

# REKABENTUK MODEL SIMULASI UNTUK RANGKAIAN GELANG

Jamaludin Ibrahim \*

Dan

Md Yazid Mohd Saman \*\*

Institut Sains Komputer,  
Universiti Teknologi Malaysia.

## Sinopsis

*Kertas penyelidikan ini membincangkan satu rekabentuk model simulasi bagi Rangkaian Gelang. Rangkaian Gelang ini menggunakan kaedah Laluan-Token sebagai protokol penyelarasan penggunaan salurannya. Model simulasi ini adalah untuk menguji prestasi rangkaian tersebut di mana ia diukur di dalam bentuk masa sambutan, penggunaan saluran dan kelambatan dalam giliran nodnya.*

## Synopsis

*This research paper discusses a design of modeling simulation on the Ring network. This Ring network uses the Token-Passing method as the channel synchronization protocol. This simulation model is used to investigate the performance of the network which is evaluated in terms of response time, channel utilization and the delay in the node queues.*

**KATA KUNCI:** Simulasi, Model, Rangkaian Kawasan Setempat, Rangkaian Gelang, Token, Simulasi diskrit, Prestasi.

## Pengenalan

### Rangkaian Komputer

Sistem rangkaian ialah satu sistem yang menghubungkan nod dengan nod yang lain dan menyelaraskan cara berhubung di antara mereka [Stallings 1984, Tanenbaum 1981, Tropper 1981]. Nod selalunya terdiri daripada komputer, perkakasan komputer di antaranya pencetak, terminal VDU, telefon. Aktiviti yang selalu dijalankan ialah penghantaran surat elektronik, fail aturcara dan teks serta capaian ke pengkalan data. Rangkaian kawasan setempat pula adalah salah satu jenis rangkaian yang dilaksanakan di dalam satu kawasan yang kecil. Ia terdiri daripada beberapa topologi seperti topologi rangkaian Bintang, rangkaian Gelang, rangkaian Bas dan rangkaian Pokok.

### Simulasi dan Penilaian Prestasi

Simulasi pula ialah satu kaedah yang menggunakan komputer untuk meniru atau mengikut operasi proses (atau sistem) yang ada di alam nyata [Averill dan Kelton 1982, Banks 1984, Lewis dan Smith 1978, Schoemaker 1980]. Dengan simulasi ini, perjalanan pelaksanaan proses yang ditiru, dapat diikuti dengan terperinci dan perubahan perlakuannya dapat dinilai apabila terdapat perubahan cirinya.

Pencapaian sistem rangkaian selalunya diukur daripada segi masa sambutan (*response time*) dan penggunaan saluran (*channel utilization* atau *throughput*) [Bux dan Rudin 1980, Bux 1981, Schoemaker 1980]. Masa sambutan ialah jarak masa dari mana bit pertama maklumat sedia dihantar sehingga masa bit terakhir diterima. Ia terdiri daripada komponen seperti kelambatan dalam giliran (*delay in queue*), iaitu masa menunggu di nod penghantar sehingga kebenaran untuk menghantar paket diperolehi. pendam (*latency*), iaitu masa menunggu sehingga antara-muka dapat memulakan penghantaran dan masa penghantaran (*transmission time*), iaitu masa yang diambil untuk memindahkan mesej ke nod penerima sehingga berjaya.

---

\* Pensyarah di Institut Sains Komputer

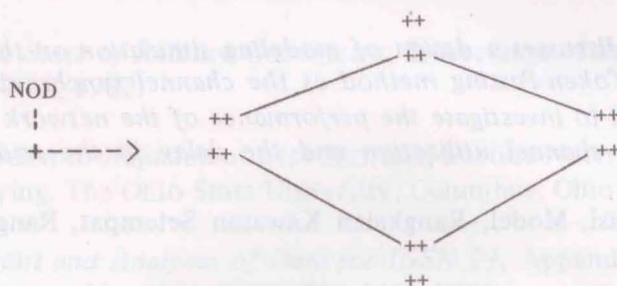
\*\* Pelajar Sarjana

Beberapa kajian penyelidikan telah dijalankan untuk mengkaji dan menganalisa pencapaian dan prestasi rangkaian kawasan setempat. Selalunya, kajian ini dijalankan untuk menilai sesuatu sistem rangkaian yang baru [Bux dan Rudin 1980, Bux 1981, Stallings 1980, Tropper 1981].

Secara keseluruhannya, kajian-kajian yang dijalankan telah membina model-model simulasi untuk meneliti pencapaian rangkaian dalam bentuk masa sambutan, masa kelambatan dalam giliran dan penggunaan saluran. Kebanyakan model yang dibina, telah menggunakan pakej simulasi GPSS, SIMSCRIPT II, SIMULA dan lain-lain pakej untuk pelaksanaan. Ada juga simulasi yang telah dilaksanakan dengan bahasa Fortran [Tropper 1981].

### Rangkaian Gelang

Rangkaian Gelang ialah satu rangkaian di mana nod dihubungkan dengan nod yang lain di dalam satu bulatan yang disambung dengan menggunakan satu media saluran fizikal seperti wayar pasangan terpiuh (*twisted pairs*), kabel sepaksi (*coaxial cables*) dan optik gentian (*optical fibre*) seperti yang ditunjukkan di dalam gambarajah 1(a) [Stallings 1984, Dallas & Spratt 1984].



Gambarajah 1 (a) Topologi Rangkaian GELANG

Untuk membuat perhubungan di antara satu nod dengan nod yang lain iaitu untuk menghantar maklumat, nod penghantar perlulah terlebih dahulu mendapat kebenaran menggunakan saluran kerana ia dikongsi dengan nod yang lain. Salah satu cara untuk menyelaraskan penggunaan saluran ini ialah dengan menggunakan kaedah protokol Laluan-Token (*Token-Passing Channel Protocol*). Hanya nod yang telah memperolehi token itu sahaja yang dibenarkan menghantar maklumat. Selagi token ini belum diperolehi, nod tersebut terpaksa menunggu. Di dalam pelaksanaan yang sebenarnya, token ini terdiri daripada satu corak bit (selalunya 8 bit) yang sentiasa mengelilingi Gelang [Tanenbaum 1981].

Rangkaian Gelang yang menggunakan kaedah token ini mempunyai beberapa ciri utama seperti kadar penghantaran data untuk saluran (*channel data rate*), bilangan bit dalam token, bilangan nod yang berada di dalam rangkaian, sistem paket tidak berprioriti dan berprioriti dan sistem servis penghantaran habisan (*exhaustive transmission*) dan penghantaran tak-habisan (*non-exhaustive transmission*) [Stallings 1984, Dallas & Spratt 1984].

Di dalam sistem paket berprioriti, hanya nod yang mempunyai prioriti yang lebih tinggi daripada prioriti token sahaja yang dibenarkan merebutnya. Nod-nod tersebut juga boleh membuat tempahan untuk token yang sedang digunakan supaya ia mendapatnya terlebih dahulu apabila tamat penghantaran yang sedang dijalankan. Di dalam sistem penghantaran habisan pula, nod yang mendapat token akan menghantar kesemua paket yang berada di dalam gilirannya, manakala di dalam sistem yang tak-habisan, token akan dihantar ke nod lain apabila tamat penghantaran satu paket sahaja dan nod terpaksa menunggu untuk menghantar paket yang lain yang berada di dalam gilirannya.

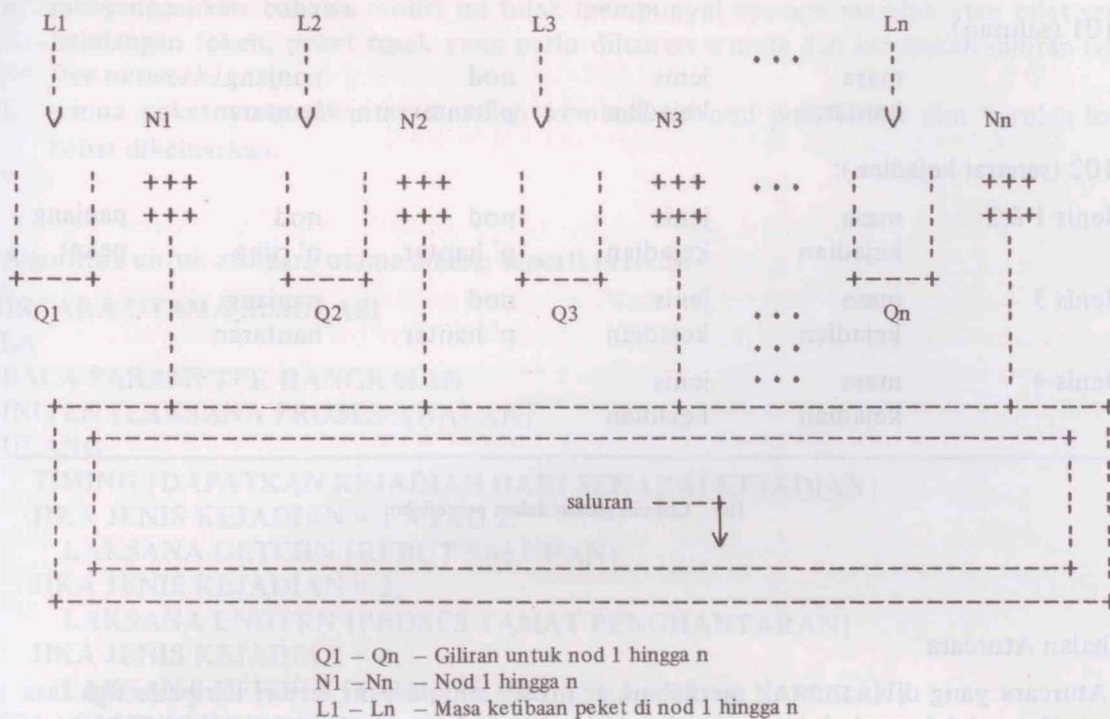
Beberapa rangkaian Gelang telah dibina secara praktikal seperti Gelang Newhall, Primenet, Burroughs, Gelang IBM Zurich dan Gelang DCS (Dallas & Spratt 1984, Tropper 1981).

### Perihal Model Simulasi

#### Model Rangkaian

Simulasi ini dijalankan secara diskrit, iaitu masanya berubah mengikut masa perubahan

kejadian (*event*) dalam sistem [Averill & Kelton 1982, Banks & Carson 1984, Lewis & Smith 1979]. Di dalam model simulasi ini, maklumat penting seperti paket yang menunggu untuk hantar dan paket yang sedang dihantar, disimpan di dalam senarai-senarai ingatan. Rangkaian Gelang di atas boleh dimodelkan dengan model yang mempunyai giliran untuk setiap nod dan saluran seperti di dalam gambarajah 1(b).



Gambarajah 1 (b) Model giliran

Di dalam pemodelan ini, tiga jenis senarai utama diperlukan untuk menyimpan maklumat simulasi. Senarai-senarai ini diwakili oleh satu ruang ingatan berjujukan [Averill dan Kelton 1982]:

- senarai untuk mewakili giliran di setiap nod bagi menyimpan paket yang tiba ( $n$  giliran)
- senarai yang mewakili saluran yang menyimpan paket yang dihantar
- senarai kejadian (*event list*) yang memegang kejadian yang akan berlaku di sepanjang proses simulasi mengikut tertib susunan masa kejadiannya.

Kejadian-kejadian yang utama yang terjadi di sepanjang operasi rangkaian Gelang ini ialah kedatangan paket baru dan cuba merebut token (kejadian berjenis 1), paket di dalam giliran nod mendapat token (kejadian berjenis 2), tamat penghantaran paket (kejadian berjenis 3) dan tamat simulasi (kejadian berjenis 4). Keempat kejadian ini memerlukan maklumat yang berlainan yang perlu disimpan di dalam senarai masing-masing. Jenis kejadian dan ringkasan senarai untuk model ini dicatatkan di dalam Jadual 1.

JADUAL 1 Kejadian dan ciri-ciri giliran

jenis kejadian	perihal
1	kedatangan paket baru dan masuk menunggu giliran
2	paket menunggu dalam nod merebut token
3	akhir penghantaran paket
4	akhir simulasi

(a) Jenis Kejadian

senarai	ciri-1	ciri-2	ciri-3	ciri-4	ciri-5
1 ke N (giliran untuk menyimpan peket):					
	masa kedatangan	jenis kejadian	nod p. hantar	nod p' rima	panjang peket
101 (saluran):					
	masa hantaran	jenis kejadian	nod p'hantar	panjang hantaran	
102 (senarai kejadian):					
Jenis 1 & 2	masa kejadian	jenis kejadian	nod p' hantar	nod p' rima	panjang peket
Jenis 3	masa kejadian	jenis kejadian	nod p' hantar	panjang hantaran	
Jenis 4	masa kejadian	jenis kejadian			

(b) Ciri-ciri giliran dalam pemodelan

#### Perihalhan Aturcara

Aturcara yang dibina untuk menjalankan proses simulasi ini terdiri daripada tiga fasa iaitu pentakrifan model rangkaian, proses simulasi sebenar dan pengeluaran laporan. Dalam menakrif model, ciri-ciri utama rangkaian Gelang diberikan seperti kadar penghantaran data (Mbps), bilangan nod dalam rangkaian, masa antara ketibaan (*interarrival time*) peket (saat), purata panjang peket (bit) dan bilangan maksima peket untuk dihantar. Ini dilakukan di awal pelaksanaan aturcara.

Di dalam proses simulasi pula, peket-peket maklumat untuk dihantar oleh nod-nod dijana mengikut taburan Poisson. Taburan Poisson digunakan di sini kerana ia adalah sesuai untuk memodenkan sistem giliran yang terdapat di setiap nod [Bux 1981, Stallings 1980]. Model yang dibina menjana peket yang mempunyai ciri ketibaan bebas (*independent arrival*). Perubahan masa secara diskrit semasa pelaksanaan bergantung kepada masa kejadian yang disimpan di dalam senarai kejadian. Semasa proses ini berjalan, semua statistik penggunaan giliran, bilangan peket dan saluran dikumpulkan.

Di akhir simulasi, satu laporan dikeluarkan yang memberikan statistik prestasi rangkaian tersebut seperti:-

- purata masa penghantaran data dan masa sambutan
- bilangan peket dijana oleh nod
- bilangan peket yang diterima oleh nod
- bilangan peket yang dihantar oleh nod
- purata bilangan peket dalam giliran
- penggunaan saluran (*utilization dan throughput*)
- masa kelambatan dalam giliran

Perlaksanaan model simulasi di atas ditulis di dalam bahasa FORTRAN kerana pengaturcaraannya boleh dilakukan dengan mendalam dan perlakuan sebenarnya dapat dilihat (Lehmkuh 1 1983). Kaedah pengendalian senarai untuk maklumat dalam simulasi mengikut tatacara-tatacara SIMLIB yang diterangkan oleh Averil dan Kelton (Averill dan Kelton 1982). Di dalam simulasi ini beberapa andaian telah dibuat untuk memudahkan pemodelan:-

- di permulaan pelaksanaan aturcara, token berada di nod yang pertama di dalam rangkaian.
- satu peket yang lain akan dijana setelah tamat sesuatu penghantaran. Nod penghantar dan penerimanya ditentukan secara rawak.

- c. prestasi rangkaian ini dikaji di dalam penghantaran 1000 paket maklumat, di mana statistik untuk 200 paket permulaannya diabaikan. Ini adalah untuk menstabilkan proses simulasi sebelum memulakan pengumpulan statistik.
- d. lilitan rangkaian Gelangan ialah sejauh 1000 meter dan kelambatan rambatan (*propagation delay*) ialah 1us/200m.
- e. menganggapkan bahawa model ini tidak mempunyai apa-apa masalah atau ralat seperti kehilangan token, paket rosak yang perlu dihantar semula dan kerosakan saluran (*error-free network*).
- f. semua paket yang dihantar mestilah kembali ke nod penghantar dan barulah token-bebas dikeluarkan.

Algoritma untuk aturcara utama adalah seperti berikut:-

### ATURCARA UTAMA SIMULASI

MULA

BACA PARAMETER RANGKAIAN

INITLK [LAKSANA PROSES AWALAN]

ULANG

TIMING [DAPATKAN KEJADIAN DARI SENARAI KEJADIAN]

JIKA JENIS KEJADIAN = 1 ATAU 2.

LAKSANA GETCHN [REBUT SALURAN]

JIKA JENIS KEJADIAN = 3,

LAKSANA ENDTRN [PROSES TAMAT PENGHANTARAN]

JIKA JENIS KEJADIAN = 4,

LAKSANA REPORT [TAMAT SIMULASI & CETAK LAPURAN]

SELAGI JENIS KEJADIAN <> 4

AKHIR

Di dalam tatacara GETCHN pula, dua kejadian akan diproses iaitu kedatangan paket baru dan paket di dalam nod dapat merebut token.

Algoritmanya:-

### TATACARA GETCHN [REBUT SALURAN]

MULA

JIKA JENIS KEJADIAN = 1, [PEKET BARU TIBA]

MULA

JIKA SALURAN SIBUK. SIMPAN PEKET DALAM GILIRAN DAN KEMBALI

JIKA PEKET LAIN SUDAH ADA DALAM GILIRAN, SIMPAN PEKET DALAM GILIRAN DAN REBUT TOKEN JIKA ADA

JIKA TOKEN TIADA, KEMBALI

JIKA TOKEN ADA.

MASUKKAN PEKET DALAM SALURAN

KIRA MASA PENGHANTARAN DAN SIMPAN DALAM

SENARAI KEJADIAN [JADUALKAN TAMAT PEMINDAHAN]

KEMASKINI STATISTIK DAN KEMBALI

AKHIR

JIKA JENIS = 2 [NOD DAPAT TOKEN]

MULA

MASUKKAN PEKET DALAM SALURAN [DALAM SENARAI 102]

KIRA MASA PENGHANTARAN DAN SIMPAN DALAM

SENARAI KEJADIAN [JADUALKAN TAMAT PENGHANTARAN]

KEMASKINI STATISTIK DAN KEMBALI

AKHIR

AKHIR

Bagi tatacara ENDTRN pula, proses yang dijalankan ialah proses tamat penghantaran. Algoritma ialah seperti berikut:-

#### TATACARA ENDTRN [TAMAT PENGHANTARAN]

MULA

KELUARKAN PEKET DARI SALURAN

KEMASKINI STATISTIK

JIKA BILANGAN PEKET YANG TELAH DIHANTAR = 1000,

JADUALKAN TAMAT SIMULASI DAN KEMBALI

JANA PEKET BARU DAN SIMPAN DALAM SENARAI

KEJADIAN

KEMBALI

AKHIR

Bagi proses report pula, segala statistik yang telah diperolehi di sepanjang simulasi dicetak. Satu tatacara lain yang mustahak di dalam simulasi ini ialah **timing** iaitu satu tatacara yang akan menentukan kejadian yang akan berlaku. Ia menentukan sama ada nod telah dapat merebut token yang melaluinya atau kejadian daripada senarai kejadian perlu dilaksanakan.

Algoritamanya:

#### TATACARA TIMING [DAPATKAN JENIS KEJADIAN]

MULA

DAPATKAN MASA KEJADIAN YANG PERTAMA DARI SENARAI KEJADIAN

ULANG

JIKA MASA KEJADIAN SUDAH SAMPAI, JADUALKAN KEJADIAN TERSEBUT DAN KEMBALI

JIKA TIDAK, PERIKSA KEDUDUKAN TOKEN

JIKA NOD YANG DILALUI TOKEN MEMPUNYAI PEKET,

JADUALKAN KEJADIAN BERJENIS 2 DAN KEMBALI

JIKA TIDAK, PINDAHKAN TOKEN KE NOD LAIN

SEHINGGA KEJADIAN SUDAH DITENTUKAN

AKHIR

#### Keluaran Simulasi dan Kesimpulan

##### Ujian ke atas Rekabentuk

Satu ujian dijalankan ke atas pelaksanaan rekabentuk model di atas dengan memberikan nilai data asas untuk parameter rangkaian seperti berikut:

- a. bilangan nod: 10
- b. kadar hantaran: 1 Mbps hingga 10 Mbps
- c. masa antara-ketibaan peket: 0.001 saat (1000 pkt/s)
- d. bilangan bit dalam token : 104 bit
- e. sistem rangkaian ini mengamalkan sistem penghantaran tak-habisan (*non-exhaustive transmission*).
- g. nod-nod dalam rangkaian serta peket tidak mempunyai sistem prioriti.

Hasil dari pelaksanaan ini, beberapa graf yang menunjukkan prestasi rangkaian ini dilukiskan dan ditunjukkan di dalam gambarajah 2 hingga 8. Gambarajah 2 menunjukkan bahawa masa sambutan (*Avgrsp*) bertambah apabila muatan (*load*) yang dikendalikan oleh saluran bertambah. Ini adalah sejajar dengan hasil yang didapati oleh Bux dan Rudin [Bux dan Rudin, 1980] dan Liu dan Rouse [Dallas dan Spratt, 1984].

Masa sambutan ini juga didapati berkurangan apabila kadar hantaran saluran (*rate*) ditingkatkan seperti yang ditunjukkan di dalam gambarajah 3. Ini adalah kerana saluran berkeupayaan untuk menguruskan muatan data yang lebih dan nod-nod dapat menghantar peket dengan lebih cepat. Purata bilangan peket yang menunggu di dalam giliran nod (*AVGDIQ*) dan purata bilangan peket dalam giliran (*AVGNIQ*) pula didapati berkurangan apabila kadar hantaran bertambah seperti yang ditunjukkan di dalam rajah 4 dan 5. Ini memberi makna bahawa dengan

bertambahnya keupayaan saluran untuk menghantar lebih data, maka bilangan peket yang menunggu serta masa kelambatannya di dalam giliran bertambah kurang.

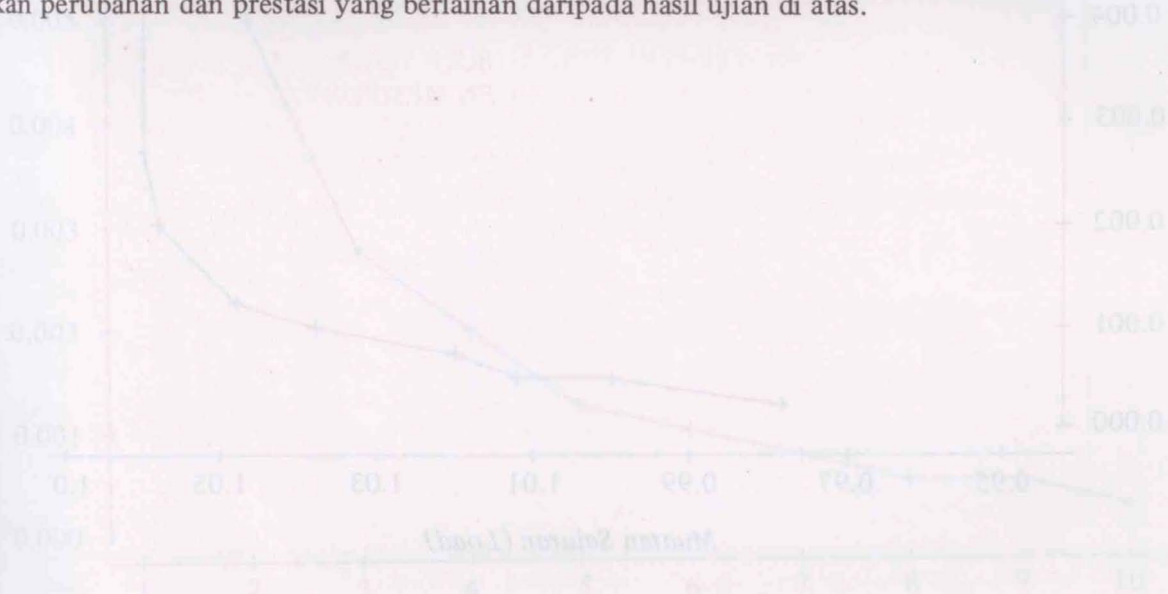
Hasil daripada gambarajah 6 pula adalah sejajar dengan hasil yang didapati oleh Stallings [Stalling 1981]. Ia menunjukkan kadar hantaran yang sebenar (*ARATE*) berbanding dengan kadar hantaran saluran di mana kadar hantaran yang sebenarnya adalah lebih rendah daripada kadar hantaran saluran. Daripada gambarajah 7 pula didapati muatan yang telah dihantar berkurangan dengan bertambahnya kadar hantaran. Begitu juga dengan penggunaan saluran (*TRUPUT*) di mana berkurangan apabila kadar hantaran saluran diturunkan seperti yang ditunjukkan di dalam gambarajah 8.

### Kesimpulan

Sebagai kesimpulannya, rekabentuk model simulasi yang dibincangkan di atas telah berjalan mengikut pelaksanaan rangkaian Gelang secara terperinci dengan beberapa andaian yang telah dibuat. Ia menunjukkan satu perlakuan yang agak rapat dengan pelaksanaan sebenarnya kerana hasil keluarannya adalah sejajar atau selaras dengan hasil pencapaian daripada kajian lain.

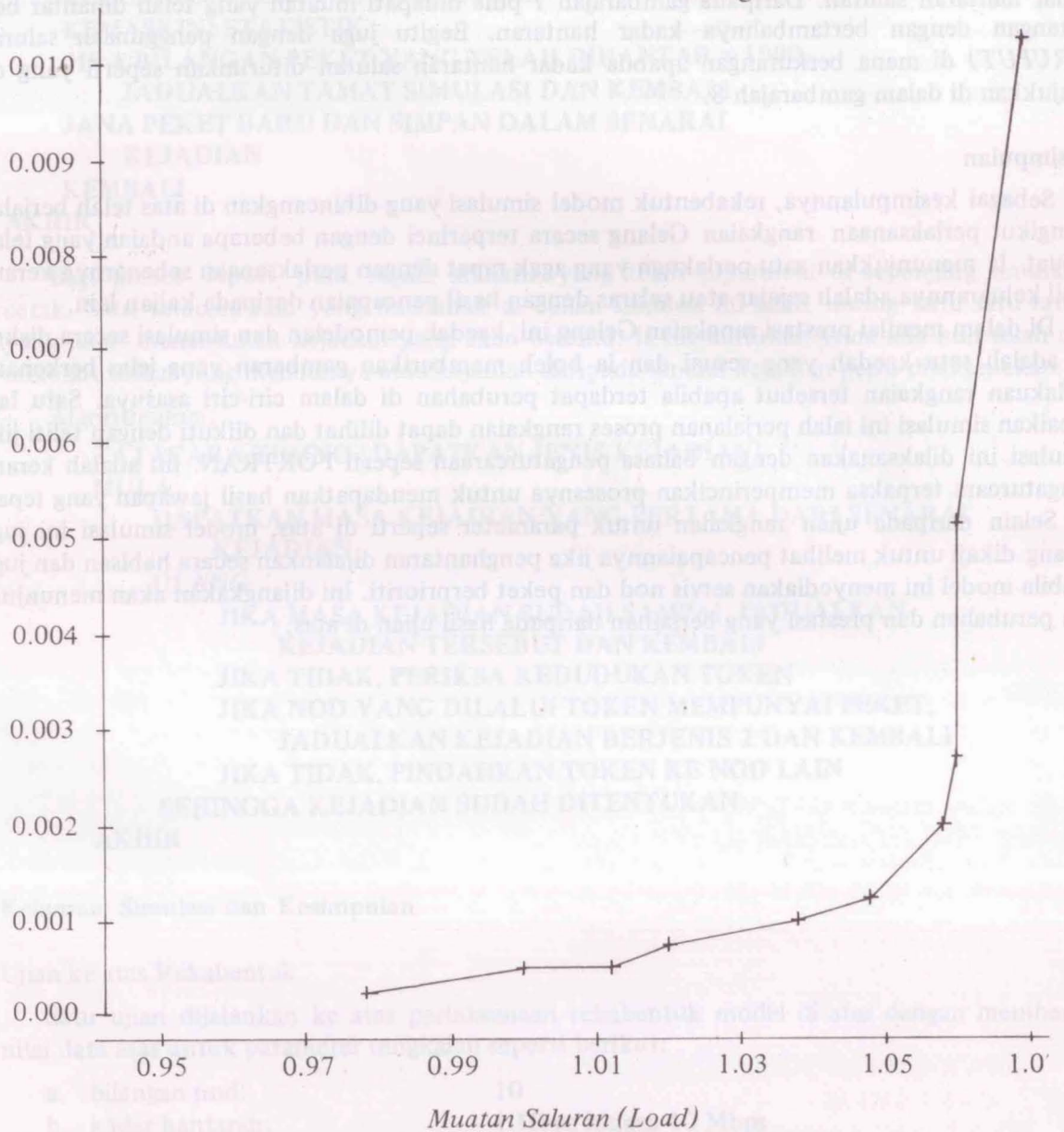
Di dalam menilai prestasi rangkaian Gelang ini, kaedah pemodelan dan simulasi secara diskrit ini adalah satu kaedah yang sesuai dan ia boleh memberikan gambaran yang jelas berkenaan perlakuan rangkaian tersebut apabila terdapat perubahan di dalam ciri-ciri asasnya. Satu lagi kebaikan simulasi ini ialah perjalanan proses rangkaian dapat dilihat dan diikuti dengan teliti jika simulasi ini dilaksanakan dengan bahasa pengaturcaraan seperti FORTRAN. Ini adalah kerana pengaturcaraan terpaksa memperincikan prosesnya untuk mendapatkan hasil jawapan yang tepat.

Selain daripada ujian rangkaian untuk parameter seperti di atas, model simulasi ini juga sedang dikaji untuk melihat pencapaiannya jika penghantaran dijalankan secara habisan dan juga apabila model ini menyediakan servis nod dan peket berprioriti. Ini dijangkakan akan menunjukkan perubahan dan prestasi yang berlainan daripada hasil ujian di atas.



Masa Sambutan  
(AVGRSP)

Bilangan Nod = 10

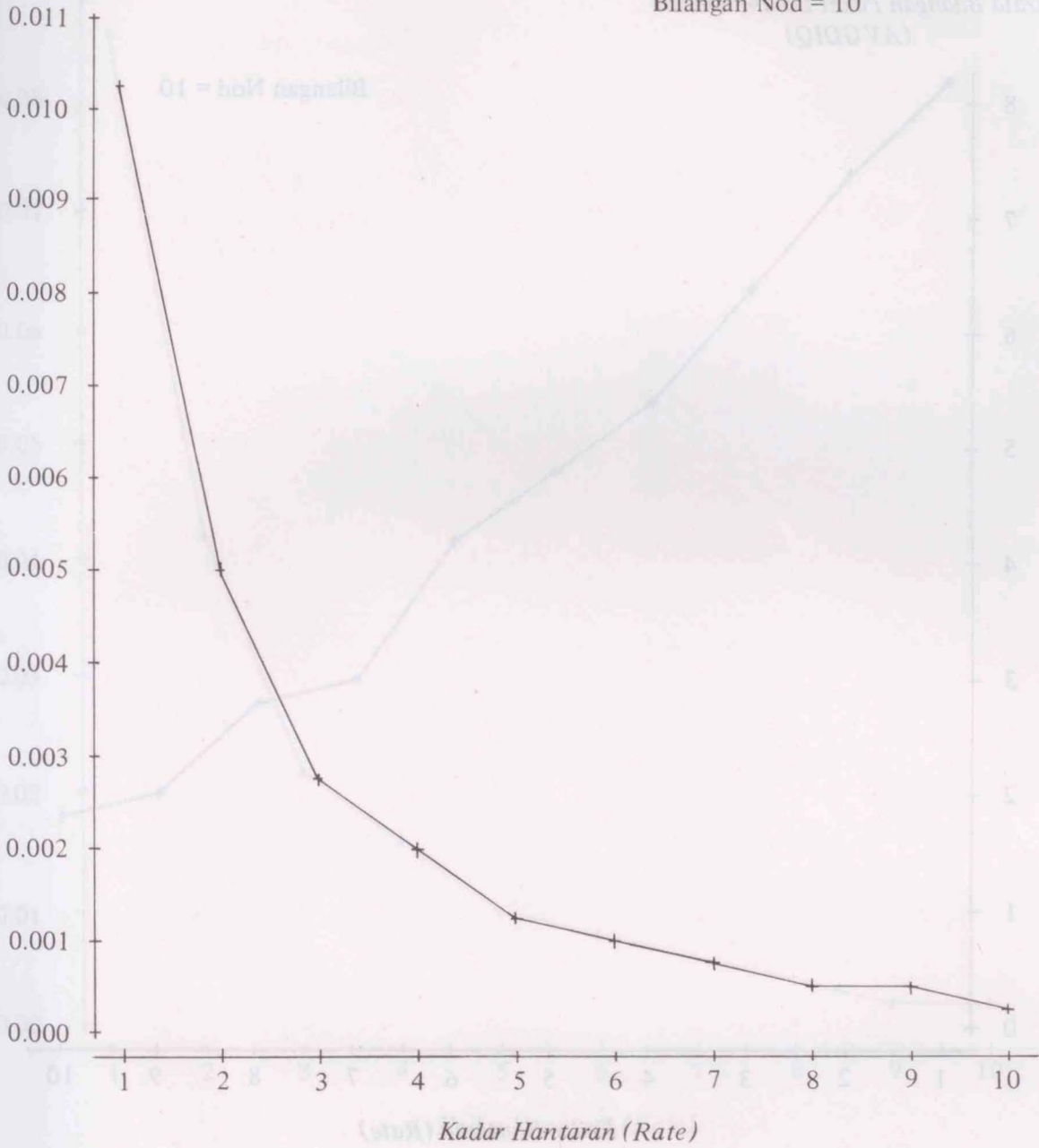


Gambarajah 2 Perbandingan masa sambutan dengan muatan



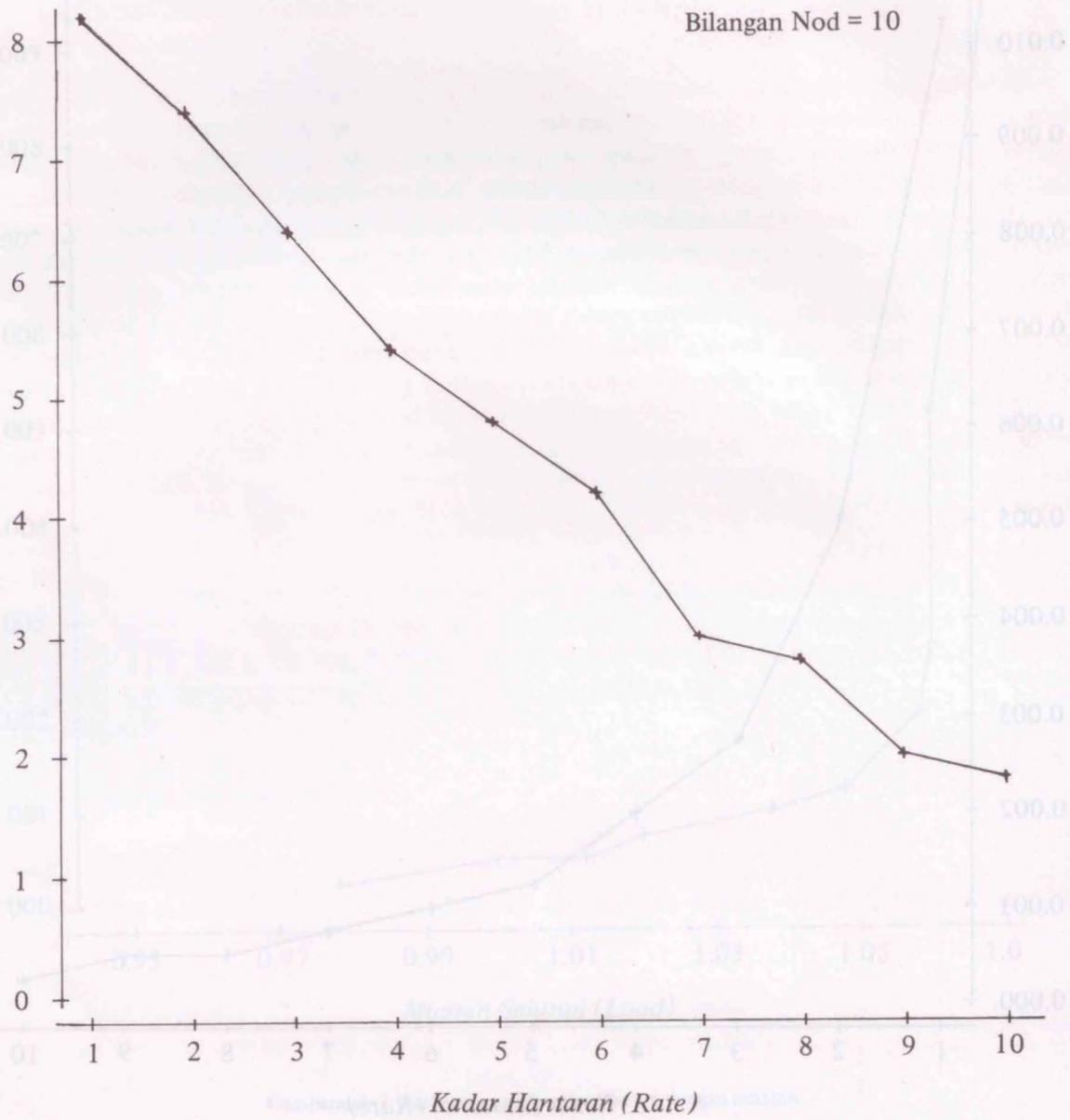
Masa Sambutan  
(AVGRSP)

Bilangan Nod = 10



Gambarajah 3 Perbandingan masa sambutan dengan kadar hantaran

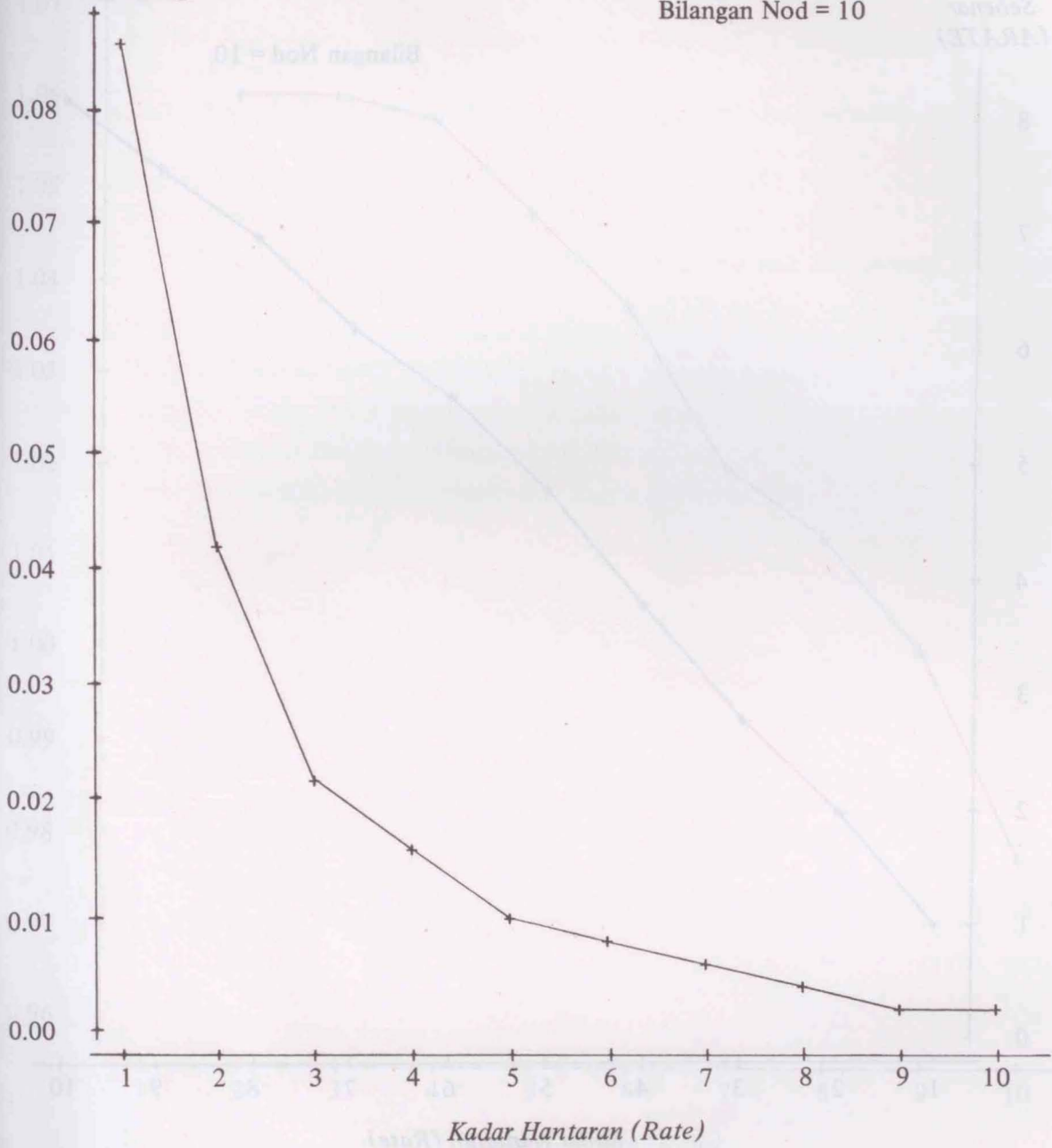
Purata Bilangan Peket Dalam Giliran  
(AVGDIQ)



Gambarajah 4 Perbandingan purata bilangan peket dalam giliran dengan kadar hantaran

Purata Masa Kelambatan  
Dalam Giliran  
(AVGDIQ)

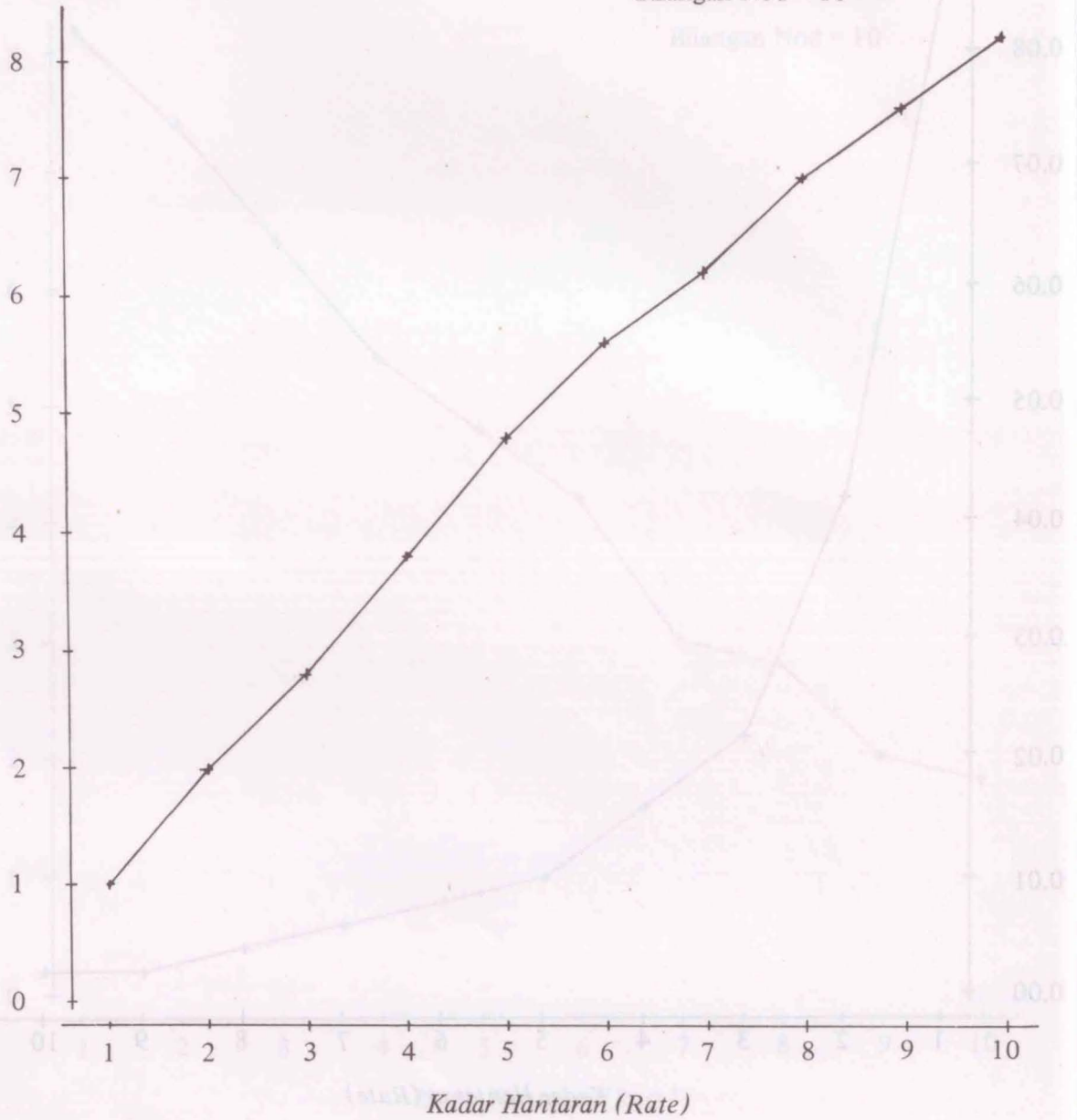
Bilangan Nod = 10



Gambarajah 5 Perbandingan masa kelambatan dalam giliran dengan kadar hantaran

*Kadar Hantaran  
Sebenar  
(ARATE)*

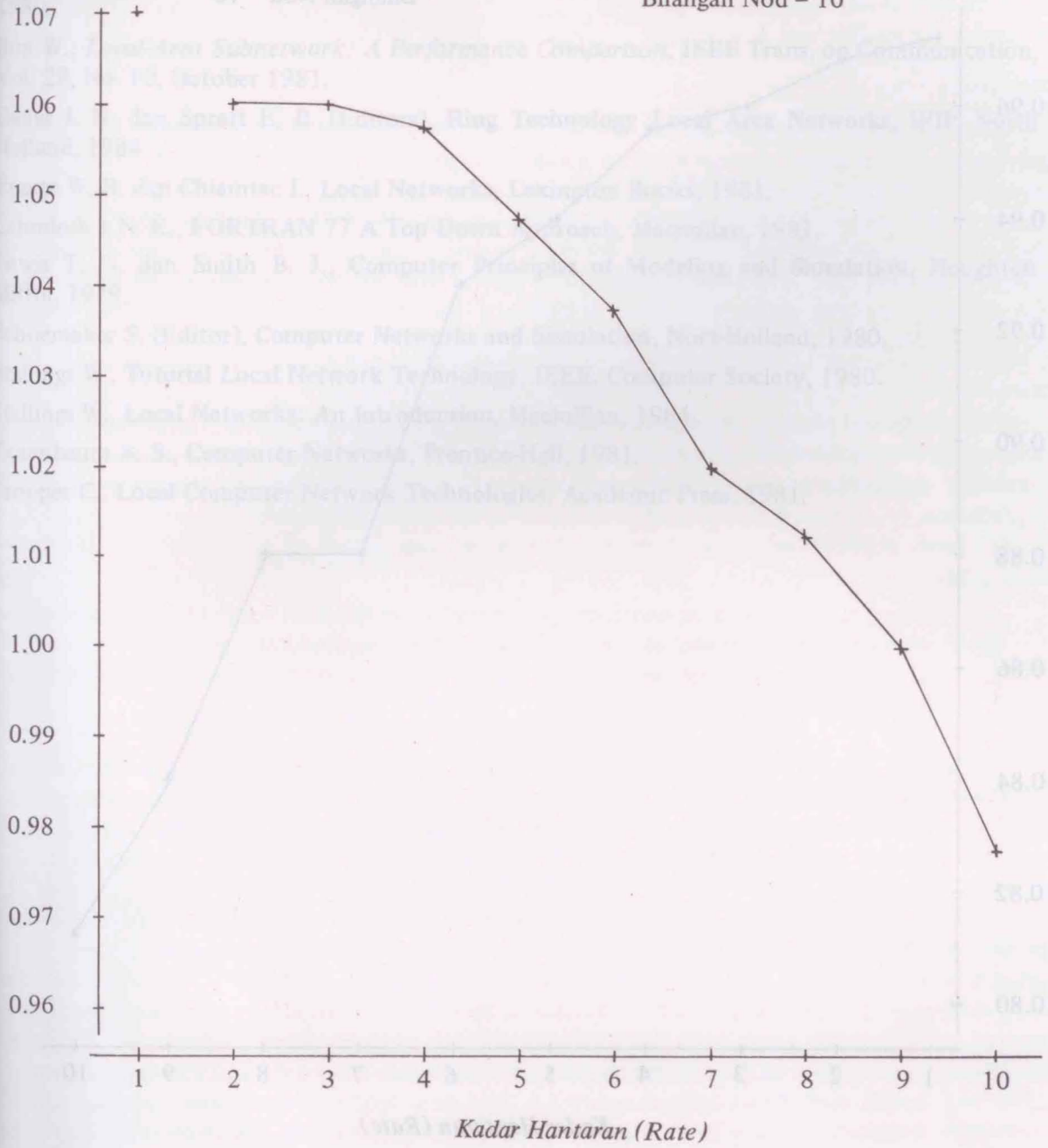
Bilangan Nod = 10



Gambarajah 6 Perbandingan kadar hantaran sebenar dengan kadar hantaran saluran

Muatan Saluran  
(LOAD)

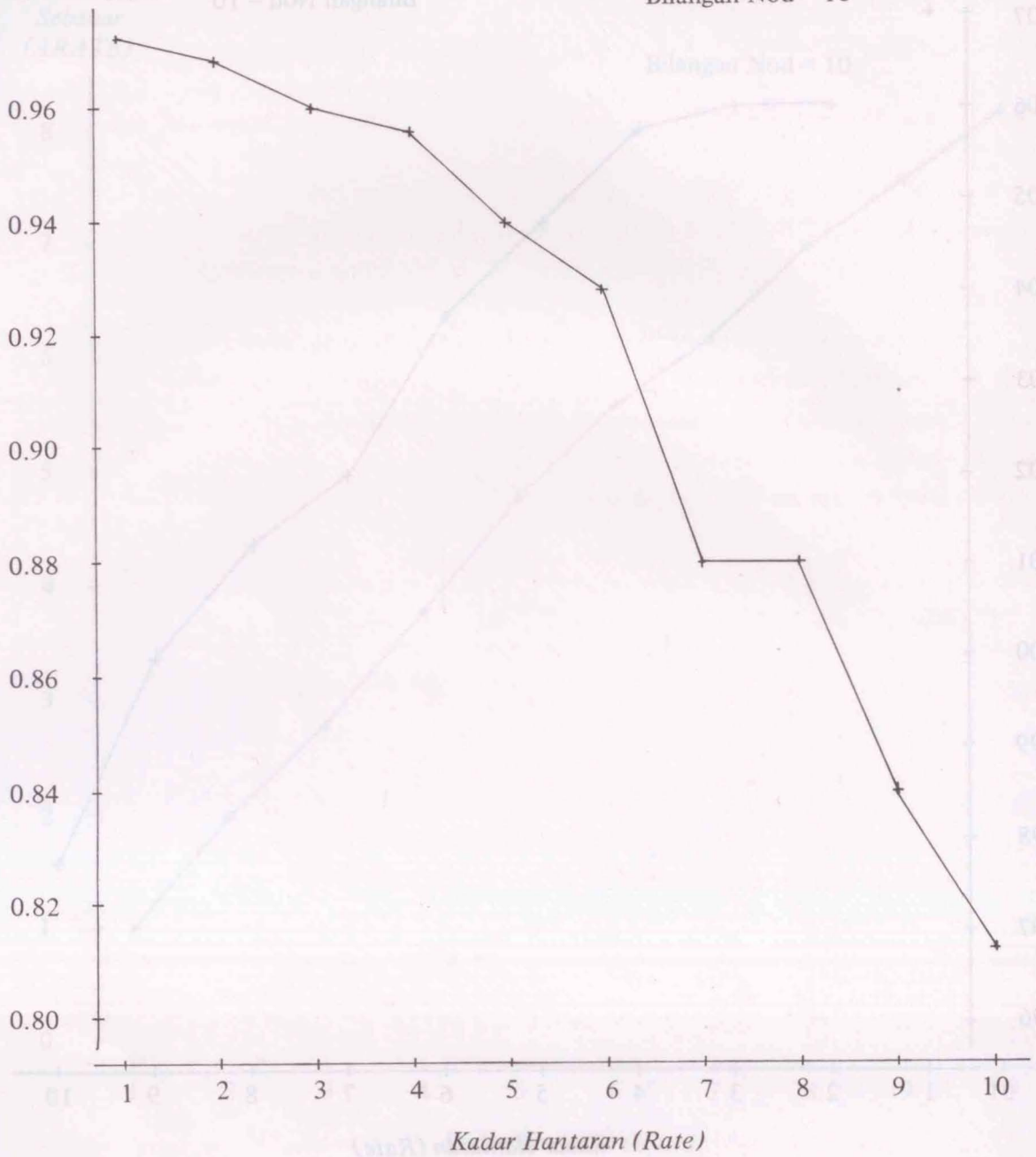
Bilangan Nod = 10



Gambarajah 7 Perbandingan muatan saluran dengan kadar hantaran

Penggunaan Saluran  
(Throughput)

Bilangan Nod = 10



Gambarajah 8. Perbandingan penggunaan saluran dengan kadar hantaran

Rujukan

Averil M. L. dan Kelton W. D., **Simulation Modeling and Analysis**, McGraw-Hill, 1982.

Banks J. Carson II J. S. **Discrete-event System Simulation**, Prentice-Hall, 1984.

Bux W. dan Rudin H., **Performance of Computer Communication Systems**, IFIP, North-Holland, 1980.

Bux W., *Local-Area Subnetwork: A Performance Comparison*, IEEE Trans, on Communication, Vol. 29, No. 10, October 1981.

Dallas I. N. dan Spratt E. B. (Editors), **Ring Technology Local Area Networks**, IFIP. North Holland, 1984

Franta W. R. dan Chlamtac I., **Local Networks**, Lexington Books, 1981.

Lehmkuh 1 N. K., **FORTRAN 77 A Top-Down Approach**, Macmillan, 1983.

Lewis T. G. dan Smith B. J., **Computer Principles of Modeling and Simulation**, Houghton Mifflin, 1979.

Schoemaker S. (Editor), **Computer Networks and Simulation**, North-Holland, 1980.

Stallings W., **Tutorial Local Network Technology**, IEEE, Computer Society, 1980.

Stallings W., **Local Networks: An Introduction**, Macmillan, 1984.

Tanenbaum A. S., **Computer Networks**, Prentice-Hall, 1981.

Tropper C., **Local Computer Network Technologies**, Academic Press, 1981.