

## PRESTASI RANGKAIAN GELANG YANG BERPRIORITI DAN YANG TAK-BERPRIORITI

Jamaludin Ibrahim

Institut Sains Komputer  
Universiti Teknologi Malaysia

dan

Md. Yazid Mohd. Saman\*

### Sinopsis

Di dalam penyelidikan ini, satu kajian dilaksanakan ke atas rekabentuk Rangkaian Gelang yang menggunakan kaedah Protokol Capaian Saluran Laluan Token (Token Passing Channel Access Protocol). Institute of Electrical, Electronics and Engineering (IEEE) telah mencadangkan protokol Laluan Token di atas sebagai Protokol Piawai 802.5 untuk Rangkaian Gelang. Satu penilaian prestasi dijalankan ke atas Rangkaian Gelang ini dengan menggunakan kaedah pemodelan simulasi secara diskrit.

Kajian dijalankan dengan membina satu model asas untuk rangkaian di atas. Apabila model asas ini didapati tepat dan hasil simulasinya sejajar dengan hasil penyelidikan yang lain, kajian dilanjutkan untuk meneliti model-model rangkaian dengan penghantaran tak-habisan (*non-exhaustive transmission*) dan penghantaran habisan (*exhaustive transmission*) dan model sistem berprioriti (*prioritized system*). Makalah ini memberikan analisis dan perbandingan di antara model dengan penghantaran tak-habisan dan habisan serta model tak-berprioriti serta sistem rangkaian yang berprioriti.

Kata kunci: Rangkaian Gelang, Token, Prestasi, Simulasi, Rangkaian berprioriti, Penghantaran Tak-Habisan dan Habisan.

### Pengenalan

Rangkaian komputer ialah satu sistem yang menghubungkan satu sistem komputer dengan sistem komputer yang lain. Sistem komputer ini mempunyai otonomi sendiri untuk bergerak dan memproses data. Rangkaian menyelaraskan cara berhubung di antara mereka [Clark *et al* (1978), Stallings (1984a), Tanenbaum (1981)]. Dengan adanya rangkaian komputer ini, sebarang rujukan dapat dijalankan melalui media salurannya. Perkongsian sumber maklumat dapat dijalankan di mana maklumat tidak perlu berada di dalam semua komputer. Ia juga akan mengurangkan masalah yang timbul jika terdapat sebarang kerosakan di mana-mana komputer.

Penggunaan komputer untuk menolong manusia di dalam perancangan sesuatu rangkaian telah banyak memudahkan pihak-pihak yang berkenaan untuk meramal, merancang, mengendali dan menyelenggarakan rangkaian-rangkaian komputer. Komputer digunakan untuk mendapatkan satu struktur yang terbaik sebelum terbinanya sesuatu rangkaian. Prestasi sesuatu rangkaian yang akan dibina dapat diteliti dan dinilai dengan menjalankan ujian-ujian di komputer melalui proses pemodelan simulasi [Schoemaker (1978)]. Pemodelan simulasi ini ialah salah satu kaedah yang boleh memodelkan sesuatu rangkaian di komputer dan perlakuan model ini diteliti. Penyelidikan-penyelidikan berkenaan penilaian prestasi berbagai sistem rangkaian telah banyak dibincangkan seperti Bux [Bux (1981)], Bux dan Rudin [Bux & Rudin (1984)], Liu, Hilal dan Grooms [Liu *et al* (1982)], Okada [Okada (1984)] dan Stallings [Stallings (1984b)].

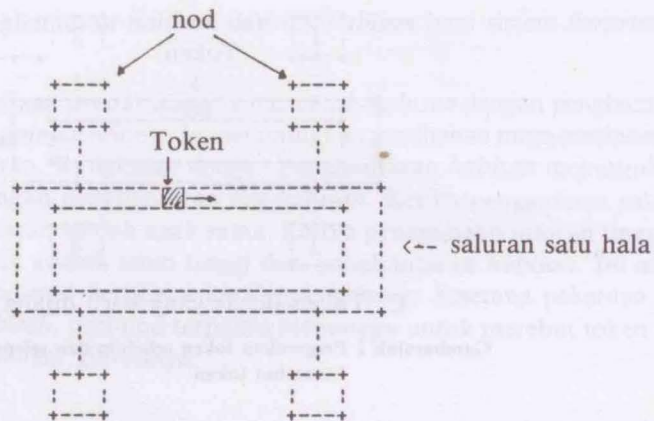
Simulasi yang dijalankan memberikan satu perbandingan bagi penghantaran tak-habisan dan habisan serta model sistem tak-berprioriti dan yang berprioriti. Rangkaian Gelang yang diuji adalah rangkaian yang mengikut format yang telah dicadangkan oleh IEEE di dalam Piawai 802.5 [Andrews & Schultz (1982), Bernsten *et al* (1985), Myers (1982) dan Stallings (1986)]. Format ini juga merupakan cadangan yang telah dimajukan oleh International Business Machine Corporation (IBM) sebagai format rangkaian kawasan setempat bagi Rangkaian Gelang.

### Rangkaian Gelang dengan Laluan Token

Rangkaian Gelang merupakan salah satu topologi rangkaian kawasan setempat (*Local Area Networks*). Ia mengatur komputer-komputer serta perkakasannya di dalam satu topologi bulatan seperti di dalam gambarajah 1.

---

\* Pensyarah di Jabatan Matematik, UPM Serdang, Selangor.

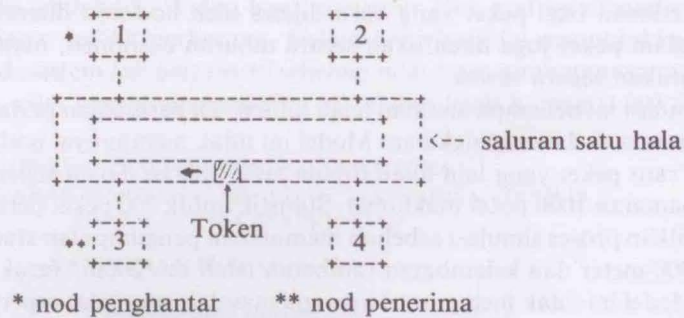


Gambarajah 1 Topologi Rangkaian Gelang dengan 4 nod

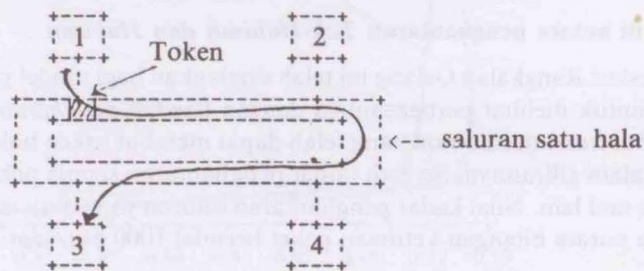
Komputer-komputer ini disambungkan kepada saluran melalui satu antaramuka. Komputer dan antaramukanya (atau nod-nod) disambung di antara satu sama lain dengan menggunakan satu media saluran fizikal seperti wayar kabel sepaksi (*coaxial cable*), wayar pasangan terpiuh (*twisted wire pairs*), optik fiber, gelombang mikro atau lain-lain media. Beberapa Rangkaian Gelang telah dibina seperti gelang *Newhall*, gelang *Pierce*, gelang *Hafner*, gelang *DLCN* dan *DDLDCN*, gelang *Tornet*, gelang *Cambridge*, gelang *Primenet*, gelang *Burroughs*, gelang *IBM Zurich* dan gelang *DCS* [*Dallas & Spratt (1984)*, *Tropper (1981)*].

Di dalam Rangkaian Gelang ini, capaian ke atas saluran (*channel access*) yang dikongsi diselaraskan dengan menggunakan kaedah protokol laluan token, iaitu hanya nod yang telah memperolehi token sahaja yang dibenarkan menghantar maklumat. Token ini sentiasa mengelilingi Rangkaian Gelang, berpindah dari satu nod ke nod lain mengikut susunan logiknya, apabila saluran tidak digunakan.

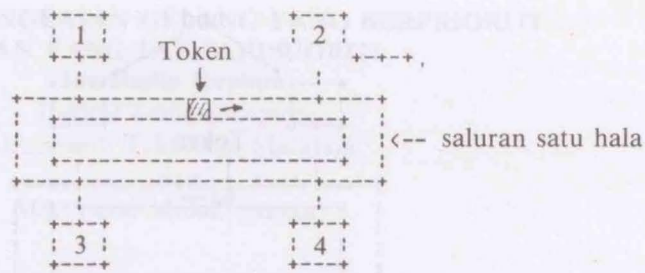
Apabila sesuatu nod ingin menghantar maklumat atau peket mesej, ia mestilah terlebih dahulu merebut token (atau token-bebas). Jika ia telah dapat merebut token tersebut, ia akan menukar corak bitnya untuk menjadi *bukan-token*. Kemudian barulah maklumat diletakkan di dalam saluran bersama dengan alamat nod penerima. Selagi token ini berstatus *bukan-token*, nod-nod lain tidak boleh merebutnya. Ketika saluran tidak digunakan, token adalah bebas. Jika token melalui mana-mana nod yang tidak ingin menghantar maklumat, token tersebut akan terus berpindah ke nod lain. Gambarajah 2 menunjukkan pergerakan token sebelum dan selepas nod 1 menghantar peket ke nod 3.



A. Token-Bebas mengelilingi saluran rangkaian



B. Nod 1 merebut token dan menghantar peket ke nod 3



C. Token-Bebas yang baru dijana

Gambarajah 2 Pergerakan token sebelum dan selepas nod. 1 merebut token

Kaedah penghantaran maklumat boleh dijalankan secara tak-habisan atau habisan. Di dalam penghantaran tak-habisan, nod yang telah merebut token hanya boleh menghantar satu paket sahaja dan token bebas akan dipindahkan ke nod lain. Di dalam penghantaran habisan pula, kesemua paket yang menunggu di dalam giliran akan dihantar oleh nod yang telah memperolehi token.

Bagi sistem *rangkaian berprioriti* pula, paket yang dihantar oleh nod dan token diberikan nombor prioriti. Hanya nod yang mempunyai paket berprioriti yang lebih tinggi atau sama dengan prioriti token yang bebas sahaja dibenarkan merebutnya. Jika saluran sedang digunakan (iaitu penghantaran paket sedang dijalankan), nod-nod lain boleh membuat tempahan untuk membolehkannya merebut token tersebut sebaik saja penghantaran yang sedang berjalan tamat.

Di dalam Rangkaian Gelang ini, masa kelambatan di dalam penghantaran paket terdiri daripada dua komponen iaitu masa kelambatan rambatan (*channel propagation delay*) dan kelambatan bit (*bit delay*). Pencapaian sistem rangkaian selalunya diukur dari segi masa sambutan (atau masa kelambatan) dan penggunaan saluran [Bux (1981), Bux & Rudin (1984), Sethi & Saydam (1985), Stallings (1984b)]. Masa sambutan (*response time*) ialah jangka masa dari mana bit pertama maklumat sedia dihantar sehingga masa bit terakhir diterima. Ia terdiri daripada komponen seperti masa menunggu di dalam giliran dan masa penghantaran paket. Penggunaan saluran pula ialah pecahan masa dalam satu jangka masa panjang bila media saluran digunakan untuk penghantaran data dengan baik.

Penilaian prestasi ke atas Rangkaian Gelang ini dilaksanakan dengan satu proses simulasi. Simulasi ini dijalankan secara diskrit, iaitu masanya berubah mengikut satu set masa perubahan kejadian [Averill & Kelton (1982)]. Di dalam proses ini, terdapat satu pembolehubah yang mewakili masa simulasi yang bermula daripada sifar di awal pelaksanaan. Nilai masa simulasi ini berubah mengikut masa kejadian-kejadian dalam rangkaian ini, seperti masa kedatangan paket, proses tamat penghantaran dan proses tamat simulasi. Masa antara ketibaan bagi paket yang baru dijana oleh nod-nod ditentukan secara taburan eksponen. Bilangan bit dalam paket juga ditentukan secara taburan eksponen, manakala nod penghantar dan nod penerima ditentukan secara rawak.

Di dalam simulasi ini beberapa andaian telah dibuat. Di permulaan pelaksanaan aturcara, token berada di nod yang pertama di dalam rangkaian. Model ini tidak mempunyai nod penyelia. Setelah tamat sesuatu penghantaran, satu paket yang lain akan dijana atau tiba ke dalam sistem. Prestasi rangkaian ini dikaji di dalam penghantaran 1000 paket maklumat. Statistik untuk 200 paket permulaannya diabaikan. Ini adalah untuk menstabilkan proses simulasi sebelum memulakan pengumpulan statistik. Lilitan Rangkaian Gelang ialah sejauh 1000 meter dan kelambatan rambatan ialah  $lus/200m$ . Jarak di antara mana-mana dua nod adalah sama. Model ini tidak mempunyai apa-apa masalah atau ralat seperti kehilangan token, paket rosak yang perlu dihantar semula dan kerosakan saluran.

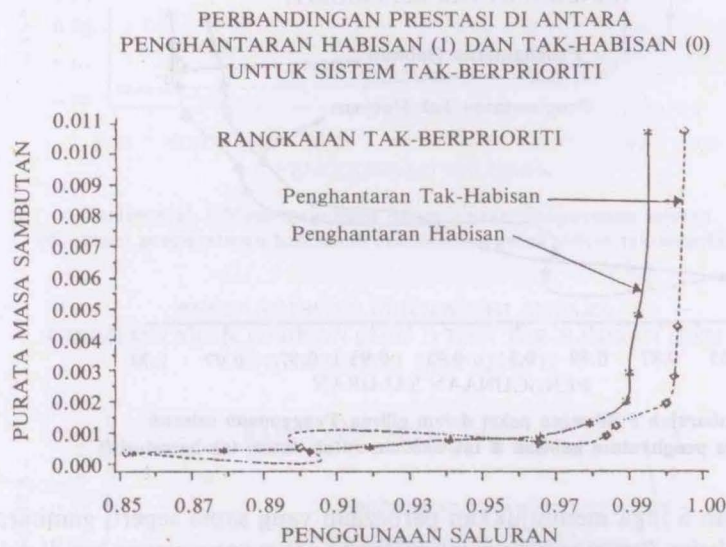
#### Perbandingan di antara penghantaran Tak-Habisan dan Habisan

Penilaian prestasi Rangkaian Gelang ini telah dijalankan bagi model yang mengamalkan kaedah *penghantaran habisan* untuk melihat perbezaannya dengan kaedah *penghantaran tak-habisan*. Di dalam kaedah *penghantaran habisan* ini, nod-nod yang telah dapat merebut token boleh menghantar kesemua paket yang menunggu di dalam gilirannya. Setelah tamat penghantaran semua paket, barulah token-bebas dijana dan dipindahkan ke nod lain. Nilai kadar penghantaran saluran yang diuji ialah 1Mbps, dengan 10 nod di dalam rangkaian serta purata bilangan ketibaan paket bernilai 1000 pkt/saat. Perbezaan dilihat bagi dua bentuk model:

- a. Perbezaan di antara penghantaran *habisan* dan *tak-habisan* bagi sistem *tak-berprioriti*.

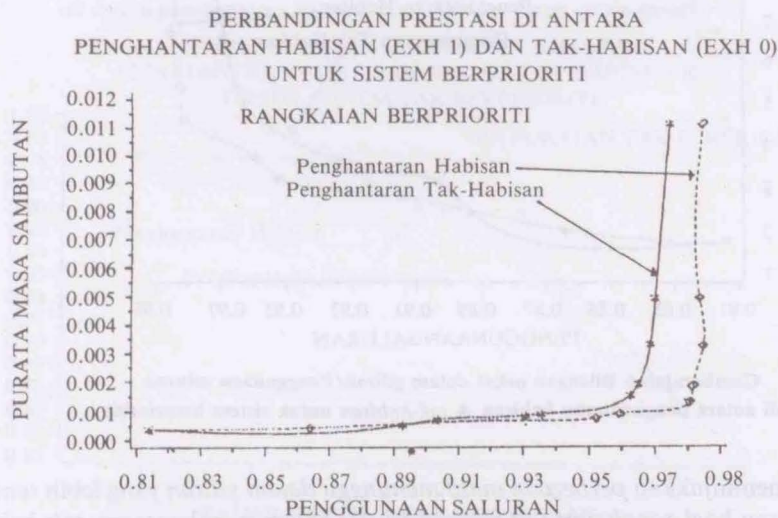
- b. Perbezaan di antara penghantaran *habisan* dan *tak-habisan* bagi sistem *berprioriti* dengan 5 peringkat prioriti.

Gambarajah 3 menunjukkan perbezaan prestasi penghantaran *tak-habisan* dengan penghantaran *habisan* bagi *model rangkaian yang tidak mempunyai prioriti*. Ia menunjukkan perubahan masa sambutan berbanding dengan perubahan penggunaan saluran. Rangkaian dengan penghantaran *habisan* menunjukkan prestasi yang lebih baik daripada sistem dengan penghantaran *tak-habisan*. Ketika penggunaan saluran rendah, prestasi kedua-dua kaedah penghantaran adalah agak sama. Ketika penggunaan saluran tinggi, masa sambutan bagi penghantaran *tak-habisan* adalah lebih tinggi dari penghantaran *habisan*. Ini adalah kerana di dalam penghantaran *habisan*, nod-nod berupaya untuk menghantar kesemua peketya yang sedang menanti. Bagi penghantaran *tak-habisan*, nod-nod terpaksa menunggu untuk merebut token untuk menghantar lain-lain paket yang ada di dalam gilirannya.



Gambarajah 3 Masa sambutan/Penggunaan saluran (di antara penghantaran *habisan* & *tak-habisan* untuk sistem *tak-berprioriti*)

Di dalam graf pada gambarajah 4 pula, ditunjukkan perubahan masa sambutan berbanding dengan penggunaan saluran untuk *rangkaian berprioriti*. Ia jelas menunjukkan bahawa sistem dengan penghantaran *habisan* mempunyai prestasi yang lebih baik. Walau bagaimanapun, jika graf ini dibanding dengan graf pada gambarajah 3 di atas, terdapat sedikit perbezaan. Sistem *berprioriti* ini menunjukkan penggunaan saluran yang lebih rendah daripada sistem *tak-berprioriti* sebelum nilai masa sambutannya meningkat tanpa had. Bagi sistem *tak-berprioriti*, nilai penggunaan saluran ini adalah lebih kurang 0.990 (bagi penghantaran

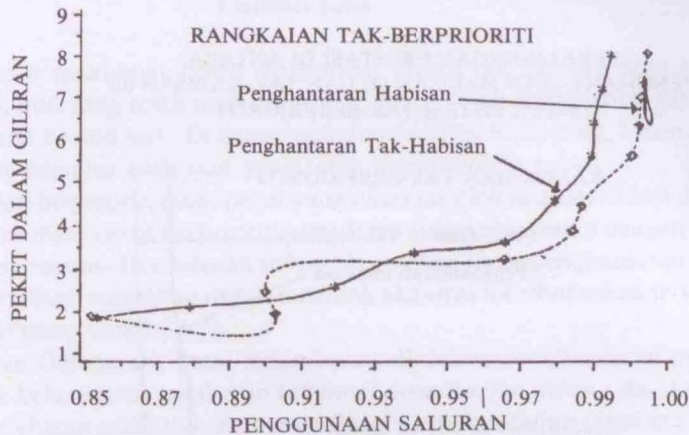


Gambarajah 4 Masa sambutan/Penggunaan saluran (di antara penghantaran *habisan* & *tak-habisan* untuk sistem *berprioriti*)

taran *habisan*) dan 0.995 (bagi penghantaran *tak-habisan*). Bagi sistem *berprioriti* pula, ialah 0.970 (penghantaran *habisan*) dan 0.975 (penghantaran *tak-habisan*).

Di dalam *penghantaran tak-habisan* bagi rangkaian *tak-berprioriti*, bilangan paket menunggu di dalam giliran pula adalah lebih tinggi daripada *penghantaran habisan*. Ini digambarkan di dalam gambarajah 5 yang menunjukkan perbezaan *bilangan paket yang menunggu di dalam giliran nod, berbanding dengan kenaikan penggunaan saluran* bagi kedua-dua jenis kaedah penghantaran. Ketika penggunaan saluran ini rendah, perbezaannya adalah sedikit tetapi ia bertambah ketika penggunaan mencapai tahap maksima.

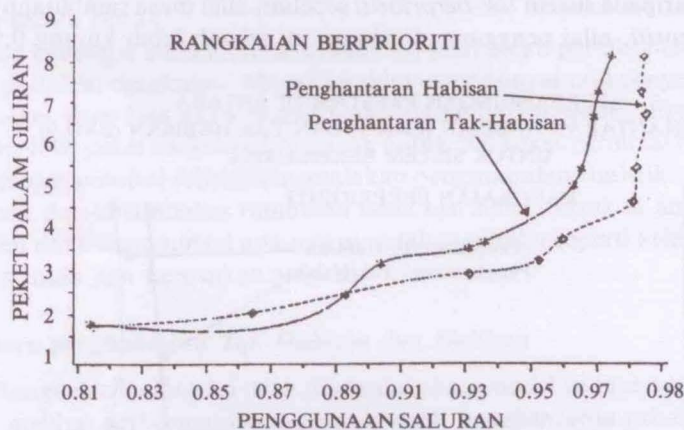
PERBANDINGAN PRESTASI DI ANTARA  
PENGHANTARAN HABISAN (1) DAN TAK-HABISAN (0)  
UNTUK SISTEM TAK-BERPRIORITI



Gambarajah 5 Bilangan paket dalam giliran/Penggunaan saluran  
(di antara penghantara habisan & tak-habisan untuk sistem tak-berprioriti)

Graf di dalam gambarajah 6 juga menunjukkan perbezaan yang sama seperti gambarajah 5. Gambarajah ini adalah untuk *rangkaian berprioriti* pula dan bilangan paket yang menunggu di dalam giliran nod-nod dibandingkan dengan penggunaan saluran. Ia menunjukkan prestasi penghantaran *habisan* yang lebih baik terutamanya apabila penggunaan saluran tinggi.

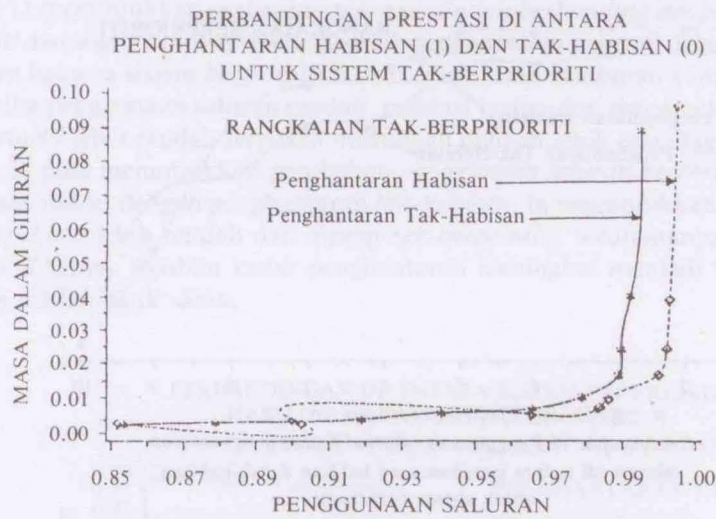
PERBANDINGAN PRESTASI DI ANTARA  
PENGHANTARAN HABISAN (EXH 1) DAN TAK-HABISAN (EXH 0)  
UNTUK SISTEM BERPRIORITI



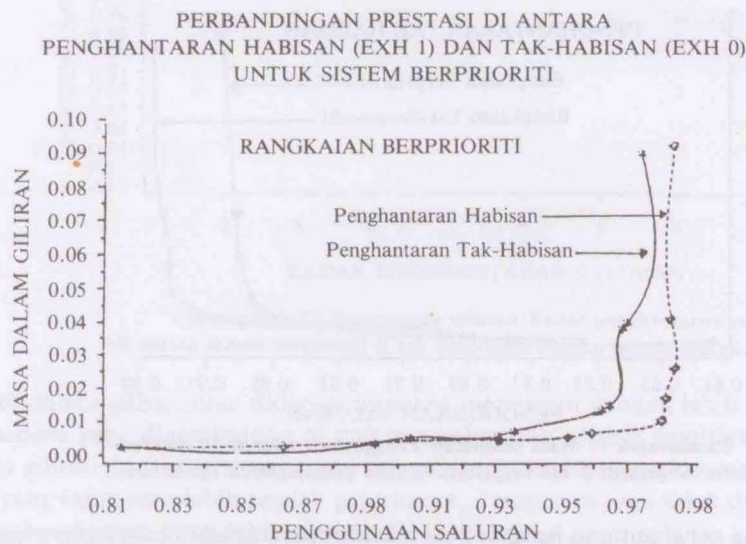
Gambarajah 6 Bilangan paket dalam giliran/Penggunaan saluran  
(di antara penghantaran habisan & tak-habisan untuk sistem berprioriti)

Gambarajah 7 pula menunjukkan *perbezaan masa menunggu dalam giliran* yang lebih rendah bagi kedua-dua kaedah penghantaran bagi *rangkaian tak-berprioriti*. Di dalam penghantaran *tak-habisan*, paket terpaksa menunggu lebih lama lagi dan ini menambahkan purata bilangan paket di dalam giliran serta masa

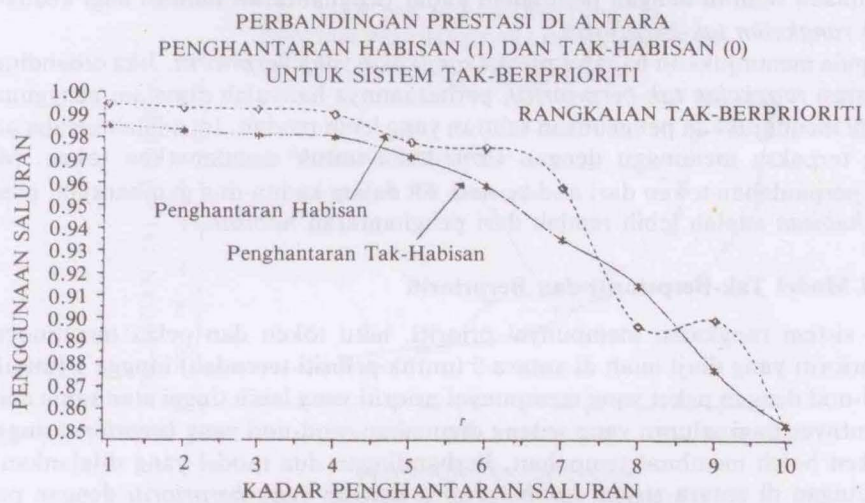
menunggunya. Gambarajah 8 menunjukkan masa menunggu di dalam giliran bagi sistem yang mempunyai prioriti.



Gambarajah 7 Masa menunggu dalam giliran/Penggunaan saluran (di antara penghantaran habisan & tak habisan untuk sistem tak-berprioriti)

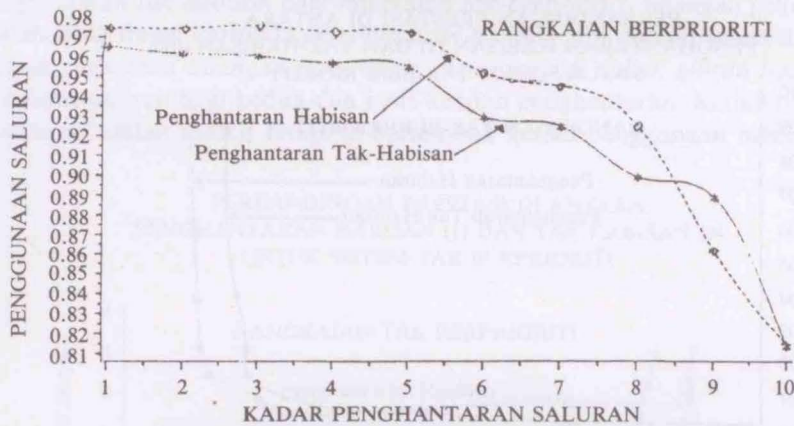


Gambarajah 8 Masa menunggu dalam giliran/Penggunaan saluran (di antara penghantaran habisan & tak-habisan untuk sistem berprioriti)



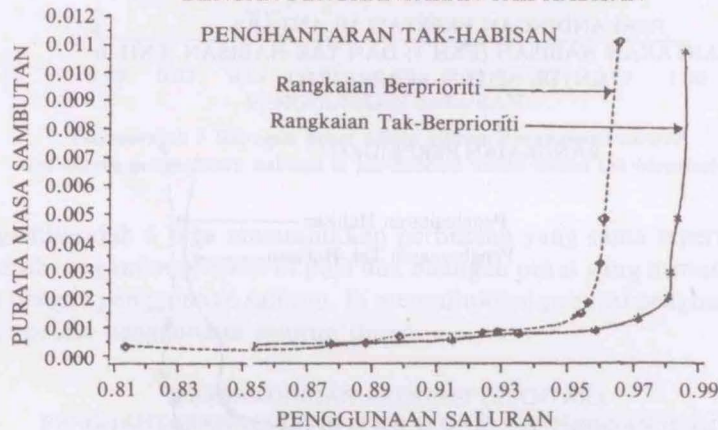
Gambarajah 9 Penggunaan saluran/Kadar penghantaran saluran (di antara penghantaran habisan & tak-habisan untuk sistem tak-berprioriti)

PERBANDINGAN PRESTASI DI ANTARA  
PENGHANTARAN HABISAN (EXH 1) DAN TAK-HABISAN (EXH 0)  
UNTUK SISTEM BERPRIORITI



Gambarajah 10 Penggunaan saluran/Kadar penghantaran saluran (di antara penghantaran habisan & tak-habisan untuk sistem berprioriti)

PERBANDINGAN DI ANTARA SISTEM BERPRIORITI (PRT 5)  
DAN TAK-BERPRIORITI (PRT 0)  
DENGAN PENGHANTARAN TAK-HABISAN



Gambarajah 11 Masa sambutan/Penggunaan saluran (di antara sistem berprioriti & tak-berprioriti dengan penghantaran tak-habisan)

Penggunaan saluran bagi penghantaran *habisan* pula adalah 1 peratus lebih baik (secara kasarnya) daripada penghantaran *tak-habisan* seperti yang ditunjukkan di dalam gambarajah 9. Gambarajah tersebut membandingkan penggunaan saluran dengan perubahan kadar penghantaran saluran bagi kedua-dua kaedah penghantaran bagi *rangkaian tak-berprioriti*.

Gambarajah 10 pula menunjukkan bahawa prestasi *rangkaian yang berprioriti*. Jika dibandingkan dengan gambarajah 9 (prestasi *rangkaian tak-berprioriti*), perbezaannya hanyalah di dalam penggunaan saluran. Sistem *berprioriti* ini menunjukkan penggunaan saluran yang lebih rendah. Ini adalah kerana nod-nod yang *berprioriti* rendah terpaksa menunggu dengan lebih lama untuk mendapatkan token. Masa banyak terbuang di dalam perpindahan token dari nod ke nod. Di dalam kedua-dua gambarajah, prestasi kaedah penghantaran *tak-habisan* adalah lebih rendah dari penghantaran *habisan*.

#### Perbandingan bagi Model Tak-Berprioriti dan Berprioriti

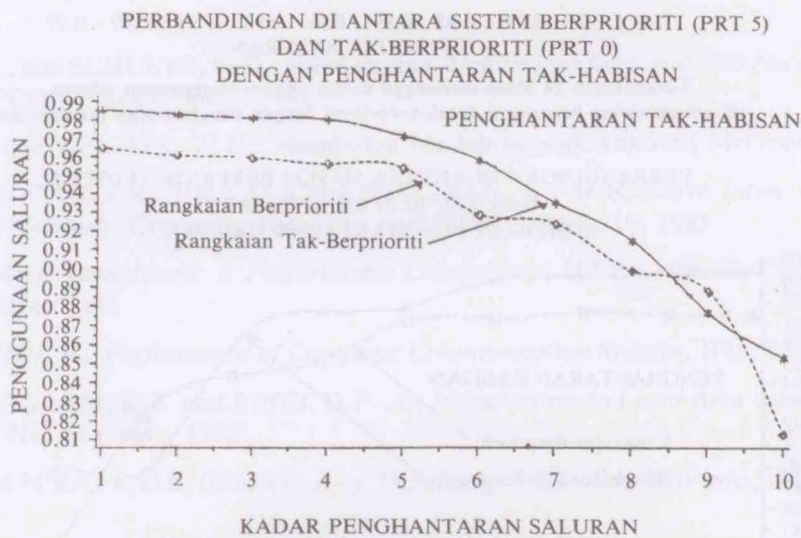
Bagi model ini, sistem rangkaian mempunyai prioriti, iaitu token dan paket mempunyai peringkat prioritinya. Nilai prioriti yang diuji ialah di antara 0 (untuk prioriti terendah) hingga 5 (untuk paling tertinggi). Hanya nod-nod dengan paket yang mempunyai prioriti yang lebih tinggi atau sama dengan prioriti token boleh merebutnya. Bagi saluran yang sedang digunakan, nod-nod yang *berprioriti* tinggi atau sama dengan prioriti token boleh membuat tempahan. Perbandingan dua model yang dijalankan ialah:

- Perbandingan di antara sistem *tak-berprioriti* dengan yang *berprioriti* dengan penghantaran *tak-habisan*.

- b. Perbandingan di antara sistem *tak-berprioriti* dengan yang *berprioriti* dengan penghantaran *habisan*.

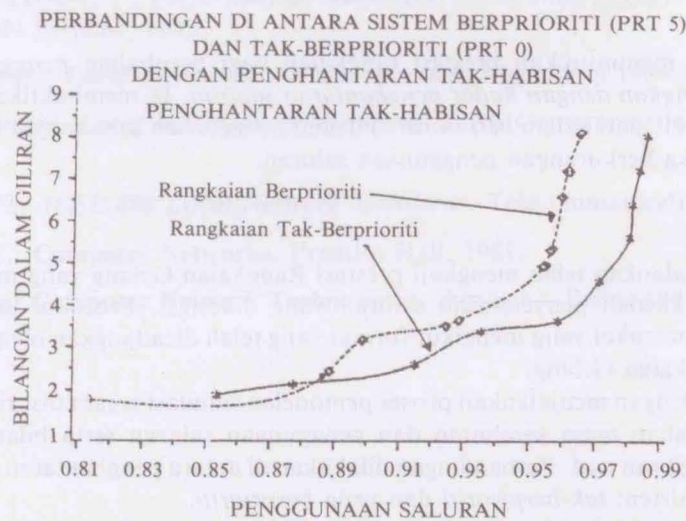
Gambarajah 11 menunjukkan perbezaan *masa sambutan berbanding dengan penggunaan saluran* untuk sistem *berprioriti* dan sistem *tak-berprioriti*. Kaedah penghantaran paket di dalam model ini ialah *tak-habisan*. Ia menunjukkan bahawa sistem *berprioriti* memberikan masa sambutan yang lebih tinggi dari sistem *tak-berprioriti*. Ketika penggunaan saluran rendah, prestasi kedua-dua sistem adalah sama. Ini adalah kerana nod yang *berprioriti* lebih rendah terpaksa menunggu dengan lebih lama lagi untuk mendapatkan token.

Gambarajah 12 pula menunjukkan perubahan *penggunaan saluran berbanding dengan kadar penghantaran saluran* bagi model dengan penghantaran *tak-habisan*. Ia menunjukkan bahawa penggunaan saluran bagi sistem *berprioriti* lebih rendah dari sistem *tak-berprioriti*, terutamanya ketika kadar ini bernilai di antara 1 hingga 8 Mbps. Apabila kadar penghantaran meningkat menjadi 9 dan 10 Mbps, penggunaan saluran mereka adalah agak sama.



Gambarajah 12 Penggunaan saluran/Kadar penghantaran saluran (di antara sistem *berprioriti* & *tak-berprioriti* dengan penghantaran *tak-habisan*)

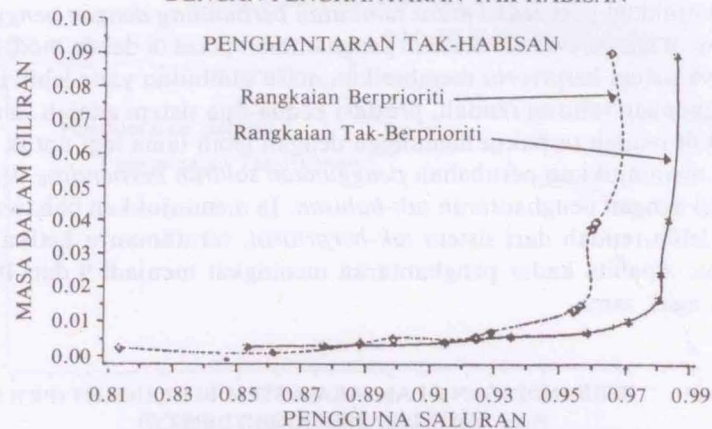
Paket-paket di dalam giliran juga didapati terpaksa menunggu dengan lebih lama lagi di dalam sistem *berprioriti* ini seperti yang digambarkan di dalam gambarajah 13 dan gambarajah 14. Paket-paket yang berada di dalam giliran nod yang mempunyai prioriti yang rendah terpaksa menunggu lebih lama untuk merebut token yang sama atau lebih rendah prioritinya. Tempahan juga tidak dapat dijalankan jika paket mempunyai nombor prioriti yang lebih tinggi.



Gambarajah 13 Bilangan paket dalam giliran/Penggunaan saluran (di antara sistem *berprioriti* & *tak-berprioriti* dengan penghantaran *tak-habisan*)

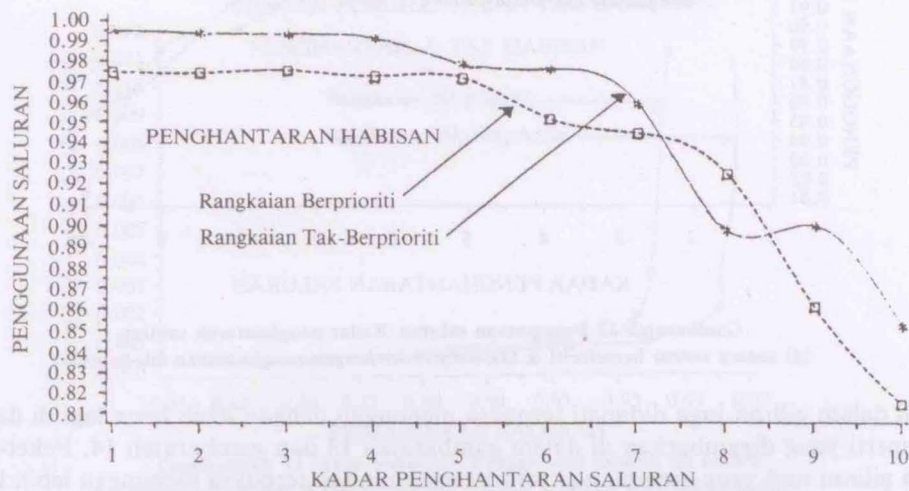


PERBANDINGAN DI ANTARA SISTEM BERPRIORITI (PRT 5)  
DAN TAK-BERPRIORITI (PRT 0)  
DENGAN PENGHANTARAN TAK-HABISAN



Gambarajah 14 Masa menunggu dalam giliran/Penggunaan saluran (di antara sistem berprioriti & tak-berprioriti dengan penghantaran tak-habisan)

PERBANDINGAN DI ANTARA SISTEM BERPRIORITI (PRT 5)  
DAN TAK-BERPRIORITI (PRT 0)  
DENGAN PENGHANTARAN HABISAN



Gambarajah 15 Penggunaan saluran/Kadar penghantaran saluran (di antara sistem berprioriti & tak-berprioriti dengan penghantaran habisan)

Gambarajah 15 pula menunjukkan prestasi rangkaian bagi perubahan *penggunaan saluran model rangkaian yang dibandingkan dengan kadar penghantaran saluran*. Ia membuktikan bahawa sistem *tak-berprioriti* adalah lebih baik dari sistem *berprioriti* di dalam penggunaan salurannya. Dengan bertambahnya keupayaan saluran, maka berkurangan penggunaan saluran.

### Kesimpulan

Penyelidikan yang dijalankan telah mengkaji prestasi Rangkaian Gelang yang menggunakan protokol Laluan Token sebagai kaedah penyelarasan saluran yang dikongsi. Protokol untuk model di dalam penyelidikan ini adalah protokol yang mengikut format yang telah dicadangkan oleh IEEE sebagai format piawai 802.5 bagi Rangkaian Gelang.

Kajian dilaksanakan dengan menjalankan proses pemodelan simulasi secara diskrit. Penilaian ini diukur di dalam bentuk perubahan masa sambutan dan penggunaan saluran serta bilangan pekut dan masa menunggunya di dalam giliran nod. Perbandingan dilakukan di antara penghantaran *tak-habisan* dan penghantaran *habisan* serta sistem *tak-berprioriti* dan yang *berprioriti*.

Penyelidikan ini mendapati bahawa prestasi Rangkaian Gelang dengan Laluan Token yang mengamalkan kaedah *penghantaran habisan* adalah lebih baik daripada *penghantaran tak-habisan* ketika penggunaan

saluran tinggi. Hasil di dalam gambarajah 3 hingga gambarajah 10 telah membuktikan pendapat ini. Ketika permintaan untuk menggunakan saluran ini rendah, prestasi kedua-dua jenis penghantaran adalah agak sama.

*Rangkaian tak-berprioriti* pula menunjukkan prestasinya yang lebih baik daripada sistem yang mengamalkan prioriti. Ini adalah jelas ketika penggunaan saluran mencapai tahap yang tinggi. Walau bagaimanapun, sistem *berprioriti* adalah perlu terutamanya bagi nod yang telah ditentukan sebagai nod penyelia rangkaian. Penghantaran maklumat yang mustahak memerlukan layanan yang berprioriti lebih tinggi.

### **Penghargaan**

Penghargaan ditujukan kepada En. Norbik Bashah Idris dan En. Musa Mohd Lazim dari Institut Sains Komputer, Universiti Teknologi Malaysia kerana telah memberikan pandangan berkenaan hasil penyelidikan ini.

### **Rujukan**

- ANDREWS, D.W., and SCHULTZ, G.D.: *A-token-ring Architecture for Local-area Networks: An Update*, Proc. of COMPCON Fall 82 Conf., 1982.
- AVERILL, M.L. and KELTON, W.D.: **Simulation Modelling and Analysis**, McGraw-Hill, 1982.
- BERNTSEN, J., DAVIN, J.R., PITT D.A and SULLIVAN, N.: *MAC Layer Interconnection of IEEE 802 Local Area Network*, Computer Networks and ISDN Systems 10, 1985.
- BUX, W.: *Local-Area Subnetwork: A Performance Comparison*, IEEE Trans. on Communication, Vol. 29, No. 10, October 1981.
- BUX, W. and RUDIN, H.: *Performance of Computer Communication Systems*, IFIP, North-Holland, 1984.
- CLARK, D.D., POGRAM, K.T. and REED, D.P. *An Introduction fo Local Area networks*, Proc. of the IEEE, Vol. 66, No. 11, Nov., 1978.
- DALLAS, I.N. and SPRATT, E.B. (Editors): *Ring Technology Local Area Networks*, IFIP, North-Holland, 1984.
- LIU, M.T., HILAL, W. and GROOMES, B.H.: *Performance Evaluation of Channel Access Protocols for Local Computer Networks*. Proc. of the COMPCON Fall 82 Conf., 1982.
- MYERS, W.: *Towards a Local Network Standard*, IEEE Micro, Aug. 1982.
- OKADA, H., NOMURA, Y., YAMAMOTO, T. and NAKANISHI, Y.: *Comparative Evaluation of Token-Ring and CSMA/CD Medium-Access Control Protocols in LAN Configurations*, IEEE, 1984.
- SCHOEMAKER, S. (Editor): *Computer Networks and Simulation*, North-Holland, 1978.
- SETHI, A.S. and SAYDAM, T.: *Performance Analysis of Token Ring Local Area Networks*, Computer Networks and ISDN Systems, 1985.
- STALLING, W. (1984a): **Local Networks: An Introduction**, Macmillan 1984.
- STALLINGS, W. (1984b): *Local Networks Performance*, IEEE Communication Magazine, No. 2, Vol. 22, Feb. 1984.
- STALLINGS, W.: *The IEEE 802 Local Network Standards*, Telecommunication, March, 1986.
- TANENBAUM, A.S.: **Computer Networks**, Prentice-Hall, 1981.
- TROPPER, C.: **Local Computer Network Technologies**, Academic Press, 1981.