

SIMULASI PERUTEAN VIRTUAL PATH PADA JARINGAN ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE DENGAN HEURISTIC DESIGN ALGORITHM

Putu Manik Prihatini

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, P.O.Box 1064 Tuban Badung – BALI

Phone: +62-361-701981, Fax: +62-361-701128 E-Mail: gek_anik@yahoo.com

Abstrak: Layanan terintegrasi membutuhkan jaminan kualitas layanan (*Quality of Service*). Penggunaan sumber daya jaringan (*network resources*) merupakan permasalahan dalam memenuhi layanan dengan kualitas layanan yang berbeda-beda. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, teknologi *Asynchronous Transfer Mode* menyediakan kemampuan memvirtualkan sumber daya jaringan dengan menggunakan konsep *virtual path*.

Heuristic design algorithm menggunakan konsep *equivalent bandwidth* untuk menghitung kapasitas *virtual path*, sehingga dapat menjamin terpenuhinya kualitas layanan yang diinginkan. Kualitas layanan dinyatakan dalam probabilitas sel hilang (*cell loss probability*). Algoritma ini mengaplikasikan ruting *virtual path* dengan objektifitas meminimalkan utilisasi maksimal link menggunakan batasan delay pemrosesan.

Kata Kunci: *asynchronous transfer mode, virtual path, equivalent bandwidth, heuristic design algorithm.*

Simulation of Virtual Path Routing on Asynchronous Transfer Mode Network Using Heuristic Design Algorithm

Abstract: *Integrity services needs a quality of service. Needs of network resources become a problems to perform variety of services. To solves the problems, Asynchronous Transfer Mode technology able to virtualized of network resources with the virtual path concept. Heuristic design algorithm using equivalent bandwidth concept to calculate the capacity of virtual path and ensure the quality service fulfilled. Quality of service is stated on cell loss probability. This algorithm applied on virtual path routing with objectivity to minimize the maximum link utilization with delayed process of limitation.*

Key words: *asynchronous transfer mode, virtual path, equivalent bandwidth, heuristic design algorithm.*

I. PENDAHULUAN

Karakteristik kunci layanan terintegrasi adalah adanya jaminan kualitas layanan (*Quality of Services - QoS*). Untuk menjamin kualitas layanan, dibutuhkan ketersediaan sumber daya

jaringan yang memadai. Adanya keterbatasan sumber daya jaringan menyebabkan timbulnya masalah bagaimanakah cara untuk menggunakan sumber daya jaringan secara efisien.

Mode transfer yang ditetapkan oleh ITU-T sebagai basis B-ISDN adalah *Asynchronous Transfer Mode* (ATM). ATM menyediakan konsep *virtual path* (VP) untuk menggunakan sumber daya jaringan secara efisien. Saat menciptakan virtual path, dibutuhkan *bandwidth* sepanjang jalur yang digunakan selama koneksi berlangsung. *Connection Admission Control* (CAC) digunakan untuk menentukan *bandwidth* suatu koneksi VP sehingga jaminan akan QoS terpenuhi. Metode CAC yang umum digunakan adalah konsep *equivalent bandwidth*.

Saat ini banyak studi mengenai optimisasi jaringan difokuskan pada masalah ruting VP. Salah satu algoritma yang diusulkan untuk ruting VP tersebut adalah *heuristic design algorithm* (HDA). Algoritma ini berdasarkan pada metode heuristik yaitu teknik yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi pencarian.

Permasalahannya adalah bagaimanakah cara menggunakan sumber daya jaringan secara efisien pada jaringan ATM, kemudian merutekan virtual path pada jaringan ATM sehingga dapat meningkatkan performansi jaringan, dan menentukan kapasitas (*bandwidth*) yang tepat agar dapat menjamin kualitas layanan (QoS) yang diinginkan?

Untuk itu, penelitian ini akan mensimulasikan teknik perutean VP pada jaringan ATM dengan menggunakan HDA, kemudian menganalisa hasil dari simulasi yang dilakukan, dengan tujuan untuk menjamin terpenuhinya kualitas layanan yang diinginkan.

II. METODE PENELITIAN

Metode Studi Pustaka atau Studi Literatur

Tahap menambah wawasan dari buku-buku, artikel dan sumber-sumber lain yang layak, seperti naskah-naskah yang tersedia di Internet untuk menunjang pemecahan masalah penelitian ini.

2.2 Metode Formulasi Masalah

2.2.1 Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan adalah utilisasi maksimum link di dalam jaringan menjadi minimum. Utilisasi maksimum link adalah aspek penting dalam perancangan dan perutean VP karena semua trafik dirutekan melalui link tersebut. Dalam bentuk matematis fungsi tujuan diekspresikan sebagai berikut:

$$\min \left[\max \left[\frac{\sum C}{p_{ij}} \right] \right] \quad (1), \quad \forall l_{ij} \in E$$

2.2.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah :

- Kualitas layanan adalah *cell loss probability* dan delay pemrosesan (dinyatakan oleh jumlah *virtual path* yang dilalui oleh *virtual circuit*).
- Cell loss probability* tidak dapat melebihi nilai yang ditetapkan, *cell loss probability* $\leq e$.
- Jumlah kapasitas VP yang melewati suatu link i tidak dapat melebihi kapasitas link fisik.
- VP *hop* tidak dapat melebihi nilai maksimum VP *hop*, $\#VP\ hop \leq h$.

2.2.3 Asumsi-Asumsi

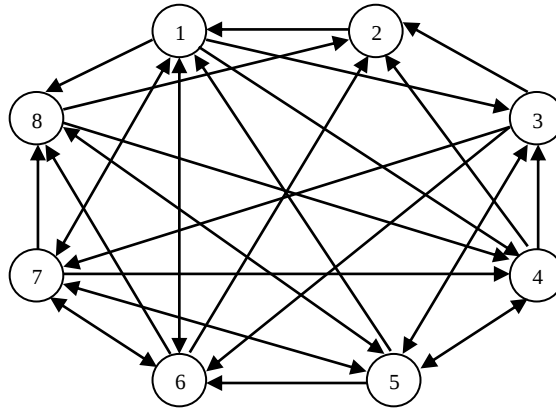
Beberapa asumsi dasar yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

- Analisis dilakukan tanpa memperhatikan masalah-masalah jaringan secara fisik dan masalah-masalah jaringan pada ATM secara khusus.
- Topologi VP disusun seluruhnya oleh VP berarah antar pasangan node.
- VP memiliki *bandwidth* yang deterministik.
- Delay pemrosesan dinyatakan oleh jumlah VP *hop*. VP *hop* maksimum sebanyak 2 buah [2].
- Kapasitas link lij adalah 622,08 Mbps-tipe STS-1 [3].
- Ukuran *buffer* ditetapkan sebesar 150 sel.
- Trafik yang disimulasikan adalah trafik CBR *voice* dengan jenis layanan *telephony* 64 Kbps (*cell rate* 167 *cell/second*, waktu layanan per sel 2,831 *microsecond*).

2.2.4 Terminologi Jaringan

Topologi jaringan ATM dimodelkan dengan gambar graf berarah $G = (V,E)$. G terhubung kuat yaitu ada jalur untuk sembarang node ke node lain. $V = \{ v_i \mid i = 1, 2, \dots, N \}$ adalah node-node dalam jaringan dan $E = \{ e_j \mid j = 1, 2, \dots, N \}$ adalah link fisik yang merupakan garis penghubung berarah dari suatu node ke node lainnya. Link fisik dinyatakan oleh node sumber, node tujuan, dan kapasitasnya.

VP dianggap sebagai link logik *unidirectional* yang dibangun antara dua node dalam jaringan. VP dinyatakan dengan node awal, node akhir, rute berarah antara node tersebut, dan kapasitasnya. Virtual Control (VC) juga dinyatakan dengan node sumber, node akhir, dan permintaan trafik antara node tersebut dalam bentuk metrik koneksi. Definisi VC juga meliputi kombinasi dari satu atau lebih VP yang menunjukkan perutean VC tersebut. Untuk menyediakan ruang solusi yang tidak terbatas dari masalah perutean VP ini, maka tidak ada batasan pada topologi jaringan. Node-node jaringan berfungsi sama, tidak ada pengklasifikasian node tertentu sebagai ATM *cross-connect* atau sebagai node *switching*. Semua node dapat menjadi sumber atau tujuan trafik dalam jaringan. Sedangkan panjang link fisik juga tidak dimodelkan. Gambar 1 merupakan ilustrasi graf yang memodelkan jaringan yang terdiri dari 8 node dan 31 link berarah.



Gambar 1. Topologi Fisik Jaringan

2.2.5 Representasi Jaringan

Parameter-parameter jaringan untuk proses ruting VP sebagai berikut :

2.2.5.1 Faktor utilisasi link

Utilisasi link adalah rasio perbandingan antara jumlah total agregasi trafik yang terdapat dalam link sebagai akibat rute-rute yang melewati link dengan kapasitas link tersebut. Notasi faktor utilisasi link untuk link fisik l_{ij} adalah u_{ij} .

2.2.5.2 Virtual Path

Virtual path adalah link logik antara dua node dalam jaringan. Setiap VP dinotasikan p_{ij} yaitu VP dengan node awal i dan node akhir j . Himpunan semua VP dinotasikan P dan himpunan VP yang melalui link l_{ij} sebagai P_{ij} ($i, j \in V$).

2.2.5.3 Virtual Circuit

Virtual circuit menunjukkan koneksi antara dua node. Setiap VC dinotasikan c_{ij} yaitu VC dengan node sumber i dan node tujuan j . Koneksi antara dua node tersebut dinyatakan dengan laju puncak trafik, R_{peak} . Himpunan semua VC dinotasikan C dan himpunan VC yang melalui link l_{ij} dinotasikan dengan C_{ij} ($i, j \in V$).

2.2.5.4 Trafik

Jumlah total trafik yang dibangkitkan oleh pasangan node yang hendak berkomunikasi, c_{ij} , dinotasikan t_{ij} , untuk $c_{ij} \in C$. Satuan parameter trafik adalah Mbps.

2.2.5.5 Kapasitas Link

Kapasitas setiap link l_{ij} dalam jaringan dinotasikan dengan l_{ij} , dimana $l_{ij} \in E$. Satuan parameter kapasitas link adalah Mbps.

2.3 Metode Perancangan Sistem

2.3.1 Model Jaringan

Model jaringan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Setiap link memiliki sejumlah VP dan masing-masing VP mampu mengakomodasikan sejumlah VC. Masing-masing node ATM dihubungkan oleh suatu jalur logik.

Tabel 1. Model Jaringan

Ukuran Jaringan # node	# link		
	n - 1	sparse n/w	fully connected n/w
8	7	27	56
16	15	116	240
32	31	486	992
64	63	1990	4032

2.3.2 Parameter Jaringan

Parameter-parameter jaringan untuk proses perutean VP sebagai berikut :

- Faktor utilisasi link, u_i , adalah rasio antara jumlah total agregasi trafik yang terdapat dalam link dengan kapasitas link tersebut.
- Virtual Path* dinotasikan p_{ij} .
- Virtual Circuit* menunjukkan koneksi antara dua node, dinotasikan c_{ij} , direpresentasikan dengan laju puncak trafik, R_{peak} .
- Trafik dinotasikan t_{ij} (Mbps).
- Kapasitas link dinotasikan d_{ij} (Mbps).

2.3.3 Parameter Masukan dan Keluaran

Adapun parameter masukan dan keluaran yang digunakan dalam simulasi adalah:

- Pembentukan Topologi Jaringan
 - Parameter masukan : data node jaringan, data link jaringan, kapasitas link
 - Parameter keluaran : konfigurasi jaringan
- Mekanisme Jaringan
 - Parameter masukan : *offered traffic load* (Mbps), *cell loss probability*, mean periode burst (*millisecond*), jumlah maksimal VP *hop*, utilisasi sumber.
 - Parameter keluaran : *equivalent bandwidth* VP, rute VP, rute VC pada VP, utilisasi link.

2.3.4 Variabel Perancangan

Dengan menggunakan parameter-parameter masukan seperti topologi jaringan dan matrik trafik yang ditawarkan (*offered traffic load*), model perancangan akan menghasilkan :

- Himpunan VP, P , disertai perutean VP tersebut, yaitu node asal, node antara, node tujuan, serta kapasitasnya.

- b. Kombinasi dari VP yang ditetapkan untuk merutekan VC.

2.3.5 Pembangkitan Data Trafik

Pembangkitan data trafik dilakukan pada simulasi untuk memberikan gambaran keadaan sesungguhnya yang mungkin terjadi. Data trafik yang dibangkitkan memenuhi distribusi Poisson, yaitu:

$$p(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

Pemakaian distribusi Poisson adalah dengan asumsi sebagai berikut:

- a. kedatangan panggilan acak dan tidak terhingga dengan rata-rata datangnya panggilan dianggap konstan
- b. jumlah saluran yang dapat melayani panggilan tak terhingga sehingga panggilan yang datang selalu dilayani.

2.4 Metode Pengkodean

Tahap pengkodean dilakukan dengan menggunakan piranti bantu dan pengembang Visual Basic 6.0.

2.5 Metode Pengujian

Tahap pengujian dilakukan dengan mensimulasikan program yang telah dibuat. Simulasi ini diimplementasikan pada trafik *voice telephony* dengan *cell loss probability* 10^{-3} , maksimal VP *hop* 2, dan ukuran *buffer* 150 sel. *Peak rate* dan *mean burst* untuk semua sumber adalah 64 Kbps dan 352 ms. Data masukan *offered traffic load* yang digunakan pada Tabel 2 merupakan hasil simulasi jaringan *Metropolitan Area Network* oleh Ryu [2].

2.6 Metode Analisa

Tahap analisa dilakukan dengan menganalisa hasil simulasi perutean VP yang diperoleh dengan menggunakan HDA.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Simulasi Perutean VP

Dengan masukan *offered traffic load* dan parameter lainnya simulasi perutean VP dimulai dengan menghitung *equivalent bandwidth* dari masing-masing koneksi. Selanjutnya HDA akan menciptakan himpunan awal VP pada link fisik dan merutekan koneksi yang bisa dirutekan melalui VP tersebut. Setelah itu algoritma akan melakukan iterasi pada tahap optimisasi dan berakhir dengan hasil utilisasi maksimal link 0,828 dan rata-rata utilisasi link adalah 0,266.

Data himpunan VP dan peruteannya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Data hasil pemetaan VP pada VC dapat dilihat pada Tabel 4.

Data hasil utilisasi link setelah perutean VP dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 2. *Offered Traffic Load*

s/t	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	85,100	75,820	16,620	13,240	20,780	18,660	26,540
2	79,080	-	112,500	22,740	18,620	20,640	21,820	19,720
3	75,140	121,940	-	100,880	75,780	108,160	100,120	63,140
4	18,160	22,640	100,640	-	51,060	52,860	24,860	12,840
5	15,640	20,540	76,500	55,320	-	49,420	20,680	11,360
6	20,900	30,420	111,940	61,860	48,820	-	60,480	20,908
7	19,200	22,320	110,500	22,940	17,320	51,900	-	41,100
8	26,000	20,400	74,400	13,480	11,700	20,560	51,220	-

Tabel 3. Himpunan VP

VP#	Rute VP	Bandwidth VP (Mbps)	VP#	Rute VP	Bandwidth VP (Mbps)	VP#	Rute VP	Bandwidth VP (Mbps)
1	1;3	173.315	15	5;3	61.439	29	8;2	78.917
2	1;4	126.583	16	5;4	68.439	30	8;4	75.469
3	1;7;8;5;6	92.969	17	5;6	20.486	31	8;5	31.998
4	1;7	60.489	18	5;7	0	32	1;6;7;4;5	0
5	1;6;8	64.099	19	5;8	48.139	33	2;1;4;3;5	62.299
6	2;1	140.468	20	6;1	103.818	34	3;7;5	106.115
7	3;7;6;2	167.448	21	6;1;8;4;2	149.103	35	5;6;2	41.337
8	3;5	136.071	22	6;7	65.452	36	2;1;6;7	120.963
9	3;6	129.206	23	6;8	48.139	37	2;1;7;4	66.497
10	3;7	41.565	24	7;1	139.218	38	2;1;6	70.388
11	4;2	11.258	25	7;4	93.993	39	2;1;6;8	54.592
12	4;3	146.439	26	7;5	66.247	40	1;8;2	55.466
13	4;5	47.514	27	7;6	22.26			
14	5;1	129.411	28	7;5;8	26.480			

Tabel 4. Pemetaan VP pada VC

s/t	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	1;7	1;34	2	1;8	1;9	1;10	4;28
2	36;24	-	6;1	6;2	36;26	6;3	6;4	6;5
3	8;14	9;21	-	7;37	8	7;38	7;36	7;39
4	11;6	13;35	12;34	-	11;33	12;9	11;36	11;39
5	14	14;40	15	14;2	-	14;3	14;4	14;5
6	21;6	20;40	21;34	20;2	21;33	-	21;36	20;5
7	26;14	24;40	24;1	24;2	25;13	24;3	-	24;5
8	29;6	31;35	30;12	29;37	31	29;38	29;36	-

Tabel 5. Utilisasi Link

s/t	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	-	0.279	0.304	-	0.498	0.354	0.329
2	0.828	-	-	-	-	-	-	-
3	-	0	-	-	0.319	0.208	0.336	-
4	-	0.419	0.336	-	0.076	-	-	-
5	0.208	-	0.099	0.110	-	0.249	0	0.120
6	0.407	0.336	-	-	-	-	0.300	0.268
7	0.224	-	-	0.258	0.149	0.305	-	0.149
8	-	0.216	-	0.361	0.201	-	-	-

3.2 Hasil Simulasi

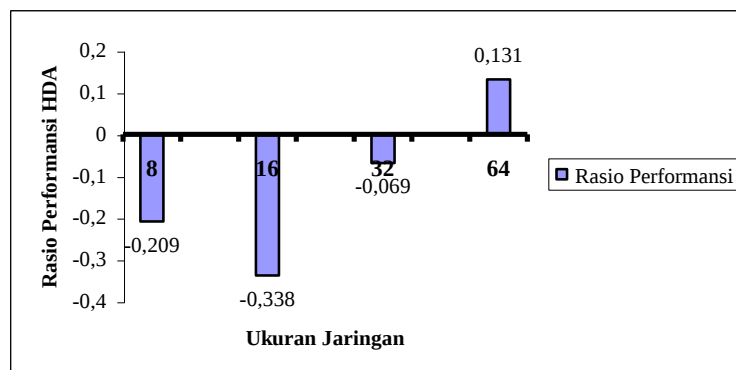
Tabel 6 menunjukkan ringkasan hasil simulasi perutean *virtual path* dengan algoritma *Heuristic Design Algorithm* dalam hal utilisasi maksimal link yang dicapai.

Tabel 6. Hasil Simulasi

#Simulasi	Ukuran Jaringan		Utilisasi Link Maksimum	Jumlah Link yang Digunakan
	# Node	# Link	HDA	HDA
1	8	7	0,792	7
		27	0,462	26
		56	0,349	36
2	16	15	0,771	15
		116	0,872	112
		240	0,461	179
3	32	31	0,854	31
		486	0,407	486
		992	0,485	963
4	64	63	0,990	63
		1990	0,633	1990
		4032	0,084	4032

Gambar 2 merupakan grafik yang menunjukkan hubungan performansi algoritma dengan ukuran jaringan.

Gambar 2. Performansi HDA Terhadap Ukuran Jaringan



3.2.1 Jaringan 8 Node

Pada jaringan 8 node utilisasi link yang dicapai setelah melakukan perutean VP dengan HDA menunjukkan hasil yang lebih kecil untuk jumlah link 7 dan 27 (*sparse network*). Meskipun utilisasi link yang dicapai HDA lebih besar untuk *full-mesh network*, HDA berhasil mengurangi jumlah link fisik yang dipakai. Dari 56 link fisik pada *full-mesh network* 8 node, HDA hanya menggunakan 36 link untuk merutekan VP.

3.2.2 Jaringan 16 Node

Pada jaringan 16 node utilisasi link untuk jumlah link 15 dan 240 (*full-mesh network*) hasil HDA lebih kecil. Meskipun utilisasi link hasil HDA lebih besar pada *sparse network*, HDA telah berhasil mengurangi jumlah link yang digunakan untuk merutekan VP, dari 116 link menjadi 112 link fisik.

3.2.3 Jaringan 32 Node

Pada ukuran jaringan 32 node, utilisasi link yang dicapai setelah perutean VP menggunakan HDA pada jumlah link 31 dan 486 (*sparse network*) lebih kecil. HDA pada *full-mesh network* berhasil merutekan VP hanya dengan menggunakan 963 link dari 992 link fisik tersebut.

3.2.4 Jaringan 64 Node

Pada ukuran jaringan 64 node, utilisasi link dari hasil perutean VP menggunakan HDA menunjukkan angka yang lebih kecil untuk jumlah link 63 dan 1990 (*sparse network*).

3.3 Analisa Hasil Simulasi

Pada ukuran jaringan kecil, performansi HDA tidak terlalu baik, namun jika ukuran jaringan diperbesar maka performansi HDA akan lebih baik. Alasannya adalah pada ukuran jaringan kecil, ruang solusi tidak terlalu besar sehingga HDA tidak memiliki kemampuan untuk mencari solusi terbaiknya. Jika ukuran jaringan diperbesar, maka ruang solusi pun membesar sehingga HDA memiliki peluang yang lebih besar untuk mencari solusi terbaik, karena HDA tersusun secara sistematis. Pencarian solusi terbaik secara random menjadi lebih sulit pada ukuran jaringan besar.

Beberapa hasil simulasi perutean VP dengan HDA menunjukkan utilisasi link yang dihasilkan HDA adalah lebih besar, namun jumlah link yang digunakan untuk merutekan VP lebih sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa HDA berhasil mengurangi biaya jaringan dengan mengeliminasi link-link yang tidak dibutuhkan.

Dari analisis hasil simulasi ini dapat diambil beberapa hal penting, yaitu :

- a. Hasil perutean VP dengan menggunakan *Heuristic Design Algorithm* berhasil membentuk layout VP yang baik karena :
 1. Jumlah VP yang digunakan untuk merutekan VC adalah kecil
 2. Sedikit link fisik yang digunakan untuk merutekan VC
 3. Jumlah VP yang menggunakan bersama suatu link adalah kecil
- b. *Heuristic Design Algorithm* mampu mendukung kualitas layanan yang lebih baik dengan melakukan perutean VP secara sistematis.
- c. *Heuristic Design Algorithm* tidak dipengaruhi oleh pertumbuhan jaringan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- a. HDA merupakan algoritma heuristik untuk merutekan VP sehingga utilisasi maksimal link dapat diminimisasi di bawah delay pemrosesan. Algoritma ini mengaplikasikan

konsep *equivalent bandwidth* untuk menghitung kapasitas suatu koneksi sehingga kualitas layanan, yaitu *cell loss probability* terjamin.

- b. Performansi HDA lebih baik pada beberapa ukuran jaringan dalam hal utilisasi maksimal link yang dicapai.
- c. HDA mampu menghasilkan rancangan layout VP pada jaringan ATM yang memungkinkan penggunaan sumber daya jaringan secara efisien.

4.2 Saran

- a. Pada penelitian ini, HDA diimplementasikan pada trafik tunggal, yaitu CBR *voice telephony* 64 Kbps. Disarankan agar algoritma ini diimplementasikan untuk beberapa kelas trafik (misalnya *voice*, *video*, *data*).
- b. Pada penelitian ini, HDA hanya diuji pada ukuran jaringan yang berbeda. Untuk pengembangannya, HDA diuji pada kondisi trafik yang berbeda (tipe trafik, *traffic load*).
- c. HDA bukan merupakan solusi yang optimal, melainkan solusi yang suboptimal, sehingga perlu diukur tingkat optimalisasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bur, K., Ersoy, C., "A Virtual Path Routing Algorithm for ATM Network Based On The Equivalent Bandwidth Concept", *Computer Communications*, No. 23, 2000.
- [2] Ryu, B. H., Ohsaki, H., Murata, M., Miyahara, H., "Design Algorithm for Virtual Path Based ATM Networks", *IEICE Transactions on Communications*, Vol.E79-b, No. 2, Februari 1996.
- [3] De Prycker, M., "Asynchronous Transfer Mode: Solution for Broadband ISDN", Prentice Hall, New Jersey, 1995.
- [4] Aneroussis, N. G., Lazar, A. A., "Virtual Path Control for ATM Networks with Call Level Quality of Service Guarantee", *Proceedings of Infocom 96*, 1996.
- [5] Guerin, R., Ahmadi, H., Naghshineh, M., "Equivalent Capacity and Its Application to Bandwidth Allocation in High-Speed Networks", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 9, No. 7, 1991.
- [6] Plotkin, S., "Competitive Routing of Virtual Circuits in ATM Networks", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 13, No. 6, Agustus 1995.
- [7] Rich, E., Knight, K., "Artificial Intelligence", McGraw-Hill: New York, 1991.

