa receiver siap untuk menerima.
- ♥ **Data transfer** : data ditransfer dalam satu atau lebih blok-blok acknowledgment.
- ♥ **Termination** : membatasi koneksi logika (hubungan transmitter-receiver).
- ♥ **Multipoint**
 Aturan umum yang dipakai dalam situasi ini yaitu **poll** dan **select** :
 - ♥ **Poll** : primary meminta data dari suatu secondary.
 - ♥ **Select** : primary mempunyai data untuk dikirim dan memberitahu suatu secondary bahwa data sedang datang.



- variasi lainnya :
- ❖ Poll terminal yang tidak mengirimkan data
 - ❖ Poll terminal dimana terdapat data yang akan dikirimkan
 - ❖ Select / memilih
 - ❖ Fast select / memilih dengan cepat

Bentuk lain dari line discipline, yaitu **contention**, dimana tidak ada primary tetapi hanya suatu kumpulan stasiun-stasiun peer keduanya baik transmitter dan receiver harus diidentifikasi. Stasiun ini dapat mentransmisi jika jalur/line sedang bebas; kalau tidak maka harus menunggu. Teknik ini dapat ditemukan dalam pemakaian secara luas pada local network dan sistem satelit.

- Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa :
- **Point to point** : tidak perlu address.
 - **Primary-secondary multipoint** : perlu satu address, untuk mengidentifikasi secondary.
 - **Peer multipoint** : perlu dua address, untuk mengidentifikasi transmitter dan receiver.

Flow Control

Adalah suatu teknik untuk memastikan / meyakinkan bahwa suatu stasiun transmisi tidak menumpuk data pada suatu stasiun penerima.

Tanpa flow control, buffer dari receiver akan penuh sementara sedang memproses data lama. Karena ketika data diterima, harus dilaksanakan sejumlah proses sebelum buffer dapat dikosongkan dan siap menerima banyak data.

Bentuk sederhana dari flow control, yaitu **stop-and-wait flow control**.

Cara kerjanya : suatu entity sumber mentransmisi suatu frame. Setelah diterima, entity tujuan memberi isyarat untuk menerima frame lainnya dengan mengirim acknowledgment ke frame yang baru diterima. Sumber harus menunggu sampai menerima acknowledgment sebelum mengirim frame berikutnya. Entity tujuan kemudian dapat menghentikan aliran data dengan tidak memberi acknowledgment.

Untuk blok-blok data yang besar, sumber akan memecah menjadi blok-blok yang lebih kecil dan mentransmisi data dalam beberapa frame. Hal ini dilakukan dengan alasan :

- ♥ Transmisi yang jauh, dimana bila terjadi error maka hanya sedikit data yang akan ditransmisi ulang.
- ♥ Pada suatu multipoint line.
- ♥ Ukuran buffer dari receiver akan terbatas.

Efek dari penambahan delay dan kecepatan transmisi

Misal message panjang yang dikirim sebagai suatu rangkaian frame-frame f_1, f_2, \dots, f_n . Untuk suatu prosedur polling, kejadian yang terjadi :

Stasiun S_1 mengirim suatu poll dari stasiun S_2 .
 S_2 merespon dengan f_1 .
 S_1 mengirim suatu acknowledgment.
 S_2 mengirim f_2 .
 S_1 meng-acknowledgment.
 .
 .
 S_2 mengirim f_n .
 S_1 meng-acknowledgment.

Protocol Sliding Window

Sliding-window flow control dapat digambarkan dalam operasi sebagai berikut :

Dua stasiun A dan B, terhubung melalui suatu link full-duplex. B dapat menerima n buah frame karena menyediakan tempat buffer untuk n buah frame. Dan A memperbolehkan pengiriman n buah

frame tanpa menunggu suatu acknowledgement. Tiap frame diberi label nomor tertentu. B mengakui suatu frame dengan mengirim suatu acknowledgement yang mengandung serangkaian nomor dari frame berikut yang diharapkan dan B siap untuk menerima n frame berikutnya yang dimulai dari nomor tertentu. Skema ini dapat juga dipakai untuk multiple frame acknowledge.

Jika 2 stasiun menukar data, masing-masing membutuhkan 2 window : satu untuk transmisi data dan yang lain untuk menerima. Teknik ini dikenal sebagai *piggy backing*. Untuk multipoint link, primary membutuhkan masing-masing secondary untuk transmisi dan menerima.

Error Control

Berfungsi untuk mendeteksi dan memperbaiki error-error yang terjadi dalam transmisi frame-frame. Ada 2 tipe error yang mungkin :

- ♥ Frame hilang : suatu frame gagal mencapai sisi yang lain
- ♥ Frame rusak : suatu frame tiba tetapi beberapa bit-bit-nya error.

Teknik-teknik umum untuk error control, sebagai berikut :

- ♥ Deteksi error, dipakai CRC.
- ♥ Positive acknowledgment : tujuan mengembalikan suatu positif acknowledgment untuk penerimaan yang sukses, frame bebas error.
- ♥ Transmisi ulang setelah waktu habis : sumber mentransmisi ulang suatu frame yang belum diakui setelah suatu waktu yang tidak ditentukan.
- ♥ Negative acknowledgment dan transmisi ulang : tujuan mengembalikan negative acknowledgment dari frame-frame dimana suatu error dideteksi. Sumber mentransmisi ulang beberapa frame.

Mekanisme ini dinyatakan sebagai *Automatic Repeat Request (ARQ)* yang terdiri dari 3 versi :

- ♥ Stop and wait ARQ.
- ♥ Go-back-N ARQ.
- ♥ Selective-reject ARQ.

Stop and wait ARQ

Stasiun sumber mentransmisi suatu frame tunggal dan kemudian harus menunggu suatu acknowledgement (ACK) dalam periode tertentu. Tidak ada data lain dapat dikirim sampai balasan dari stasiun tujuan tiba pada stasiun sumber. Bila tidak ada balasan maka frame ditransmisi ulang. Bila error dideteksi oleh tujuan, maka frame

tersebut dibuang dan mengirim suatu Negative Acknowledgment (NAK), yang menyebabkan sumber mentransmisi ulang frame yang rusak tersebut.

Bila sinyal acknowledgment rusak pada waktu transmisi, kemudian sumber akan habis waktu dan mentransmisi ulang frame tersebut. Untuk mencegah hal ini, maka frame diberi label 0 atau 1 dan positive acknowledgment dengan bentuk ACK0 atau ACK1 : ACK0 mengakui menerima frame 1 dan mengindikasikan bahwa receiver siap untuk frame 0. Sedangkan ACK1 mengakui menerima frame 0 dan mengindikasikan bahwa receiver siap untuk frame 1.

Go-back-N ARQ

Termasuk continuous ARQ, suatu stasiun boleh mengirim frame seri yang ditentukan oleh ukuran window, memakai teknik flow control sliding window. Sementara tidak terjadi error, tujuan akan meng-acknowledge (ACK) frame yang masuk seperti biasanya.

Teknik Go-back-N ARQ yang terjadi dalam beberapa kejadian :

- ♥ Frame yang rusak. Ada 3 kasus :
 - A mentransmisi frame i. B mendeteksi suatu error dan telah menerima frame (i-1) secara sukses. B mengirim A NAK_i, mengindikasikan bahwa frame i ditolak. Ketika A menerima NAK ini, maka harus mentransmisi ulang frame i dan semua frame berikutnya yang sudah ditransmisi.
 - Frame i hilang dalam transmisi. A kemudian mengirim frame (i+1). B menerima frame (i+1) diluar permintaan, dan mengirim suatu NAK_i.
 - Frame i hilang dalam transmisi dan A tidak segera mengirim frame-frame tambahan. B tidak menerima apapun dan mengembalikan baik ACK atau NAK. A akan kehabisan waktu dan mentransmisi ulang frame i.
- ♥ ACK rusak. Ada 2 kasus :
 - B menerima frame i & mengirim ACK (i+1), yang hilang dalam transmisi. Karena ACK dikumulatif, hal ini mungkin karena A akan menerima sebuah ACK yang berikutnya untuk sebuah frame berikutnya yang akan melaksanakan tugas dari ACK yang hilang sebelum waktunya habis.
 - Jika waktu A habis, A mentransmisi ulang frame i dan semua frame-frame berikutnya.
- ♥ NAK rusak. Jika sebuah NAK hilang, A akan kehabisan waktu (time out) pada serangkaian

frame dan mentransmisi ulang frame tersebut berikut frame-frame selanjutnya.

Selective-reject ARQ

Hanya mentransmisi ulang frame-frame bila menerima NAK atau waktu habis.

Skenario dari teknik ini untuk 3 bit penomoran yang mengizinkan ukuran window sebesar 7 :

1. Stasiun A mengirim frame 0 sampai 6 ke stasiun B.
2. Stasiun B menerima dan mengakui ketujuh frame-frame.
3. Karena noise, ketujuh acknowledgment hilang.
4. Stasiun A kehabisan waktu dan mentransmisi ulang frame 0.
5. Stasiun B sudah memajukan window penerimaannya untuk menerima frame 7,0,1,2,3,4 dan 5. Dengan demikian dianggap bahwa frame 7 telah hilang dan bahwa frame nol yang baru, diterima.

Problem dari skenario ini yaitu antara window pengiriman dan penerimaan. Yang diatasi dengan memakai ukuran window max tidak lebih dari setengah range penomoran.

Protokol-Protokol Data Link Control

untuk memenuhi variasi yang luas dari kebutuhan data link, termasuk :

- ◆ Point to point dan multipoint links.
- ◆ Operasi Half-duplex dan full-duplex.
- ◆ Interaksi primary-secondary (misal : host-terminal) dan peer (misal : komputer-komputer).
- ◆ Link-link dengan nilai a yang besar (misal : satelit) dan kecil (misal : koneksi langsung jarak pendek).

Sejumlah protokol-protokol data link control telah dipakai secara luas dimana-mana :

- ◆ High-level Data Link Control (HDLC).
- ◆ Advanced Data Communication Control Procedures.
- ◆ Link Access Procedure, Balanced (LAP-B).
- ◆ Synchronous Data Link Control (SDLC).

Karakteristik-karakteristik Dasar

HDLC didefinisikan dalam tiga tipe stasiun, dua konfigurasi link, dan tiga model operasi transfer data.

Tiga tipe stasiun yaitu :

- Stasiun utama (*primary station*) : mempunyai tanggung jawab untuk mengontrol operasi link. Frame yang dikeluarkan oleh primary disebut **commands**.

- Stasiun sekunder (*secondary station*) : beroperasi dibawah kontrol stasiun utama. Frame yang dikeluarkan oleh stasiun-stasiun sekunder disebut responses. Primary mengandung link logika terpisah dengan masing-masing stasiun secondary pada line.
- Stasiun gabungan (*combined station*) : menggabungkan kelebihan dari stasiun-stasiun primary dan secondary. Stasiun kombinasi boleh mengeluarkan kedua-duanya baik commands dan responses.

Dua konfigurasi link, yaitu :

- Konfigurasi tanpa keseimbangan (*unbalanced configuration*) : dipakai dalam operasi point to point dan multipoint. Konfigurasi ini terdiri dari satu primary dan satu atau lebih stasiun secondary dan mendukung transmisi full-duplex maupun half-duplex.
- Konfigurasi dengan keseimbangan (*balanced configuration*) : dipakai hanya dalam operasi point to point. Konfigurasi ini terdiri dari dua kombinasi stasiun dan mendukung transmisi full-duplex maupun half-duplex.

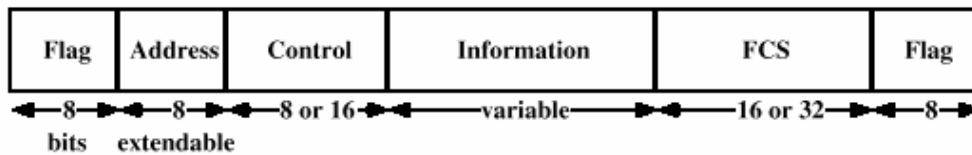
Tiga mode operasi transfer data, yaitu :

- *Normal Response Mode* (NRM) : merupakan unbalanced configuration. Primary boleh memulai data transfer ke suatu secondary, tetapi suatu secondary hanya boleh mentransmisi data sebagai response untuk suatu poll dari primary tersebut.
- *Asynchronous Balanced Mode* (ABM) : merupakan balanced configuration. Kombinasi stasiun boleh memulai transmisi tanpa menerima izin dari kombinasi stasiun yang lain.
- *Asynchronous Response Mode* (ARM) : merupakan unbalanced configuration. Dalam mode ini, secondary boleh memulai transmisi tanpa izin dari primary (misal : mengirim suatu respon tanpa menunggu suatu command). Primary masih memegang tanggung jawab pada line, termasuk inialisasi, perbaikan error dan logika pemutusan.

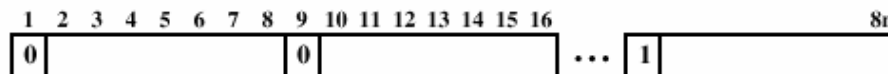
Struktur frame

HDLC memakai transmisi synchronous. Gambar 5.13 menunjukkan struktur dari frame HDLC.

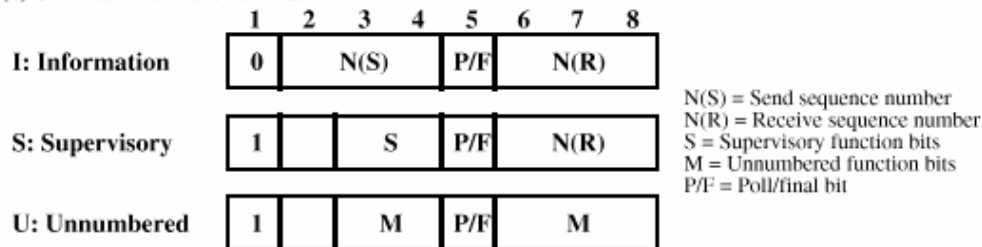
(a) Frame format



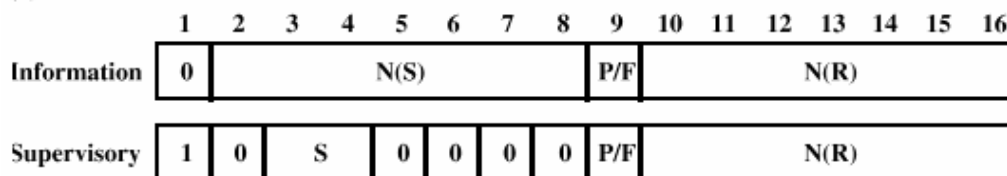
(b) Extended Address Field



(c) 8-bit control field format



(d) 16-bit control field format



Gambar 5.13. Struktur frame HDLC.

Frame ini mempunyai daerah-daerah :

- Flag : 8 bit
- Address : satu atau lebih oktaf.
- Control : 8 atau 16 bit.
- Informasi : variabel.
- Frame Check Sequence (FCS) : 16 / 32 bit.
- Flag : 8 bit.

Flag address dan control dikenal sebagai **header**, FCS dan flag dinyatakan sebagai **trailer**.

Daerah-daerah Flag

Membatasi frame dengan pola khusus 01111110. Flag tunggal mungkin dipakai sebagai flag penutup untuk satu frame dan flag pembuka untuk berikutnya. Stasiun yang terhubung ke link secara kontinu mencari rangkaian flag yang digunakan untuk sinkronisasi pada start dari suatu frame. Sementara menerima suatu frame, suatu stasiun melanjutkan untuk mencari rangkaian flag tersebut untuk menentukan akhir dari frame. Apabila pola 01111110 terdapat didalam frame, maka akan merusak level frame sinkronisasi. Problem ini dicegah dengan memakai **bit stuffing**. Transmitter akan selalu menyisipkan suatu 0 bit ekstra setelah 5 buah rangkaian '1' dalam frame. Setelah mendeteksi suatu permulaan flag, receiver memonitor aliran bit. Ketika suatu pola 5 rangkaian

'1' timbul, bit ke enam diperiksa. Jika bit ini '0', maka akan dihapus. Jika bit ke 6 dan ke 7 keduanya adalah '1', stasiun pengirim memberi sinyal suatu kondisi tidak sempurna.

Dengan penggunaan bit stuffing maka terjadi **data transparency** (=transparansi data).

Gambar 5.14 menunjukkan suatu contoh dari bit stuffing.

Daerah Address

Dipakai untuk identitas stasiun secondary yang ditransmisi atau untuk menerima frame. Biasanya formatnya dengan panjang 8 bit, tetapi dengan persetujuan lain boleh dipakai dengan panjang 7 bit dan LSB dalam tiap oktet adalah '1' atau '0' bergantung sebagai akhir oktet dari daerah address atau tidak.

Daerah Control

HDLC mendefinisikan tiga tipe frame :

- *Information frames (I-frames)* : membawa data untuk ditransmisi pada stasiun, dikenal sebagai user data, untuk control dasar memakai 3 bit penomoran, sedangkan untuk control yang lebih luas memakai 7 bit.

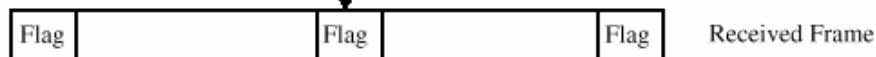
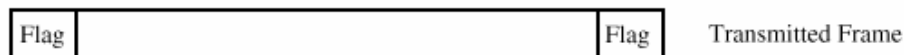
Original Pattern:

111111111111011111101111110

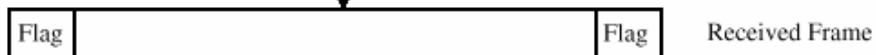
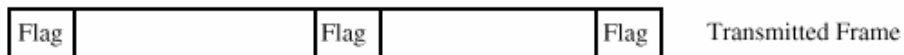
After bit-stuffing

1111101111101101111101011111010

(a) Example



(b) An inverted bit splits a frame in two



(c) An inverted merges two frames

Gambar 5.14. Bit stuffing

- *Supervisory frames (S-frames)* : untuk kontrol dasar memakai 3 bit penomoran, sedangkan untuk control yang lebih luas memakai 7 bit.
- *Unnumbered frames (U-frames)* : melengkapi tambahan fungsi kontrol link.

Gambar 5.13b dan d, satu atau 2 bit pertama dari daerah kontrol menunjukkan tipe frame.

Daerah Informasi

Ditampilkan dalam I-frames dan beberapa U-frames.

Panjangnya harus merupakan perkalian dari 8 bit.

Daerah Frame Check Sequence (FCS)

Dipakai untuk mengingat bit-bit dari frame, tidak termasuk flag-flag. Biasanya panjang FCS adalah 16 bit memakai definisi CRC-CCITT. 32 bit FCS memakai CRC-32.

Operasi

Operasi dari HDLC terdiri dari pertukaran I-frames, S-frames, dan U-frames antara sebuah primary dan sebuah secondary atau antara dua primary.

Information Frames

Tiap I-frame mengandung serangkaian nomor dari frame yang ditransmisi dan suatu poll/final (P/F) bit. Poll bit untuk command (dari primary) dan final bit (dari secondary) untuk response.

Dalam Normal response mode (NRM), primary menyebarkan suatu pull yang memberi izin untuk mengirim, dengan mengeset poll bit ke '1', dan secondary mengeset final bit ke '1' pada akhir respon I-frame-nya.

Dalam asynchronous response mode (ARM) dan Asynchronous balanced mode (ABM), P/F bit kadang dipakai untuk mengkoordinasi pertukaran dari S- dan U-frames.

Supervisory Frame

S-frame dipakai untuk flow dan error control.

Unnumbered Frames

U-frame dipakai untuk fungsi kontrol. Frame ini tidak membawa rangkaian nomor-nomor dan tidak mengubah flow dari penomoran I-frame.

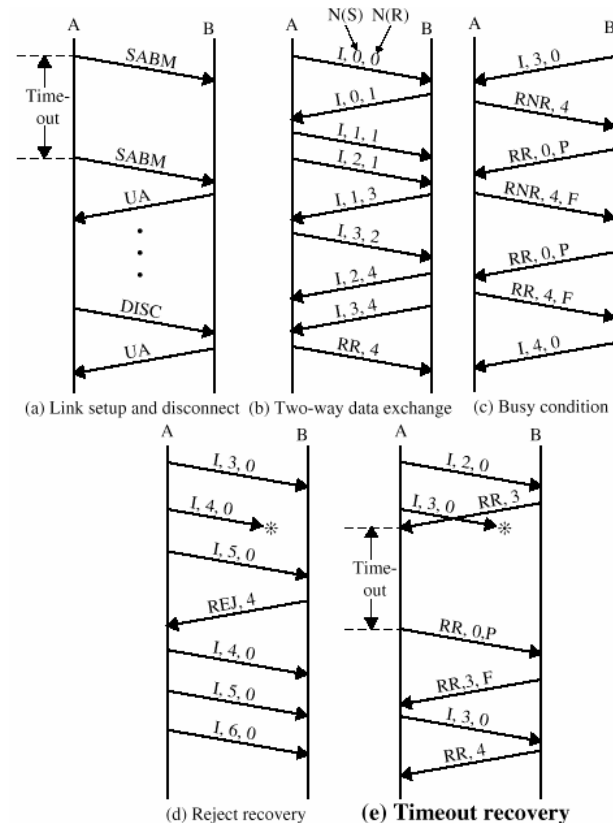
Frame-frame ini dikelompokkan menjadi kategori-kategori :

- *Mode-setting commands and responses*; mode-setting command ditransmisi oleh stasiun primary/kombinasi untuk inialisasi atau mengubah mode dari stasiun secondary/kombinasi.

- *Information transfer commands and responses*; dipakai untuk pertukaran informasi antara stasiun-stasiun.
- *Recovery commands and responses*; dipakai ketika mekanisme ARQ yang normal tidak berkenan atau tidak akan bekerja.
- *Miscellaneous commands and responses*.

Contoh-contoh Operasi

Gambar 5.15 menampilkan beberapa contoh operasi HDLC.



Gambar 5.15. Contoh dari operasi HDLC.

Gambar 5.15a menunjukkan frame-frame yang terlihat dalam link setup dan disconnect. Entity HDLC untuk satu sisi mengeluarkan command SABM untuk sisi yang lain dan memulai timer. Sisi yang lain, setelah menerima command SABM, mengembalikan respon UA dan mengeset variabel lokal dan counter ke nilai inialisasinya. Entity awal menerima respon UA, mengeset variabelnya dan counter-counter, dan menghentikan timer. Koneksi logika sekarang aktif, dan kedua sisi boleh mulai mentransmisi frame-frame. Sewaktu timer selesai tanpa suatu respon, A akan mengulang SABM. Hal ini akan diulang sampai UA atau DM diterima.

Penggambaran yang sama untuk prosedur pemutusan (disconnect). Satu sisi mengeluarkan command DISC dan yang lain merespon dengan respon UA.

Gambar 5.15b menggambarkan pertukaran full-duplex dari I-frames. Ketika suatu entity mengirim suatu nomor I-frame dalam suatu anak panah dengan tanpa penambahan data, kemudian serangkaian nomor yang diterima diulang (misal I,1.1;I,2.1 dalam arah A ke B). Ketika suatu entity menerima suatu nomor I-frame dalam suatu anak panah dengan tanpa frame yang keluar, kemudian serangkaian nomor yang diterima dalam frame yang keluar berikutnya harus mencerminkan aktivitas kumulatif (misal I,1.3 dalam arah B ke A). Catatan, sebagai tambahan untuk I-frames, pertukaran data boleh melibatkan S-frames.

Gambar 5.15c menunjukkan suatu operasi untuk kondisi yang sibuk. Beberapa kondisi dapat meningkat karena entity HDLC tidak mampu memproses I-frames secepat I-frame tersebut tiba, atau maksud user tidak mampu menerima data secepat mereka tiba dalam I-frames. Buffer dari entity penerima akan terisi dan harus menghentikan flow I-frame yang masuk dengan memakai command RNR. Dalam contoh ini, stasiun mengeluarkan RNR, yang memerlukan sisi yang lain untuk menahan transmisi I-frames. Stasiun yang menerima RNR akan mem-poll stasiun yang sibuk pada beberapa interval period dengan mengirim RR dengan set P bit. Hal ini memerlukan sisi lainnya untuk merespon dengan RR ataupun RNR. Ketika kondisi sibuk telah jelas, B mengembalikan RR, dan transmisi I-frame dari NT dapat mulai lagi.

Gambar 5.15d suatu contoh error recovery memakai command REJ. Dalam contoh ini, A mentransmisi I-frame nomor 3,4 dan 5. Nomor 4 terjadi error. B mendeteksi error tersebut dan membuang frame tersebut. Ketika B menerima I-frame nomor 5, maka frame ini dibuang karena diluar permintaan dan mengirim REJ dengan N(R) dari 4. Hal ini menyebabkan A untuk melakukan transmisi ulang dari semua I-frame yang sudah dikirim, dimulai dengan frame 4. Dan kemudian dapat melanjutkan untuk mengirim frame tambahan setelah frame yang ditransmisi ulang.

Gambar 5.15e menunjukkan error recovery memakai time out. Dalam contoh ini, A mentransmisi I-frame nomor 3 sebagai akhir dalam rangkaian I-frames. Frame tersebut mengalami error. B mendeteksi error tersebut dan membuangnya. Bagaimanapun, B tidak dapat mengirim REJ. Hal ini karena tidak ada cara untuk mengetahui bila ini adalah suatu I-frame. Jika suatu error dideteksi dalam suatu frame, semua bit-bit ini dari frame tersebut disangsikan, dan receiver tidak mempunyai cara untuk bertindak atas hal tersebut. A, bagaimanapun, memulai suatu timer begitu frame ditransmisi. Timer ini mempunyai panjang durasi yang cukup untuk merentang respon waktu yang diharapkan. Ketika timer berakhir, A melaksanakan tindakan pemulihan. Hal ini biasanya dilakukan dengan mem-poll sisi lain dengan command RR dengan set P bit, untuk menentukan status dari sisi lain tersebut. Karena poll membutuhkan suatu respon, entity akan menerima suatu frame yang mengandung N(R) dan mampu memproses. Dalam kasus ini, respon mengindikasikan bahwa frame 3 hilang, dimana A mentransmisi ulang.