

ANALISIS KINERJA PROTOKOL CSMA/CD PADA LAN IEEE 802.3 10BASE 5

Kun Fayakun (L2F096601), Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstrak

Salah satu protokol yang digunakan pada jaringan komputer adalah protokol CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) tipe 1-persistent yang digunakan pada LAN (Local Area Network) IEEE 802.3 10Base5. Protokol ini menghubungkan beberapa komputer ke dalam sebuah saluran transmisi. Komputer akan mendeteksi saluran sebelum mengirimkan data, dan langsung mengirim data jika saluran dalam kondisi kosong. Protokol akan mendeteksi tabrakan yang terjadi jika dua komputer atau lebih mengirim data pada saat yang bersamaan dan mengatur pengiriman ulang data yang mengalami tabrakan.

Pada Tugas Akhir ini disimulasikan kinerja jaringan komputer yang menggunakan protokol CSMA/CD. Sebagai tolok ukur kinerja adalah besarnya throughput setiap komputer, yaitu perbandingan frame yang sukses dikirim terhadap frame total yang dikirim dalam suatu waktu, dan jumlah data terkirim tiap-tiap komputer. Pengamatan dilakukan dengan membuat perangkat lunak yang mensimulasikan protokol CSMA/CD dengan bahasa pemrograman Delphi 5.0. Pengamatan kinerja dilakukan dengan mengatur parameter-parameter jaringan, yaitu panjang frame, jumlah frame per detik, panjang kabel transceiver, jarak antar tap, dan jumlah komputer aktif, menghitung throughput, dan besar data terkirim masing-masing komputer. Selanjutnya dilakukan analisis hubungan antara parameter-parameter jaringan dengan throughput dan data terkirim yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui pengaruh parameter-parameter jaringan terhadap kinerja protokol CSMA/CD. Parameter yang kecil pengaruhnya terhadap kinerja protokol CSMA/CD, yaitu jarak antar tap dan panjang kabel transceiver. Sedangkan parameter yang besar pengaruhnya terhadap kinerja protokol CSMA/CD, yaitu panjang frame, jumlah frame per detik, dan jumlah komputer aktif dalam satu jaringan. Selain itu juga dicari besar nilai-nilai parameter jaringan yang menghasilkan kinerja optimal, yaitu nilai parameter yang menghasilkan data terkirim yang terbesar. Data terkirim maksimal, yaitu sebesar 1218000 byte, adalah pada saat jumlah komputer aktif satu buah dengan panjang frame 1518 byte dan jumlah frame 812 frame/detik.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan di bidang teknologi komputer telah memungkinkan dua komputer atau lebih dihubungkan ke dalam sebuah jaringan komputer. Pengertian jaringan komputer (*computer network*) adalah kumpulan sejumlah komputer yang terpisah-pisah letaknya, tetapi saling berhubungan dalam melakukan tugas-tugas komputasinya^[18]. Dua buah komputer dikatakan saling berhubungan bila keduanya dapat saling bertukar data. Jaringan komputer memungkinkan pertukaran data atau informasi antara beberapa komputer menjadi lebih mudah dan cepat. Manfaat lainnya adalah jaringan komputer memungkinkan adanya perangkat cadangan bila sebuah komputer mengalami gangguan, sehingga jaringan komputer akan meningkatkan kemampuan dan kehandalan suatu sistem komputer.

Terdapat beberapa jenis jaringan komputer menurut ukuran dan kecepatan pengiriman datanya. Jenis jaringan terkecil dalam hal ukurannya adalah *Local Area Network* atau LAN. LAN seringkali digunakan untuk menghubungkan komputer-komputer pribadi dan *workstation* dalam kantor perusahaan atau pabrik-pabrik untuk memakai bersama *resource* (misalnya, printer) dan saling bertukar informasi. *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) telah menghasilkan beberapa standar untuk LAN^[18]. Standar-standar ini dikenal sebagai IEEE 802, yang meliputi IEEE 802.3 untuk jaringan komputer dengan protokol CSMA/CD, IEEE 802.4 untuk jaringan komputer dengan protokol *token bus*, dan IEEE 802.5 untuk jaringan komputer dengan protokol *token ring*.

1.2 Tujuan

1. Membuat perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasikan protokol CSMA/CD 1-persistent. Berdasarkan hasil simulasi akan diketahui parameter yang berpengaruh dalam menentukan kinerja protokol CSMA/CD.
2. Untuk mengetahui kinerja jaringan komputer yang menggunakan protokol CSMA/CD 1-persistent dengan menghitung *throughput* masing-masing komputer berdasarkan parameter jaringan, yaitu jumlah komputer, laju data, jarak antar komputer, dan panjang *frame* yang akan dikirim.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam Tugas Akhir ini dibatasi sebagai berikut:

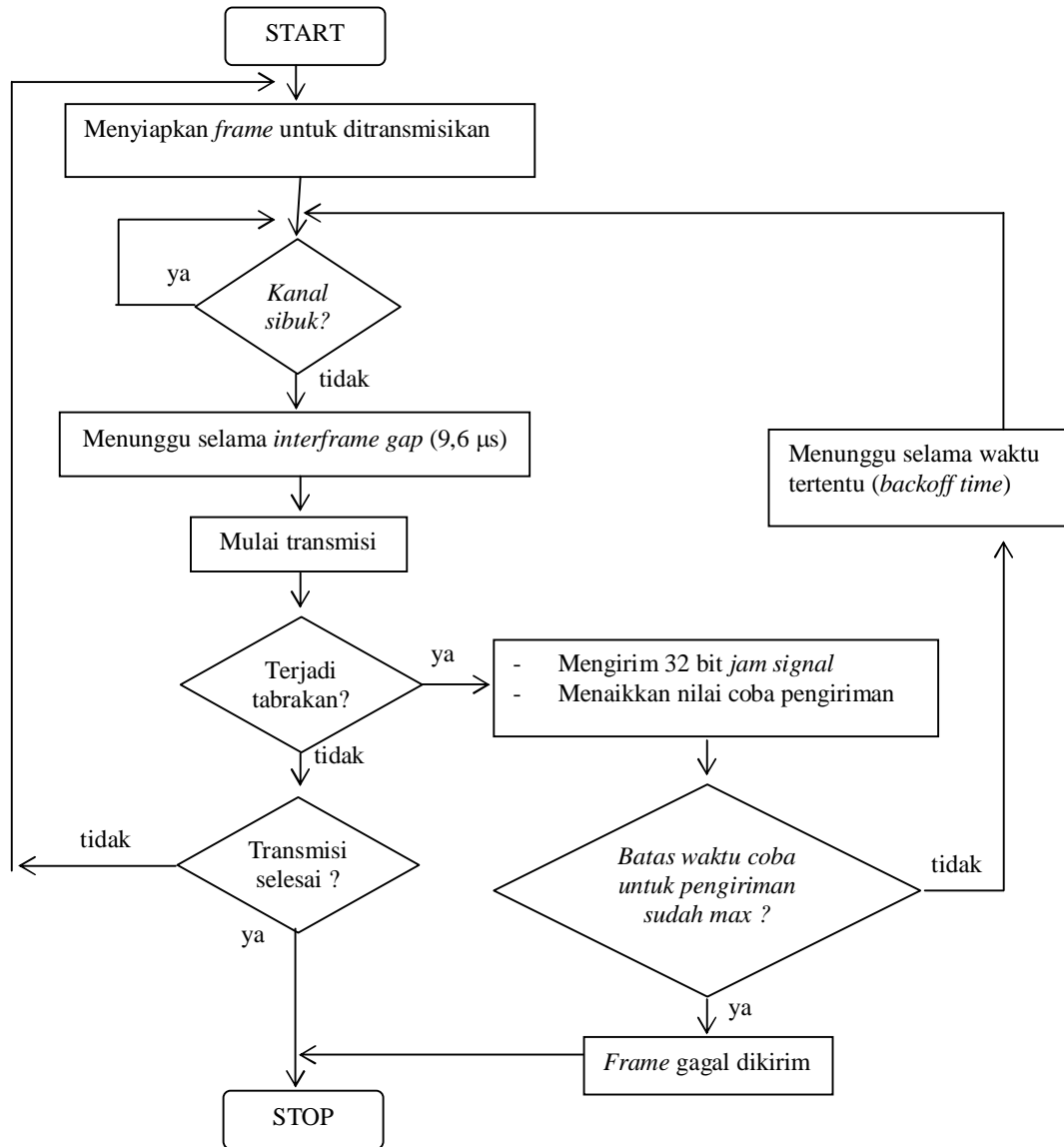
1. Jumlah komputer pada jaringan maksimal 4 buah dan masing-masing komputer mempunyai kedudukan yang sama.
2. Jumlah total jarak masing-masing komputer 500 m.
3. Jarak antara dua komputer minimal 2,5 m dan jarak selanjutnya berlaku untuk kelipatannya.
4. Laju bit data (*data bit rate*) sebesar 10 Mbps dan panjang sebuah *frame* 64 – 1518 byte.
5. Kabel yang digunakan adalah kabel koaksial tebal dan tahanan kabel tidak diperhitungkan.
6. Topologi jaringan yang digunakan adalah *bus*.
7. Tidak ada prioritas dan tanpa *repeater*.
8. Jumlah *frame* yang siap dikirim dalam satu waktu adalah konstan.
9. Derau tidak menyebabkan kerusakan pada data (kerusakan data hanya disebabkan tabrakan).

II. CSMA/CD

2.1 Proses Protokol CSMA/CD

CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*) merupakan sebuah protokol jaringan

yang mengatur akses sebuah terminal/komputer ke media jaringan. Hal ini dikarenakan setiap terminal pada jaringan CSMA/CD dapat mengakses sebuah media jaringan setiap saat (*multiple access*).



Gambar 1 Diagram alir protokol CSMA/CD [6,17,18]

Berikut akan dijelaskan tentang proses yang terjadi pada protokol CSMA/CD berdasarkan diagram alir pada gambar 1. Pada saat sebuah komputer mempunyai data yang akan dikirimkan, komputer tersebut akan mendeteksi kondisi kanal apakah sedang digunakan atau tidak (proses *carrier sense*). Jika kanal sedang digunakan, maka komputer akan menunggu sampai kanal kosong. Jika kanal tidak digunakan, maka komputer akan menunggu selama $9,6 \mu\text{s}$ untuk memastikan bahwa kanal benar-benar kosong. Kemudian *frame* mulai dikirimkan.

Terdapat kemungkinan adanya dua komputer atau lebih mengirimkan data pada saat yang sama setelah saluran selesai digunakan. Kondisi ini akan menyebabkan *frame* yang dikirimkan oleh masing-masing komputer menjadi bercampur dan rusak. Kondisi ini disebut dengan *collision* atau tabrakan. Sehingga pada saat pengiriman *frame*, komputer juga

mendeteksi tegangan pada saluran untuk mengetahui apakah terjadi tabrakan atau tidak (proses *collision detection*). Kondisi tabrakan diketahui telah terjadi jika tegangan yang diterima berbeda dengan tegangan yang dikirimkan pada saat yang sama. Jika tidak terjadi tabrakan, maka *frame* berhasil dikirimkan, dan komputer siap mengirimkan *frame* yang baru.

Jika terjadi tabrakan, maka komputer akan segera menghentikan pengiriman *frame*, dan segera mengirimkan 32 bit *jam signal* untuk memberi tahu kepada komputer lain bahwa telah terjadi tabrakan. Komputer mempunyai sebuah bilangan yang menunjukkan jumlah percobaan pengiriman untuk sebuah *frame* (*attempt number*). Untuk setiap pengiriman *frame* yang gagal (terjadi tabrakan), komputer akan menaikkan *attempt number* dan menunggu selama waktu tertentu (*backoff time*). Lamanya *backoff time* tergantung *attempt number*, yaitu nilai acak antara 0 sampai $2^k - 1$ kali slot-waktu ($K = \text{attempt number}$,

slot-waktu = 51,2 μ S). Untuk $K \geq 10$ maka nilai K sebesar 10. Setelah *backoff time* terlewati, maka komputer akan kembali mendeteksi status kanal dan menunggu kanal dalam kondisi kosong. Selanjutnya proses akan berulang seperti yang telah disebutkan pada awal proses. Jika *attempt number* telah mencapai batas maksimal (16 kali percobaan pengiriman), maka komputer akan mengirim pesan bahwa *frame* gagal dikirim dan menunggu *frame* baru.

2.2 Parameter yang Mempengaruhi Kinerja Protokol CSMA/CD

Untuk mengetahui kinerja protokol CSMA/CD 1-*persistent*, maka harus menghitung *throughput* masing-masing komputer berdasarkan parameter-parameter jaringan, yaitu :

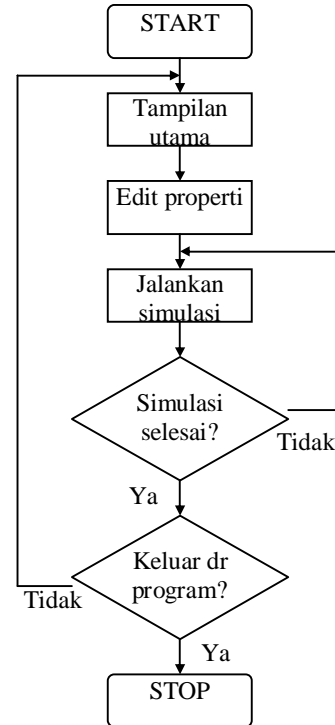
1. Jumlah komputer aktif
Jumlah komputer menentukan besar kemungkinan terjadinya tabrakan pada saat proses pengiriman data. Semakin banyak komputer aktif pada satu segmen dalam suatu jaringan, akan menyebabkan kemungkinan jumlah komputer yang mengirim data semakin besar, sehingga kemungkinan terjadi tabrakan akan semakin tinggi.
2. Jumlah *frame* per detik
Jika jumlah *frame* yang dikirim tiap detik semakin besar maka semakin banyak *frame* yang keluar, sehingga kemungkinan terjadinya tabrakan akan semakin besar.
3. Jarak antar komputer
Protokol CSMA/CD melakukan deteksi terjadinya tabrakan setelah proses pengiriman data. Setelah terdeteksi adanya tabrakan, maka protokol ini akan mengirimkan informasi kepada komputer lain bahwa telah terjadi tabrakan. Jika jarak antar komputer semakin panjang maka proses pengiriman informasi tentang adanya tabrakan akan semakin lambat, sehingga komputer lain yang belum mengetahui tentang terjadinya tabrakan dapat saja mengirimkan datanya, dan kemungkinan terjadinya tabrakan akan makin besar.
4. Panjang *frame* yang dikirim
Panjang *frame* yang dikirim menentukan kepadatan trafik data dalam suatu jaringan komputer. Semakin besar jumlah *frame* yang dikirim akan menyebabkan trafik data dalam jaringan komputer akan semakin padat. Jika trafik data semakin padat maka kemungkinan terjadinya tabrakan dalam proses pengiriman data akan semakin besar.
5. Panjang kabel *transceiver*
Semakin panjang kabel *transceiver* maka waktu yang diperlukan untuk mengirimkan data akan semakin lama, karena kabel *transceiver* mempunyai waktu tunda dalam pengiriman data.
Selain parameter tersebut, juga terdapat faktor lain yang menentukan kinerja protokol CSMA/CD. Faktor tersebut adalah kecepatan data dalam kabel *transceiver* dan kabel koaksial tebal. Besar kecepatan data pada kabel *transceiver* adalah 0,65 C (195000 km/det)^[18] dan besar kecepatan data pada kabel koaksial tebal adalah 0,77 C (231000 km/det)^[18].

III. Perancangan Perangkat Lunak Simulasi Protokol CSMA/CD

Penulisan Tugas Akhir Analisis Kinerja Protokol CSMA/CD pada LAN IEEE 802.3 10Base5 menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 5.

Perancangan perangkat lunak simulasi terbagi menjadi tiga sub bagian, yaitu tampilan utama, unit properti, dan simulator protokol CSMA/CD. Pada bagian tampilan utama

terdapat tombol-tombol untuk memulai atau menghentikan simulasi, untuk menyimpan atau memuat file, tombol untuk keluar dari simulasi ini, dan grafik hasil simulasi. Bagian properti adalah tempat untuk memasukkan parameter simulasi, yaitu panjang *frame*, jumlah *frame per detik*, panjang kabel *transceiver*, dan jarak tap antar komputer. Sedangkan bagian simulator CSMA/CD merupakan program utama yang mensimulasikan cara kerja protokol CSMA/CD.



Gambar 2. Diagram alir perangkat lunak simulasi

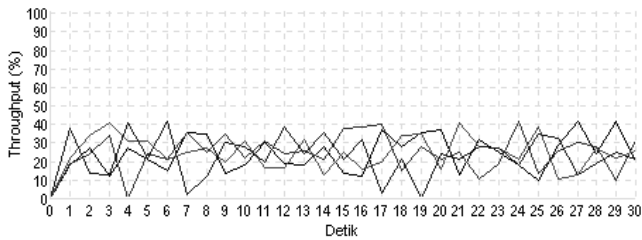
Pada saat program dieksekusi akan muncul tampilan utama. Sebelum dapat menjalankan simulasi, pengguna harus mengisi parameter jaringan pada bagian properti. Setelah parameter jaringan diisi, program simulasi dapat dijalankan. Pada saat program simulasi dijalankan, pengguna dapat mengatur komputer yang aktif pada suatu saat dan mengamati pengaruhnya pada grafik *throughput* masing-masing komputer. Setelah simulasi selesai, pengguna dapat mengubah parameter jaringan pada bagian properti atau keluar dari program.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN KINERJA PROTOKOL CSMA/CD

4.1 Pengaruh Panjang Kabel *Transceiver*

Pada pengamatan pengaruh panjang kabel *transceiver*, parameter panjang kabel *transceiver* dibuat pada 10 nilai yang berbeda. Untuk parameter-parameter yang lain nilainya dibuat tetap, yaitu panjang *frame* = 64 byte, jumlah *frame* = 14880 *frame per detik*, jarak antar tap 2,5 meter, dan jumlah komputer aktif = 4 buah.

Berikut ini merupakan contoh hasil simulasi yang dilakukan :



Gambar 3 grafik *throughput* untuk panjang kabel *transceiver* 25 meter.

Tabel 1 Hasil simulasi pengaruh panjang kabel *transceiver*

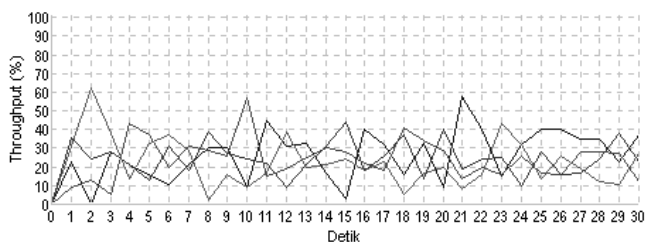
Kabel <i>transceiver</i> (m)	<i>Throughput</i> (%)	Data terkirim (byte)
0	24,69	168998
10	24,74	169340
15	24,76	169477
20	24,73	169271
25	24,68	168929
30	24,69	168998
35	24,71	169135
40	24,67	168861
45	24,58	168245
50	24,64	168655

Tabel 1 menunjukkan bahwa *throughput* yang diperoleh sebesar $(24,69 \pm 0,049)$ % dan data terkirim sebesar $(168990 \pm 338,731)$ byte. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan panjang kabel *transceiver* tidak mempengaruhi kinerja protokol jaringan. Hal ini disebabkan karena protokol CSMA/CD (deteksi saluran, deteksi tabrakan) dilakukan pada tap masing-masing komputer. Sehingga panjang kabel *transceiver* hanya berpengaruh pada tundaan pengiriman data antara komputer dan tap. Besar tundaan pengiriman data pada kabel *transceiver* sebesar 19,5 meter setiap $0,1 \mu s^{[x]}$, sehingga untuk mencapai jarak terjauh (50 meter) hanya dibutuhkan waktu 0,26 μs . Berdasarkan data ini maka perubahan panjang kabel *transceiver* kecil pengaruhnya terhadap kinerja protokol, karena waktu yang diperlukan data untuk melalui kabel *transceiver* sangat singkat bila dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan sebuah *frame*. Sebagai contoh adalah waktu yang diperlukan untuk mengirim sebuah *frame* sepanjang 64 byte sebesar $(64 + 18) \times 8 \text{ bit} \times 0,1 \mu s/\text{bit} = 65,6 \mu s$.

4.2 Pengaruh Jarak antar Tap

Pada pengamatan pengaruh jarak antar tap, parameter jarak antar tap dibuat pada nilai 2,5, 80, dan 165 meter. Untuk parameter-parameter yang lain nilainya dibuat tetap, yaitu panjang *frame* = 64 byte, jumlah *frame* = 14880 *frame* per detik, panjang kabel *transceiver* 0 meter, dan jumlah komputer aktif = 4 buah.

Berikut ini merupakan contoh hasil simulasi yang dilakukan :



Gambar 4 grafik *throughput* untuk jarak tap 80 meter.

Tabel 2 Hasil simulasi pengaruh jarak antar tap

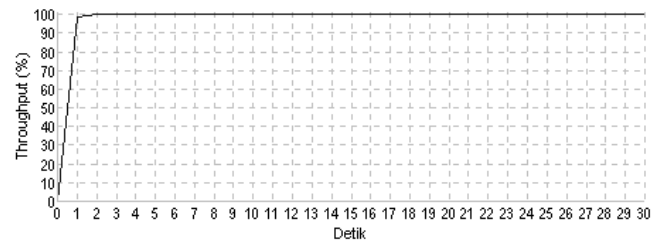
Jarak antar tap (m)	<i>Throughput</i> (%)	Data terkirim (byte)
0	24,69	168998
20	24,69	168998
40	24,73	169271
60	24,73	169271
80	24,73	169271
100	24,75	169408
120	24,74	169340
140	24,74	169340
160	24,73	169271
165	24,72	169203

Tabel 2 menunjukkan bahwa *throughput* yang diperoleh sebesar $(24,725 \pm 0,019)$ % dengan data terkirim sebesar $(169237,1 \pm 130,570)$ byte. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan jarak antar tap tidak mempengaruhi kinerja protokol jaringan. Hal ini disebabkan karena jarak antar tap hanya berpengaruh pada tundaan pengiriman data antar tap. Besar tundaan pengiriman data pada kabel koaksial tebal sebesar 23,1 meter setiap $0,1 \mu s^{[18]}$, sehingga untuk mencapai jarak terjauh (165 meter) hanya dibutuhkan waktu 0,71 μs . Berdasarkan data ini maka perubahan panjang kabel koaksial tebal kecil pengaruhnya terhadap kinerja protokol, karena waktu yang diperlukan data untuk melalui kabel ini sangat singkat bila dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan sebuah *frame*. Sebagai contoh adalah waktu yang diperlukan untuk mengirim sebuah *frame* dengan panjang 64 byte sebesar $(64 + 18) \times 8 \text{ bit} \times 0,1 \mu s/\text{bit} = 65,6 \mu s$.

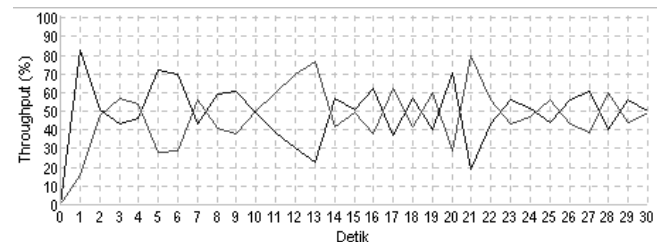
4.3 Pengaruh Jumlah Komputer

Pada pengamatan pengaruh jumlah komputer, parameter jumlah komputer dibuat pada nilai 1, 2, 3, dan 4 buah komputer aktif. Untuk parameter-parameter yang lain nilainya dibuat tetap, yaitu panjang *frame* = 64 byte, jumlah *frame* = 14880 *frame* per detik, panjang kabel *transceiver* 0 meter, dan jarak antar tap = 2,5 meter.

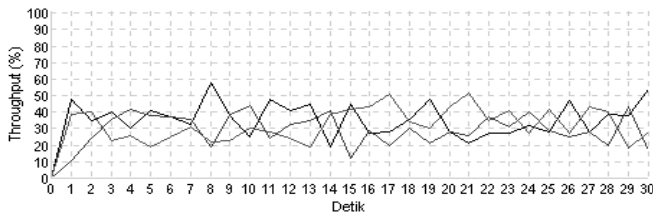
Berikut ini merupakan contoh hasil simulasi yang dilakukan :



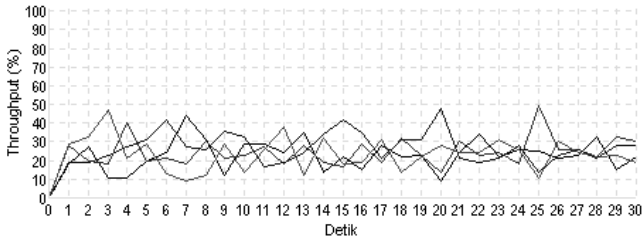
Gambar 5 Grafik *throughput* untuk 1 komputer aktif



Gambar 6 Grafik *throughput* untuk 2 komputer aktif



Gambar 7 Grafik *throughput* untuk 3 komputer aktif



Gambar 8 Grafik *throughput* untuk 4 komputer aktif

Tabel 3. Hasil simulasi pengaruh jumlah komputer aktif terhadap data terkirim

Komputer aktif	Data terkirim percobaan ke- (byte)					
	1	2	3	4	5	6
1	684480	684480	684480	684480	684480	684480
2	340665	340391	340665	340665	341213	340665
3	226699	226015	226357	226631	226425	226425
4	168998	169408	169477	169340	169271	169066

Data terkirim percobaan ke- (byte)				Rata-rata (byte)
7	8	9	10	
684480	684480	684480	684480	684480
340665	340323	340391	340665	340630,8
226357	226562	225878	226357	226370,6
169066	169340	168929	168929	169182,4

Tabel 3 menunjukkan bahwa data terkirim rata-rata yang dihasilkan berdasarkan perubahan jumlah komputer aktif sebesar $(355165,95 \pm 199898,18)$ byte. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan jumlah komputer aktif mempengaruhi kinerja protokol jaringan. Hubungan yang diperoleh adalah bahwa semakin besar jumlah komputer yang aktif maka jumlah data yang berhasil dikirim semakin turun. Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah komputer yang aktif maka peluang terjadinya tabrakan pada saat pengiriman data semakin besar.

Tabel 4 Hasil simulasi pengaruh jumlah komputer aktif terhadap *throughput* jaringan

Komputer aktif	<i>Throughput</i> percobaan ke- (%)					
	1	2	3	4	5	6
1	100	100	100	100	100	100
2	49,77	49,73	49,77	49,77	49,85	49,77
3	33,12	33,02	33,07	33,11	33,08	33,08
4	24,69	24,75	24,76	24,74	24,73	24,70

<i>Throughput</i> percobaan ke- (%)				Rata-rata (%)	Deviasi
7	8	9	10		
100	100	100	100	100	0,000
49,77	49,72	49,73	49,77	49,76	0,034
33,07	33,10	33,00	33,07	33,07	0,035
24,70	24,74	24,68	24,68	24,72	0,029

Tabel 4 memperlihatkan bahwa parameter jumlah komputer aktif berpengaruh kecil terhadap *throughput* jaringan. Berdasarkan hasil pada Tabel 4 dapat dibuat suatu persamaan pendekatan sebagai berikut :

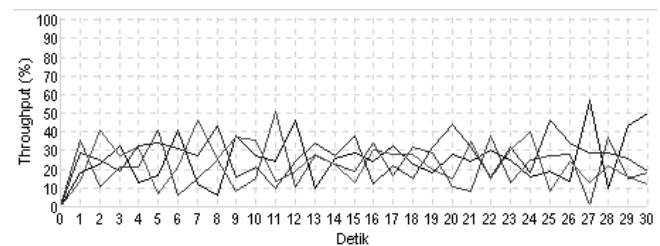
$$\bar{tr} \approx \frac{100}{\text{jumlah komputer aktif}} \% \dots (1)$$

Persamaan (1) dihasilkan karena setiap komputer pada jaringan komputer dengan protokol CSMA/CD mempunyai peluang/prioritas yang sama dalam mengirimkan data ke dalam jaringan. Sehingga tingkat keberhasilan pengiriman data bergantung kepada jumlah komputer yang mengirimkan data pada suatu saat.

4.4 Pengaruh Panjang *Frame*

Pada pengamatan pengaruh panjang *frame*, parameter panjang *frame* dibuat pada nilai 64, 310, dan 1518 byte. Untuk parameter-parameter yang lain nilainya dibuat tetap, yaitu jumlah komputer aktif = 4 buah, panjang kabel *transceiver* 0 meter, jarak antar tap = 2,5 meter. Jumlah *frame* merupakan nilai maksimal dari masing-masing panjang *frame* yang diamati, yaitu untuk panjang *frame* = 64 byte nilai jumlah *frame* = 14880 *frame* per detik, panjang *frame* = 310 byte nilai jumlah *frame* = 3787 *frame* per detik, dan panjang *frame* = 1518 byte nilai jumlah *frame* = 812 *frame* per detik.

Berikut ini merupakan contoh hasil simulasi yang dilakukan :



Gambar 9 Grafik *throughput* untuk panjang *frame* = 1518 byte dan jumlah *frame* = 812 *frame*/det

Tabel 5 Hasil simulasi pengaruh panjang *frame*

Panjang <i>frame</i> (byte)	<i>Throughput</i> (%)	Data terkirim (byte)
64	24,69	168998
310	24,76	273797
414	24,77	282496
589	24,75	289993
764	24,82	295140
923	24,81	297502
1098	24,78	299203
1273	24,77	300294
1448	24,76	301311
1518	24,81	302185

Hasil simulasi pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pengaruh perubahan panjang *frame* terhadap kinerja protokol jaringan dapat dilihat dari dua hal, yaitu dari sisi *throughput* yang dicapai dan jumlah data yang berhasil dikirimkan.

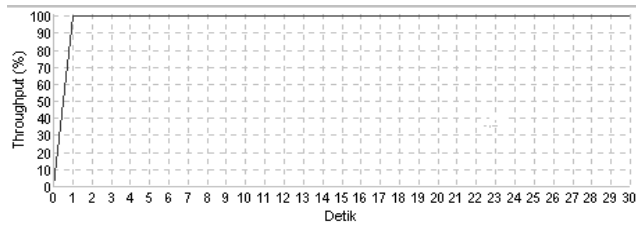
Dilihat dari besar *throughput*, diperoleh hasil sebesar $(24,77 \pm 0,036)$ %. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh perubahan panjang *frame* terhadap *throughput*. Nilai *throughput* yang diperoleh lebih dipengaruhi oleh jumlah komputer aktif sesuai Persamaan (1). Hal ini terjadi karena untuk setiap panjang *frame* yang diamati, jumlah *frame* ditetapkan pada nilai maksimalnya. Sehingga jaringan berada pada kondisi yang sibuk pada setiap panjang *frame* yang diamati.

Jika dilihat dari besar data yang berhasil dikirimkan diperoleh hasil sebesar $(281091,9 \pm 38362,17)$ byte. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perubahan panjang *frame* terhadap kinerja jaringan. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh bahwa kenaikan panjang *frame* akan menaikkan besar data yang berhasil dikirim. Ini terjadi karena semakin panjang suatu *frame* maka besar blok data pada *frame* tersebut akan semakin panjang, karena blok-blok selain blok data panjangnya tetap. Dapat pula dinyatakan bahwa semakin panjang suatu *frame* maka *overhead* yang ada akan semakin kecil.

4.5 Pengaruh Jumlah *frame*

Pada pengamatan pengaruh jumlah *frame*, parameter jumlah *frame* dibuat pada nilai 1, 122, dan 14880 *frame* per detik. Untuk parameter-parameter yang lain nilainya dibuat tetap, yaitu jumlah komputer aktif = 4 buah, panjang kabel *transceiver* 0 meter, jarak antar tap = 2,5 meter, dan panjang *frame* = 64 byte.

Berikut ini merupakan contoh hasil simulasi yang dilakukan :



Gambar 10 Grafik *throughput* untuk jumlah *frame* = 1 *frame*/det

Tabel 6 Hasil simulasi pengaruh jumlah *frame*

Jumlah <i>frame</i> (byte / detik)	<i>Throughput</i> (%)	Data terkirim (byte)
1	100,00	46
122	99,95	5609
1861	99,95	85563
3720	99,94	171017
5580	66,02	169460
7440	49,31	168758
9300	39,78	170178
11160	32,97	169254
13020	28,29	169434
14880	24,69	168998

Tabel 6 menunjukkan bahwa pengaruh perubahan jumlah *frame* terhadap kinerja protokol jaringan dapat dilihat dari dua hal, yaitu dari sisi *throughput* yang dicapai dan jumlah data yang berhasil dikirimkan.

Dilihat dari besar *throughput*, diperoleh *throughput* rata-rata sebesar $(64,09 \pm 31,245)$ %. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perubahan jumlah *frame* terhadap *throughput*. Nilai *throughput* yang diperoleh menurun untuk jumlah *frame* yang meningkat. Hal ini terjadi karena untuk jumlah *frame* yang meningkat, maka kemungkinan terjadinya tabrakan pada saat pengiriman data juga semakin meningkat. Jika dilihat dari besar data yang berhasil dikirimkan, diperoleh hasil data terkirim rata-rata sebesar $(127831,7 \pm 67276,6)$ byte. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh jumlah *frame* terhadap kinerja jaringan. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh

bahwa kenaikan jumlah *frame* akan menaikkan besar data yang berhasil dikirim. Ini terjadi karena semakin besar jumlah *frame* maka semakin besar jumlah data yang terkirim.

4.6 Penentuan Nilai Parameter untuk Pengiriman Data yang Optimal

Nilai parameter optimal dicari untuk jumlah komputer aktif mulai dari 1 sampai 4 buah. Pada setiap jumlah komputer aktif yang berbeda dicoba beberapa kombinasi nilai parameter-parameter jaringan yang berbeda pada perangkat lunak simulasi. Hasil *throughput* yang dihasilkan pada setiap kombinasi parameter jaringan digunakan untuk mencari jumlah data terkirim rata-rata untuk setiap komputer aktif. Besar data terkirim dicari pada nilai yang terbesar, dan kombinasi parameter jaringan yang menghasilkan data terkirim yang terbesar merupakan nilai parameter jaringan untuk pengiriman data yang optimal. Hasil penentuan nilai parameter jaringan pada pengiriman data yang optimal untuk jumlah komputer aktif yang berbeda diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Nilai parameter jaringan pada pengiriman data yang optimal

	Jumlah komputer aktif			
	1	2	3	4
Panjang <i>frame</i> (byte)	1518	1483	1518	1518
Jumlah <i>frame</i> (frame/det)	812	626	272	204
<i>Throughput</i> (%)	100	66,9	99,8	99,65
Data terkirim (byte)	1218000	613533	407184	304929

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa jumlah data terkirim yang terbesar akan menurun untuk jumlah komputer aktif yang meningkat. Jumlah data terkirim yang terbesar ini memenuhi persamaan pendekatan sebagai berikut :

$$\text{Data terkirim (byte)} \approx \frac{1218000}{\text{jumlah komputer aktif}} \dots (2)$$

Nilai 1218000 merupakan jumlah data terkirim yang tertinggi yang dimungkinkan terjadi pada jaringan IEEE 802.3 10Base-5, yaitu pada kondisi panjang *frame* terbesar, jumlah *frame* tercepat dan hanya sebuah komputer yang aktif.

Persamaan (2) dapat ditentukan karena setiap komputer aktif pada jaringan komputer CSMA/CD mempunyai peluang yang sama dalam pengiriman data. Sehingga jumlah data terkirim dari masing-masing komputer aktif adalah sama, dan bergantung kepada jumlah komputer yang aktif pada suatu saat.

Tabel 7 juga menunjukkan bahwa data terkirim yang terbesar terjadi pada jumlah komputer aktif sebanyak 1 buah. Hal ini dapat dijelaskan karena pada saat hanya terdapat sebuah komputer yang aktif maka tidak akan terjadi tabrakan pada saat pengiriman data, sehingga data akan terkirim tanpa mengalami kerusakan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan-pengamatan dan analisis yang dilakukan, maka pada penulisan dalam Tugas Akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja protokol CSMA/CD dipengaruhi oleh parameter-parameter jaringan, yaitu panjang *frame*, jumlah *frame*, dan jumlah komputer aktif.

2. Parameter yang kecil pengaruhnya terhadap kinerja protokol CSMA/CD adalah jarak antar tap dan panjang kabel transceiver.
3. Semakin panjang *frame* yang dikirimkan maka jumlah data terkirim semakin banyak, yaitu 165849 *byte* pada panjang *frame* 64 *byte* dan 299628 *byte* pada panjang *frame* 1518 *byte*.
4. Semakin banyak jumlah *frame* yang dikirimkan dalam satu detik maka jumlah data terkirim semakin banyak, yaitu 46 *byte* pada saat laju data 1 *frame*/detik dan 165849 *byte* pada saat laju data 14880 *frame*/detik.
5. Semakin banyak jumlah komputer yang aktif maka jumlah data terkirim semakin sedikit, yaitu 684480 *byte* jika jumlah komputer aktif 1 buah dan 165849 *byte* jika jumlah komputer aktif 4 buah.
6. Nilai parameter-parameter jaringan yang menghasilkan pengiriman data yang optimal, berbeda-beda bergantung pada jumlah komputer aktif.

5.2 Saran

Setelah melakukan percobaan-percobaan dalam menentukan kinerja protokol CSMA/CD, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Proses simulasi protokol CSMA/CD dilakukan pada lebih dari satu segmen, dengan menambahkan *repeater* tiap 500 meter dan jumlah *repeater* maksimal sebanyak 4 buah dalam satu jaringan.
2. Simulasi dapat dilakukan dengan menambah jumlah komputer aktif dalam sebuah jaringan menjadi lebih besar dari 4 buah komputer aktif.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. ____, *Brief History of Ethernet*, http://www_personal.umd.umich.edu/~sensi gn/introduction.htm.
2. ____, *Collisions*, http://www.ots.utexas.edu/ethernet/10quickref/ch3qr_8.htm.
3. ____, *Conceptual Overview*, <http://www.cs.bsu.edu/homepages/peb/cs637/ethernet/concepts.htm>, 1996.
4. ____, *CSMA/CD*, http://www.isk.kth.se/~waseem/Telesys_98/CSMA/csma.html.
5. ____, *CSMA/CD*, http://www.synapse.de/ban/HTML/P_LAYER/Eng/P_lay215.html.
6. ____, *CSMA/CD : Principle*, <http://www.lkn.ei.tum.de/mmprog/mac/protocols/collision/csma2.htm>.
7. Cisco System Inc., *Ethernet Technologies*, http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ethernet.htm, 1999.
8. Cisco System Inc., *Introduction to LAN Protocols*, http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/introlan.htm, 1999.

9. Cisco System Inc., *Open System Interconnection (OSI)*, http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ethernet.htm, 1999.
10. Fairhurst, Gorry, *CSMA/CD*, <http://www.org.abdn.ac.uk/users/gorry/course/lan-pages/csma-cd.html>.
11. Fairhurst, Gorry, *Medium Access Control (MAC)*, <http://www.org.abdn.ac.uk/users/gorry/course/lan-pages/mac.html>.
12. Fairhurst, Gorry, *Network Interface Cards (NIC)*, <http://www.org.abdn.ac.uk/users/gorry/course/lan-pages/nic.html>.
13. Frick, David R., *The OSI Model*, http://www.frick-cpa.com/netess/Net_OSI.asp.
14. Harris, Michael P., *Exploring Ethernet Specifications*, http://www.delmar.edu/courses/TTNW2313/Ethernet_oview_Asyncomm.htm.
15. Harris, Michael P., *Exploring Networking Essentials*, <http://www.delmar.edu/courses/TTNW2313/primer.htm>, 1998.
16. Harris, Michael P., *Exploring Network Technologies*, <http://www.delmar.edu/courses/TTNW2313/topology.htm>, 1998.
17. Spurgeon, Charles, *Quick References uides to 10Mbps Ethernet*, <http://kmh.yeungnam-c.ac.kr/comscience/network/ethernet/ces-books.html>, 1995.
18. Tanenbaum, Andrew S., *Jaringan Komputer*, Prenhallindo, Jakarta, 1997.
19. Techfest, *Ethernet Frame Structure*, <http://www.techfest.com/networking/lan/ethernet2.htm>.
20. Techfest, *Etehrnet Media Access Control*, <http://www.techfest.com/networking/lan/ethernet3.htm>.
21. Techfest, *Ethernet Physical Layer Specifications*, <http://www.techfest.com/networking/lan/ethernet4.htm>.



Kun Fayakun lahir di Purwokerto, 16 Juni 1979. Saat ini sedang menyelesaikan pendidikan strata 1 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang. Konsentrasi yang diambil adalah elektronika, kontrol, dan telekomunikasi.

Semarang, Agustus 2002

Pembimbing II

Sukiswo, ST
NIP. 132 162 548