**PAPER** **KOMUNIKASI DATA**

**(KONTROL TAUTAN DATA)**



**DISUSUN OLEH :**

|  |  |
| --- | --- |
| **A’TIKA NURFADILAH** | **(E1E120001)** |
| **ILMI FAIZAN** | **(E1E120011)** |
| **MIFTAHUL JANNAH SALAM** | **(E1E120033)** |
| **FINDRIYANI** | **(E1E120069)** |
| **LA ODE YAMIN ARSY FADILLAH MBOTA** | **(E1E120077)** |
| **RIZKY PRASETYA** | **(E1E120091)** |

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HALUOLEO**

**KENDARI**

**2022**

# DAFTAR ISI

[DAFTAR ISI i](#_Toc92472239)

[DAFTAR GAMBAR iii](#_Toc92472240)

[ABSTRAK 1](#_Toc92472241)

[BAB I](#_Toc92472242) [PENDAHULUAN 2](#_Toc92472243)

[1.1 Latar Belakang 2](#_Toc92472244)

[1.2 Rumusan Masalah 2](#_Toc92472245)

[1.3 Tujuan 3](#_Toc92472246)

[1.4 Manfaat 3](#_Toc92472247)

[BAB II](#_Toc92472248) [TINJAUAN PUSTAKA 4](#_Toc92472249)

[2.1 Tautan data 4](#_Toc92472250)

[2.2 Konfigurasi 5](#_Toc92472253)

[2.3 Flow 5](#_Toc92472254)

[2.4 Protocol 6](#_Toc92472259)

[BAB III](#_Toc92472260) [PEMBAHASAN 7](#_Toc92472261)

[3.1 Pengertian Kontrol Tautan Data 7](#_Toc92472262)

[3.2 Fungsi Kontrol Tautan Data 8](#_Toc92472263)

[3.2.1 Layanan Unacknowledged Connection Less 9](#_Toc92472267)

[3.2.2 Layanan Acknowledged Connection Less 9](#_Toc92472268)

[3.2.3 Layanan Acknowledged Connection Oriented 9](#_Toc92472269)

[3.3 Jalur Konfigurasi 11](#_Toc92472270)

[3.3.1 Topology 11](#_Toc92472276)

[3.3.2 Duplexity 11](#_Toc92472277)

[3.3.3 Line Dicipline (Rancangan Tata Terib) 13](#_Toc92472279)

[3.4 Flow Control pada Tautan Data 15](#_Toc92472280)

[3.4.1 Stop-and-Wait Flow Control 15](#_Toc92472282)

[3.4.2 Sliding-Window Flow Control 16](#_Toc92472283)

[3.4.3 Automatic Repeat Request (ARQ) 17](#_Toc92472284)

[3.4.4 ARQ untuk Selective-Reject 20](#_Toc92472285)

[3.5 Error Control pada Tautan Data 21](#_Toc92472286)

[3.5.1 Metode Pendektesian Error control 21](#_Toc92472288)

[3.5.2 Teknik-Teknik error control 24](#_Toc92472289)

[3.6 Protokol pada Kontrol Tautan Data 25](#_Toc92472290)

[3.6.1 Protocol SDLC 25](#_Toc92472292)

[3.6.2 Protokol HDLC 25](#_Toc92472293)

[BAB IV](#_Toc92472294) [PENUTUP 29](#_Toc92472295)

[4.1. Kesimpulan 29](#_Toc92472300)

[4.2. Saran 29](#_Toc92472301)

[DAFTAR PUSTAKA 30](#_Toc92472302)

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 3. 1 Sinyal Transmisi Sinkron 10](#_Toc92475313)

[Gambar 3. 2 Konfigurasi Komputer/Terminal Tradisional 11](#_Toc92475314)

[Gambar 3. 3 Sambungan Point to Point Half Duplex 12](#_Toc92475315)

[Gambar 3. 4 Sambungan Point to Point Full Duplex 12](#_Toc92475316)

[Gambar 3. 5 Sambungan Multipoint 12](#_Toc92475317)

[Gambar 3. 6 Sambungan Multipoint Half Duplex 12](#_Toc92475318)

[Gambar 3. 7 Sambungan Multipoint Full Duplex 13](#_Toc92475319)

[Gambar 3. 8 Serangkaian Poll dan Select 14](#_Toc92475320)

[Gambar 3. 9 Stop-and-Wait Flow Control 15](#_Toc92475321)

[Gambar 3. 10 ARQ untuk Stop-and-Wait 17](#_Toc92475322)

[Gambar 3. 11 ARQ untuk Go-back-N 18](#_Toc92475323)

[Gambar 3. 12 ARQ untuk Selective-Reject 20](#_Toc92475324)

[Gambar 3. 13 Format Frame SDLC 25](#_Toc92475325)

[Gambar 3. 14 Struktur Frame HDLC 26](#_Toc92475326)

[Gambar 3. 15 Bit Stuffing 27](#_Toc92475327)

**KONTROL TAUTAN DATA**

UNIVERSITAS HALUOLEO

# ABSTRAK

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. 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*.

Data link control atau data link protocol merupakan proses terkirimnya data/komunikasi melalui sebuah siklus komunikasi data yang terlaksana dengan penambahan kontrol layer dalam tiap alat yang berperan dalam proses komunikasi. Adapun yang dimaksud dengan data link ialah media tramsmisi antar-device ketika suatu prosedur data link control digunakan.

**Kata Kunci** : Tautan Data , Konfigurasi, Flow, Protokol.

# BAB I

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Berkomunikasi dalam kehidupan sehari-hari sudah menjadi sesuatu yang sudah pasti kita lakukan setiap hari untuk berinteraksi dengan orang-orang di sekitar kita. Komunikasi dilakukan untuk mendapatkan suatu informasi atau pemberitahuan dari pihak lain yang tentunya melakukan komunikasi itu sendiri. Dalam dunia teknologi komputer dan internet, komunikasi pun terjadi antara komponen data yang satu dengan yang lainnya, dan tentunya dalam komunikasi data tersebut terdapat sistem yang mengatur jalannya komunikasi itu sendiri.

Komunikasi yang diatur dalam suatu sistem komunikasi dilakukan untuk mendapatkan informasi menjadi lebih mudah dan cepat dilakukan. Pada dasarnya Komunikasi Data merupakan proses pengiriman informasi diantaranya menggunakan Fungsi Data Link, Pembentukan Frame, Syncronisasi Data Link dan Konfigurasi Saluran.

Bahasan control tautan data 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.

## Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penulisan paper dengan materi “Kontrol Tautan Data” adalah sebagai berikut:

1. Apa pengertian kontrol tautan data dalam komunikasi data?
2. Apa fungsi kontrol tautan data?
3. Apa itu jalur konfigurasi dalam kontrol tautan data?
4. Apa itu Flow kontrol pada tautan data?
5. Apa itu Error kontrol pada tautan data?
6. Apa saja protokol pada kontrol tautan data?

## Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan paper dengan materi “Kontrol Tautan Data” adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengertian control tautan data dalam komunikasi data.
2. Untuk mengetahui fungsi kontrol tautan data.
3. Untuk mengetahui jalur konfigurasi dalam control tautan data.
4. Untuk mengetahui flow kontrol pada tautan data.
5. Untuk mengetahui error kontrol pada tautan data.
6. Untuk mengetahui protokol pada kontrol tautan data.

## Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan paper dengan materi “Kontrol Tautan Data” adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui pengertian kontrol tautan data dalam komunikasi data.
2. Dapat mengetahui fungsi kontrol tautan data.
3. Dapat mengetahui jalur konfigurasi dalam control tautan data.
4. Dapat mengetahui flow kontrol pada tautan data.
5. Dapat mengetahui error kontrol pada tautan data.
6. Dapat mengetahui protokol pada kontrol tautan data.

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## Tautan data

Tautan data adalah jenis tautan yang secara langsung mengarahkan pengguna ke sebuah aplikasi, bukan ke situs web atau store. Tautan dalam digunakan untuk mengarahkan pengguna ke sebuah lokasi dalam aplikasi, sehingga pengguna dapat menghemat waktu dan tenaga untuk mencari halaman tertentu – ini akan secara signifikan meningkatkan pengalaman pengguna.

Hal ini dilakukan dengan menetapkan skema tautan khusus (Tautan Universal iOS) atau intent URL (pada perangkat Android) yang membuka aplikasi Anda jika sudah diinstal. Tautan dalam juga dapat diatur agar mengarahkan pengguna ke event atau halaman tertentu, yang berkaitan dengan kampanye yang akan dijalankan.

Tautan dalam menciptakan pengalaman pengguna yang mulus agar dapat mengurangi jumlah pengguna yang berhenti menggunakan aplikasi dan meningkatkan peluang terjadinya [instalasi](https://www.adjust.com/id/glossary/install/). Anda dapat membuat kampanye canggih sembari menyediakan pengalaman pengguna yang lebih baik, dengan mengarahkan pengguna ke aplikasi Anda melalui sebuah klik.

Tautan dalam juga memberikan peluang untuk menawarkan insentif dengan lebih mudah. Akan mudah untuk meyakinkan orang agar mencoba pengalaman baru saat ada hadiah atau penawaran potensial yang dikirimkan melalui kampanye penargetan ulang. Misalnya, Anda memiliki aplikasi musik dan ingin mempromosikan album baru, oleh karena itu Anda mengalokasikan anggaran untuk dibelanjakan di situs web populer. Akan tetapi, Anda ingin agar pengguna mendengarkan sampel dalam aplikasi, tidak hanya di situs web (di mana mereka hanya dapat mendengarkan cover album). Anda akan membutuhkan tautan dalam untuk mengarahkan pengguna ke halaman yang tepat di aplikasi Anda, dengan memberikan pengalaman pengguna yang mulus.



## Konfigurasi

Konfigurasi dalam komunikasi data adalah cara menghubungkan perangkat perangkat yang akan melakukan komunikasi, dapat dibedakan menjadi konfigurasi titik-ke-titik (point-to-point) dan konfigurasi multi-titik (multipoint). Titik-ke-titik (point-to-point) menghubungkan secara khusus dua piranti yang hendak berkomunikasi. Konfigurasi ini banyak ditemukan pada transmisi paralel, misalnya komunikasi antara dua komputer secara paralel untuk melakukan penyalinan file-file data, walaupun transmisi serial dimungkinkan pula apabila jarak antara dua piranti jauh.

Multi-titik (multipoint) menyatakan hubungan yang memungkinkan sebuah jalur digunakan oleh banyak piranti yang berkomunikasi. Sebagai contoh adalah konfigurasi pada jaringan bertopologi bus, dimana satu saluran data (backbone) terhubung ke beberapa komputer.

## Flow

Saat mengirim data dari satu perangkat ke perangkat lain, ujung pengiriman dikenal sebagai sumber, pengirim atau pemancar. Ujung penerima dikenal sebagai tujuan atau penerima. Pengirim dan penerima mungkin memiliki kecepatan yang berbeda. Penerima tidak akan dapat memproses data jika kecepatan pengiriman data lebih tinggi. Jadi, teknik kontrol aliran dapat digunakan.

Dalam komunikasi data, flow adalah proses laju transmisi data antara dua node untuk mencegah pengirim terlalu cepat kehabisan data dan penerima lambat dalam menerima data. Ini adalah mekanisme untuk pengirim dan penerima untuk kecepatan transmisi, sehingga node penerima tidak kewalahan dengan data dari transmisi node. Flow harus dibedakan dari kontrol kongesti, yang fungsinya digunakan untuk mengendalikan aliran data ketika kemacetan telah benar-benar terjadi. Flow ini penting karena adalah mungkin jika komputer pengirim mengirimkan informasi pada tingkat yang lebih cepat dari komputer tujuan untuk menerima dan memproses mereka. Hal ini dapat terjadi jika komputer penerima memiliki beban lalu lintas berat dibandingkan dengan komputer pengirim, atau jika komputer penerima memiliki lebih sedikit daya pemrosesan dari komputer pengirim.



## Protocol

Protokol adalah suatu kesepakatan mengenai bagaimana komunikasi akan dilakukan. Protokol adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengijinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua atau lebih titik komputer. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Pada tingkatan yang terendah, protokol mendefinisikan koneksi perangkat keras.

Protokol adalah sistem peraturan yang memungkinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua komputer atau lebih. Aturan ini harus dipenuhi oleh pengirim dan penerima agar komunikasi dapat berlangsung dengan baik. Sederhananya, protokol adalah media yang digunakan untuk menghubungkan pengirim dan penerima. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras dan perangkat lunak. Jadi hampir semua komunikasi yang terjadi pada jaringan komputer pasti melibatkan protokol.

# BAB III

# PEMBAHASAN

## Pengertian Kontrol Tautan Data

Data Link Kontrol yaitu lapisan control pada setiap perankat komunikasi yang menyediakan fungsi seperti flow control, pendektesian kesalahan, dan control kesalahan. Dengan kata lain Data Link Control / Data Link Protocol adalah pengiriman data melalui link komunikasi data yang terlaksana dengan penambahan kontrol layerdalam tiap device komunikasi. Sedangkan Data Link adalah medium transmisi antara stasiun-stasiun ketika suatu prosedur data link control dipakai.

Data link control membutuhkan lapisan-lapisan logika (layer of logic) di atas hardware untuk mengelola pertukaran data yang melewati sebuah link. Untuk mengelola pertukaran data tersebut, dibutuhkan langkah-langkah di antaranya, yaitu jalur konfigurasi, kontrol aliran data (flow control) dan kontrol kesalahan (error control).

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, meliputi :

1. *Frame-synchronization*

Data dikirimkan dalam bentuk blok yang disebut frame, awal dan akhir masing-masing frame harus dapat dikenali.

1. *Flow-control*

Station pengirim tidak akan mengirim frame pada kecepatan yang tinggi jika station penerima tidak dapat menangkapnya.

1. *Error-control*

Beberapa bit error yang dikenali dalam sistem transmisi harus dapat diperbaiki/betulkan.

1. *Addressing*

Pada lintasan yang bertitik banyak, seperti misalnya pada *local-area-network*, maka identitas dari kedua station yang terlibat didalam transmisi harus spesifik (diperinci).

1. *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.

1. *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.

Data Link Control merupakan lapisan control yang berada pada setiap perangkat komunikasi yang menyediakan fungsi seperti flow control, pendeteksian serta pengendalian kesalahan. Menyediakan prosedur pengiriman data antar jaringan.

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.

## Fungsi Kontrol Tautan Data

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 adalah sebagai berikut



### Layanan Unacknowledged Connection Less

Layanan ini 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 tersebu 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.

### Layanan Acknowledged Connection Less

Layanan ini pun 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 unreliablem, seperti sistem tanpa kabel.

### 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 ekivalen aliran bit reliabel. Pada layanan connection-oriented dipakai, pemindahan data mengalami tiga fase (tahap), yaitu sebagai berikut.

1. **Fase I**, koneksi ditentukan dengan membuat kedua mesin menginisialisasi variabel- variabel dan counter yang diperlukan untuk mengawasi frame yang mana yang telah diterima dan manayang belum.
2. **Fase II**, satu frame atau lebih mulai ditransmisikan.
3. **Fase III**, koneksi dilepaskna, 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.

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.

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



Gambar 3. 1 Sinyal Transmisi Sinkron

## Jalur Konfigurasi

Ada 3 karakteristik yang membedakan berbagai konfigurasi data link, diantaranya sebagai berikut.



### Topology

Menyatakan pengaturan fisik dari stasiun pada suatu link. Ada dua konfigurasi topology, yaitu sebagai berikut.

* 1. Point to point, jika hanya ada dua stasiun.
  2. 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) dan juga hanya memerlukan suatu kabel transmisi tunggal sehingga menghemat biaya operasional sedangkan point to point pada setiap terminal (secondary) harus terpasang masing-masing port.



Gambar 3. 2 Konfigurasi Komputer/Terminal Tradisional

### Duplexity

Menyatakan arah dan timing dari aliran sinyal. Jenis-jenisnya adalah sebagai berikut.

1. *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.
2. *Half-duplex link*, dapat mentransmisi dan menerima tidak secara simultan.
3. *Full-duplex link* , dua stasiun dapat mengirim dan menerima data satu terhadap yang lain secara simultan.

Pensinyalan digital, dapat memakai full-duplex dan half-duplex link. Untuk pensinyalan analog, penentuan duplexity tergantung pada frekuensi, baik penggunaan transmisi guided atau unguided, dimana bila suatu stasiun transmisi dan penerimaan pada frekuensi yang sama, berarti beroperasi dalam mode half-duplex sedangkan bila suatu stasiun mentransmisi pada suatu frekuensi dan menerima pada frekuensi yang lain maka beroperasi dalam mode full-duplex. Sambungan pada point to point:

1. Half Duplex



Gambar 3. 3 Sambungan Point to Point Half Duplex

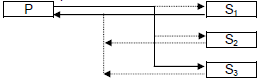
1. Full Duplex



Gambar 3. 4 Sambungan Point to Point Full Duplex

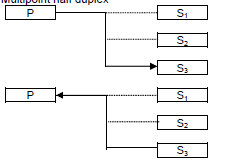
Sambungan pada multipoint adalah sebagai berikut :

1. Multi Multipoint



Gambar 3. 5 Sambungan Multipoint

1. Multipoint Half Duplex



Gambar 3. 6 Sambungan Multipoint Half Duplex

1. Multipoint Full Duplex



Gambar 3. 7 Sambungan Multipoint Full Duplex

### Line Dicipline (Rancangan Tata Terib)

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

1. 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. Acknowledgment (**nak**) dipakai untuk mengindikasikan bahwa suatu sistim tidak siap menerima, atau data yang diterima error. Hal ini diperlihatkan sebagai garis tipis dalam gambar. Jika hal ini terjadi maka stasiun mengulang tindakan akhirnya atau mungkin memulai beberapa prosedur perbaikan error (**erp**). Garis tebal pada gambar memperlihatkan keadaan normal. 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).

1. Multipoint Links

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.



Gambar 3. 8 Serangkaian Poll dan Select

Pada gambar 3.8a, primary mem-poll suatu secondary dengan mengirim suatu message “poll”. Dalam hal ini, secondary tidak punya apa-apa untuk dikirim dan merespon dengan message “nak”. Timing total untuk rangkaian ini:

**TN = tprop + tpoll + tproc +tnak +tprop**

Dimana :

tprop =waktu penyebaran = t1 – t0 = t5 – t4

tprop = waktu untuk transimisi suatu poll = t2 – t1

tproc = waktu untuk memproses poll sebelum acknowledgement = t3 –

t2

tnak = waktu untuk transmisi suatu negative acknowledgement = t4 –

t3

Transmisi dari primary harus menunjuk pada secondary yang dipilih dan transmisi dari secondary harus menyamakan secondary tersebut. Pada gambar 3.8c, dimana ditunjukkan fungsi select. Gambar 3.8d, menunjukkan suatu teknik alternatif yaitu *fast select*, dimana message select termasuk data yang ditransfer. Teknik ini cocok untuk aplikasi-aplikasi dengan message -message pendek yang seringkali ditransmisi dan waktu transfer untuk message tersebut tidak lebih lama daripada waktu balasan.

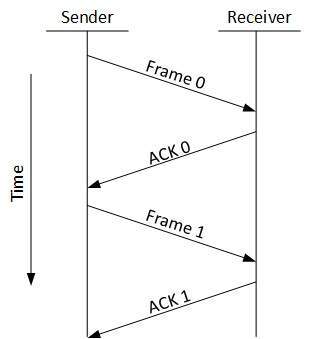
## Flow Control pada Tautan Data

Data flow control berfungsi untuk memastikan entitas pengirim (transmitter) tidak membanjiri entitas penerima (receiver). Tanpa flow control, buffer dari receiver akan penuh ketika sedang memproses data lama. Karena ketika data diterima, harus dilaksanakan sejumlah proses sebelum buffer dapat dikosongkan dan siap menerima banyak data.

Data flow control juga dapat dipengaruhi oleh waktu transmisi, yakni waktu yang dibutuhkan untuk memancarkan semua bit dalam satu frame ke media komunikasi. Selain itu, berlangsungnya data flow control juga dipengaruhi waktu propagasi, yakni waktu untuk sedikit untuk melintasi link. Bisa jadi memang tidak ada kesalahan (error) yang tercipta dari proses data flow control, namun sangat besar kemungkinan untuk terjadi berbagai penundaan (delay) karena berbagai sebab.



### Stop-and-Wait Flow Control



Gambar 3. 9 Stop-and-Wait Flow Control

Salah satu bentuk sederhana dari flow control yakni stop-and-wait flow control. Cara kerjanya ialah berawal dari sebuah entitas sumber (transmitter) mentransmisi suatu frame data. Setelah diterima, entitas tujuan (receiver) memberi isyarat untuk menerima frame lainnya yakni berupa acknowledgment (ACK). Transmitter harus menunggu sampai menerima ACK sebelum mengirim frame berikutnya. Si receiver juga dapat menghentikan aliran data dengan tidak memberikan ACK.

Stop-and-Wait Flow Control akan lebih efisien jika digunakan untuk mengirimkan suatu pesan atau data dengan jumlah frame yang sedikit. Jika jumlah frame yang dikirimkan banyak, maka sebelum deretan frame dikirimkan, frame akan dipecah-pecah menjadi blok-blok frame dengan ukuran yang lebih kecil, karena:

* 1. Terbatasnya ukuran data atau frame yang dapat ditampung oleh receiver
  2. Jumlah blok data yang besar akan mengakibatkan proses transmisi berjalan lambat dan dikhawatirkan jika terjadi kesalahan sehingga frame harus dikirim ulang dari awal.

Jika ukuran frame lebih kecil, maka deteksi kesalahan akan lebih cepat, dan jika terjadi kesalahan data yang harus di transmisikan ulang lebih sedikit

### Sliding-Window Flow Control

Selain Stop-and-Wait Flow Control, terdapat pula Sliding-Window Flow Control yang dapat digambarkan secara sederhana sebagai berikut:

Transmitter (A) dan receiver (B), terhubung melalui suatu link full-dupleks. B dapat menerima frame sebanyak 6 buah karena B menyediakan tempat buffer untuk n buah frame. A dapat melakukan pengiriman n buah frame tanpa harus menunggu B mengirimkan ACK. Namun, setiap frame diberi label nomor tertentu oleh A. B mengakui suatu frame denga n mengirim suatu ACK 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 ACK.

Sliding-Window Flow Control dirancang untuk membenahi sistem flow control sebelumnya, yakni Stop-and-Wait Flow Control. Pada Stop-and-Wait Flow Control, seolah-olah blok-blok data dikirimkan satu persatu dan mengirimkannya menunggu balasan jika blok data tersebut sudah sampai di receiver dan receiver sudah memberikan balasan. Berbeda pada Sliding-Window Flow Control, transmitter dapat mengirimkan blok-blok frame lebih banyak lalu setelah beberapa frame telah terkirim, barulah receiver memberikan balasan. Pada Stop-and-Wait Flow Control tiap-tiap blok frame diberi nomor.

Sliding-Window Flow Control jauh lebih efisien dibandingkan dengan Stop-and-Wait Flow Control karena:

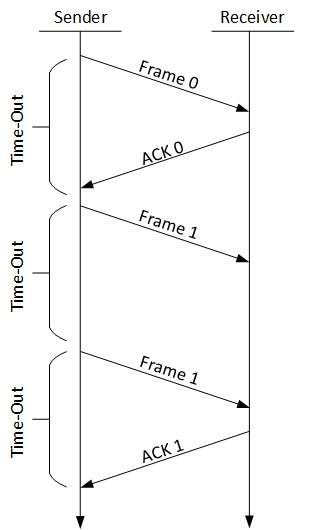
* + 1. Dapat mengirimkan lebih dari satu blok frame
    2. Waktu penundaan/delay lebih sedikit
    3. Transfer data menjadi lebih cepat

Dalam penerapannya, Sliding-Window Flow Control sangat dibutuhkan dalam komunikasi data karena memiliki nilai efisiensi yang jauh lebih tinggi ketimbang Stop-and-Wait Flow Control.

### Automatic Repeat Request (ARQ)

ARQ adalah teknik untuk mengatasi kesalahan (error) atau kehilangan frame dengan mentransmisikan ulang frame tergantung metode yang diambil (stop-and-wait, go-back-N, dan selective repeat). Parameter yang digunakan untuk menentukan error atau tidaknya sebuah pengiriman data adalah dari ACK dan timeout-nya.

* + 1. **ARQ untuk Stop-and-Wait**



Gambar 3. 10 ARQ untuk Stop-and-Wait

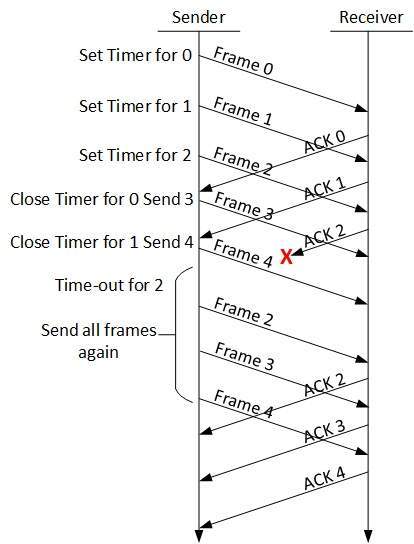
ARQ untuk Stop-and-Wait didasarkan atas teknik flow control Stop-and-Wait. Transmitter mengirimkan sebuah frame tunggal, kemudiam harus menunggu balasan (ACK). Tidak ada data yang dikirim sampai jawaban dari receiver tiba di transmitter.

Mekanisme Stop-and-Wait ARQ

ARQ untuk Stop-and-Wait merupakan ARQ paling sederhana. Jika diperhatikan, akan terlihat banyak waktu yang terbuang karena hanya digunakan untuk menunggu (waiting time). Cara kerja sistem:

* + 1. Transmitter mengirimkan 1 frame dan menunggu ACK-nya.
    2. Jika menerima frame rusak (atau error), maka frame tersebut dibuang dan transmitter menunggu sampai waktu timeout habis, ia akan retransmit data.
    3. Jika receiver menerima frame yang baik (tidak menemukan error) maka ia akan mengirim ACK, jika tidak akan dikirim NAK. Sistem ARQ ini paling simpel dan mudah dalam implementasi, tapi penerapannya kurang efisien.

1. **ARQ untuk Go-back-N**



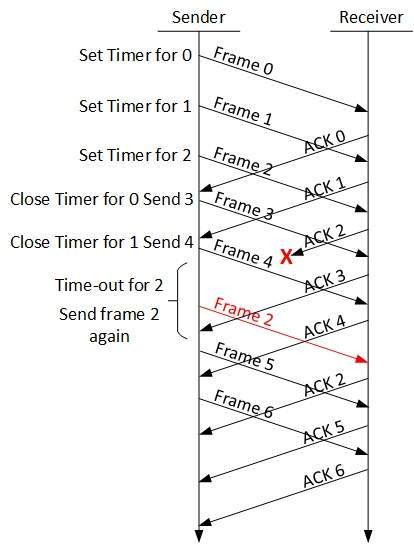
Gambar 3. 11 ARQ untuk Go-back-N

ARQ untuk Go-back-N merupakan bentuk error control yang didasarkan atas teknik flow control sliding-window. Dalam metode ini, transmitter dapat mengirim deretan frame yang diurut berdasarkan sebuah modulo bilangan. Jumlah frame balasan yang ada ditentukan oleh ukuran jendela (window), menggunakan teknik sliding window. Bila terjadi suatu kesalahan, receiver akan membalas (RR = Receive Ready) frame yang datang. Bila receiver mendeteksi suatu kesalahan pada sebuah frame, receiver tersebut mengirim balasan negatif (REJ = Reject) untuk frame tersebut. Receiver kemudian membuang frame itu dan semua frame-frame yang nantinya akan datang, hingga frame yang sebelumnya mengalami error diterima dengan benar. Jadi, bila transmitter menerima REJ, maka ia harus melakukan pengiriman ulang terhadap frame yang mengalami kesalahan tersebut, ditambah semua frame pengganti yang ditransmisikan sementara.

Sistem ini juga terbilang sistem yang sederhana, dan jika kita perhatikan akan terlihat bahwa banyak waktu terbuang yang hanya digunakan untuk pengiriman ulang frame-frame yang mengalami kesalahan (error). Cara kerja sistem :

* + 1. Transmitter mengirim satu frame dan menunggu ACK.
    2. Jika menerima frame rusak (error), maka frame tersebut dibuang dan frame sesudahnya dibuang juga.
    3. Setelah itu, frame yang telah ditransfer sebelum kerusakan akan ditransfer ulang.
    4. Jika receiver menerima frame yang baik (tidak mengalami error) maka ia akan mengirim ACK. Jika tidak, maka yang akan dikirim adalah REJ. Sistem ini simpel dalam mudah dalam implementasi tapi masih kurang efisien.

### ARQ untuk Selective-Reject



Gambar 3. 12 ARQ untuk Selective-Reject

ARQ untuk Selective-Reject juga disebut sebagai Selective-Detransmission. Dengan ARQ untuk Selective-Reject, frame-frame yang ditransmisikan adalah frame-frame yang menerima balasan negatif saja. Dalam hal ini, disebut SREJ atau frame-frame yang waktunya sudah habis. Sebagai contoh, bila frame 5 diterima rusak, B (receiver) mengirim SREJ 4, yang berarti frame 4 tidak diterima. Selanjutnya, B berlanjut dengan menerima frame-frame yang datang dan menahan mereka sampai frame 4 yang valid/tidak mengalami error diterima. Dalam hal ini, B dapat menaruh frame sesuai tempatnya agar bisa dikirim ke perangkat lunak/proses di lapisan yang lebih tinggi.

ARQ Selective-Reject lebih efisien dibanding ARQ milik Go-back-N ataupun Stop-and-Wait, karena Selective-Reject meminimalkan jumlah pengiriman ulang (retransmisi). Hal tersebut berarti receiver harus mempertahankan penyangga sebesar mungkin untuk menyimpan tempat bagi frame yang dilakukan SREJ sampai frame yang rusak dikirim ulang, serta harus memuat logika untuk diselipkan kembali frame tersebut pada urutan yang tepat. Selain itu, transmitter juga memerlukan logika yang lebih kompleks agar mampu mengirimkan frame di luar urutan. Karena komplikasi seperti itu, Selective-Reject ARQ tidak terlalu banyak dipergunakan dibanding ARQ Go-back-N. Cara kerja sistem adalah seperti berikut:

* + 1. Hanya frame yang salah dikirim ulang dan frame yang diterima oleh penerima akan ditampung dalam satu buffer.
    2. Meminimalisasi peingirman ulang. Di sini receiver narus menjaga frame yang telah diterima sehigga memiliki buffer yang besar.
    3. Pada transmitter harus memiliki data mengenai tentang frame yang dikirim.

## Error Control pada Tautan Data

Berfungsi untuk mendeteksi dan memperbaiki error-error yang terjadi dalam transmisi frame-frame. Ada 2 tipe error yang mungkin terjadi, yaitu sebagai berikut.

* + 1. Frame hilang : suatu frame gagal mencapai sisi yang lain
    2. Frame rusak : suatu frame tiba tetapi beberapa bit-bit-nya error.

### Metode Pendektesian Error control

* + - 1. Metode Echo

Metode ini terbilang sederhana karena menggunakan cara mendeteksi dengan sistem interaktif, yaitu bila ada operator yang memasukkan data. Sistem kerja dalam metode ini adalah seorang operator menginput atau memasukan data melalui terminal dan mengirimkan ke komputer. Komputer akan menyalurkan dan menampilkan data tersebut kembali ke terminal yang ditampilkan dalam layar, sehingga operator dapat mendeteksi error atau kesalahan dalam data yang telah diinput tersebut.

* + - 1. Metode deteksi error otomatis

Metode deteksi error otomatis ini merupakan metode yang paling pertama dilakukan dalam sistem jaringan komputer. Metode ini meminimalisir sentuhan manusia, untuk itu digunakan sistem yang menggunakan bit parity, yaitu bit tambahan yang digunakan untuk mendeteksi kesalahan. Ada dua macam cara penambahan bit parity, yaitu sebagai berikut.

1. Parity ganjil (Odd parity): Bit parity yang ditambahkan harus berjumlah bit “1” tiap karakter atau data ganjil. Jika menggunakan parity ganjil maka operator yang digunakan adalah ~XOR (not exclusive OR). Parity ganjil biasanya digunakan untuk transmisi synchronous.
2. Parity genap (Even parity): Bit parity ditambahkan harus berjumlah bit “1” tiap karakter atau data genap. Jika menggunakan parity genap maka operator yang digunakan adalah XOR (exclusive OR). Parity genap digunakan untuk asynchronous.
   * + 1. Framing Check

Metode ini digunakan pada transmisi asynchronous dengan adanya bit awal dan bit akhir. Data biasanya terdapat diantara bit awal dan bit akhir. Kedua bit tersebut harus diperiksa untuk mendeteksi kesalahan atau error yang ada pada data. Frame yang digunakan dalam transmisi asynchronous ini disesuaikan dengan apa yang telah dipergunakan. Salah satu cara untuk membuat frame adalah dengan menyisipkan gap waktu diantara dua buah frame. Bentuk gap sering dianalogikan seperti spasi yang memisahkan dua kata.

* + - 1. Vertical Redundancy Check(VCR)

Metode Vertical Redundancy Check (VCR) ini digunakan untuk pengiriman yang berkecepatan menengah. Metode ini berorientasi pada karakter. Setiap karakter yang dikirim berjumlah 7 bit dan ditambah dengan 1 bit parity. Bit parity ini berfungsi untuk mengetahui adakah kesalahan yang terjadi dalam proses pengiriman berkecepatan menengah. Metode ini berasumsi jika kecepatan tinggi dalam pengiriman akan menimbulkan kesalahanbanyak pada bit.

* + - 1. Longitudinal Redundancy Check (LRC)

Longitudinal Redundancy Check (LRC) adalah metode yang sama dengan Vertical Redundancy Check (VCR). Perbedaan hanya data yang dikirim per frame dan penambahan bit parity tidak hanya pada akhir karakter tetapi pada akhir farme juga. Metode ini dikenal untuk memperbaiki kelemahan pada VRC, sehingga kinerja kerja dalam VRC menjadi lebih berkualitas. Metode ini terbilang sangat teliti karena kesalahan satu bit saja bisa terdeteksi dan segera diatasi. Ketelitian dalam deteksi tersebut dapat menghasilkan kecepatan untuk proses pengiriman data.

* + - 1. Cyclic Redundancy Check(CRC)

Metode ini digunakan untuk pengiriman berkecepatan tinggi. Metode ini berorientasi pada bit karena kesalahan ditemukan pada karakter atau bit dan menggunakan deteksi dengan rumus matematika khusus. Pada Cyclic Redundancy Check (CRC) data yang dikirim per frame yang terdiri atas deretan bit yang panjang dan akan ditransmisikan.

* + - 1. Polynomial Checking

Metode deteksi error ini menerapkan sistem penambahan karakter atau susunan karakter pada akhir data berdasarkan alogaritma matematika.

* + - 1. Checksum

Checksum adalah metode deteksi kesalahan pada data yang menggunakan tambahan pada akhir data. Penerima menghitung checksumnya dengan menggunakan metode yang sama dan membandingkan dengan checksum yang telah dikirim oleh operator. Jika keduanya bernilai sama maka data tersebut diperkirakan tidak memiliki kesalahan atau error. Kelemahan metode ini hanya dapat mendeteksi error tetapi tidak dapat memperbaiki error.

### Teknik-Teknik error control

Ada tiga teknik untuk pengendalian error control, yaitu Stop-and-Wait, Go-Back-N, Selective-Repeat. Secara kolektif, mekanisme ini dikenal sebagai Permintaan Pengulangan Otomatis (ARQ).

1. Stop –and-wait ARQ, bingkai dikirim ke penerima. Kemudian penerima mengirimkan pengakuan. Jika pengirim tidak menerima acknowledgement dalam jangka waktu tertentu, maka pengirim mengirimkan kembali frame tersebut. Jangka waktu ini ditemukan dengan menggunakan alat khusus yang disebut pengatur waktu. Saat mengirim bingkai, pengirim memulai pengatur waktu. Itu memiliki waktu tetap. Jika tidak ada pengakuan yang dapat dikenali dari penerima, pengirim akan mengirimkan kembali bingkai itu.
2. Go-Back-N ARQ, pengirim mengirimkan serangkaian bingkai hingga ukuran jendela. Jika tidak ada kesalahan, penerima mengirimkan pengakuan seperti biasa. Jika tujuan mendeteksi kesalahan, itu mengirimkan pengakuan negatif (NACK) untuk bingkai itu. Penerima akan membuang bingkai kesalahan dan semua bingkai masa depan sampai bingkai kesalahan diperbaiki. Jika pengirim menerima pengakuan negatif, itu harus mengirimkan ulang bingkai kesalahan dan semua bingkai berikutnya.
3. Selective-Repeat ARQ, penerima melacak nomor urut. Ini mengirimkan pengakuan negatif hanya dari bingkai yang hilang atau rusak. Pengirim hanya dapat mengirim frame yang NACK-nya diterima. Lebih efisien daripada Go-Back-N ARQ. Itu adalah teknik pengendalian kesalahan yang umum.

## Protokol pada Kontrol Tautan Data



### Protocol 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 di bawah ini.



Gambar 3. 13 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.

### Protokol HDLC

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



Gambar 3. 14 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 :

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



Gambar 3. 15 Bit Stuffing

1. 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.

1. Address-field

Address-fielde 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 1.15 (b).

1. 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.

1. Supervisory-frame (S-frame)

Menyediakan mekanisme ARQ jika piggyback tidak dipakai.

1. Unnumbered-frame (U-frame)

Menyediakan fungsi pengontrol sambungan tambahan. Bit ke satuatau kedua dari control-field ini menunjukkan tipe frame, seperti pada gambar 2.15 (c).

1. 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 3.15 memberikan contoh bit-stuffing, pada dua kasus pertama ekstra 0 tidak begitu berpengaruh untuk mengabaikan flag pattern, tetapi penting untuk algoritma operasional.

# BAB IV

# PENUTUP



## Kesimpulan

Kontrol tautan data atau data link kontrol adalah lapisan kontrol pada setiap perangkat komunikasi yang menyediakan fungsi, seperti flow control, pendektesian kesalahan, dan kontrol kesalahan. Dengan kata lain control tautan data adalah pengiriman data melalui link komunikasi data yang terlaksana dengan penambahan kontrol layer dalam tiap device komunikasi. Kontrol tautan data membutuhkan lapisan-lapisan logika (layer of logic) di atas hardware untuk mengelola pertukaran data yang melewati sebuah link. Untuk mengelola pertukaran data tersebut, dibutuhkan langkah-langkah di antaranya, yaitu jalur konfigurasi, kontrol aliran data (flow control) dan kontrol kesalahan (error control),

## Saran

Saran kami kepada para pembaca agar selalu mencari tahu dan mempelajari mengenai kontrol tautan data karena dengan mempelajarinya kita dapat lebih memahami mengenai system komunikasi yang sering kita lakukan setiap hari.

# DAFTAR PUSTAKA

Azmi, Muhammad Rendi dan Rizkyani Paramita SP. 2013. *Makalah Komunikasi Data “Data Kontrol”*. <https://www.scribd.com/doc/200324207/Data-Link-Kontrol-Rendi-Azmi-Paramita-SP>. Diakses 7 Januari 2022.

Corrie. 2017. *8 Cara Mendeteksi Error dalam Komunikasi Data*. <https://pakarkomunikasi-com.cdn.ampproject.org/v/s/pakarkomunikasi.com/cara-mendeteksi-error-dalam-komunikasi-data/amp?amp_js_v=a6&amp_gsa=1&usqp=mq331AQKKAFQArABIIACAw%3D%3D#aoh=16415435240091&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&amp_tf=Dari%20%251%24s&ampshare=https%3A%2F%2Fpakarkomunikasi.com%2Fcara-mendeteksi-error-dalam-komunikasi-data>. Diakses 7 Januari 2022.

Riyandi, Andika Demas, dkk. 2016. *Data Link Control*. <https://www.academia.edu/33622302/Universitas_Gunadarma_DATA_LINK_CONTROL>. Diakses 5 Januari 2022.

Strephonsays. Tanpa Tahun. *Perbedaan antara Kontrol Aliran dan Kontrol Kesalahan*. <https://id.strephonsays.com/flow-control-and-vs-error-control-11451>. Diakses 7 Januari 2022.

Yasin. 2018. *Pengertian Protokol Jaringan serta Fungsi dan Jenisnya*. <https://www.niagahoster.co.id/blog/protokol-komunikasi/>. Diakses 7 Januari 2022.