

**OPTIMASI *REVENUE* DAN PERFORMANSI JARINGAN
SELULER MENGGUNAKAN *ALGORITHMMA CALL ADMISSION
CONTROL* DAN *DYNAMIC PRICING*
(Studi Kasus di PT Telkomsel Regional Jawa Timur)**

Nurdianto dan Moses L. Singgih

Program Pascasarjana Magister Manajemen Teknologi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2010
e-mail: nurdianto@telkomsel.co.id dan moses@ie.its.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan yang sangat cepat permintaan layanan telepon selular akibat terjadi perang tarif dan terbatasnya bandwidth kanal radio untuk alokasi antarmuka udara (*air interface*), telah mendorong penelitian untuk mencari solusi teknologi guna mengoptimalkan jumlah saluran yang dapat digunakan. Berbagai teknik yang telah dikembangkan selalu melibatkan instalasi baru dan kebutuhan infrastruktur baru. Sementara strategi yang memungkinkan pemenuhan kebutuhan kapasitas jaringan untuk memenuhi permintaan jam-jam sibuk percakapan (*busy hour call*) dengan memanfaatkan *idle resource* di jam-jam *off-peak* seringkali kurang mendapat perhatian.

Penerapan *algorithmma Call Admission Control* memberikan alternatif solusi yang memberi kemungkinan pada *demand change management* untuk mengendalikan trafik panggilan dengan skema yang memperhatikan kapasitas jaringan. Sedangkan dengan penerapan *Dynamic Pricing* secara bersamaan diharapkan memberikan metode baru optimasi *revenue* tanpa menurunkan tingkat layanan di PT. Telkomsel Regional Jawa Timur.

Dengan obyek penelitian zona wilayah layanan metro Surabaya PT. Telkomsel regional Jawa timur dan hasil pengukuran profil trafik panggilan seluler rata-rata jam sibuk (*busy hour*) pada bulan Januari sampai dengan Juni 2010 diperoleh tingkat kenaikan perolehan *revenue* sebesar 34,05% dibandingkan kondisi awal menggunakan tarif flat Rp150 per 10 second

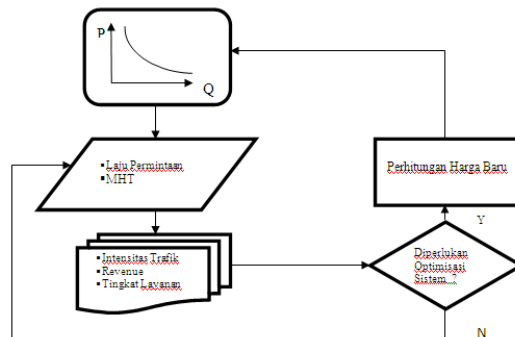
Kata kunci: *Call Admission control, dynamic pricing, optimasi revenue*

PENDAHULUAN

Dynamic pricing yang bisa direalisasikan dengan *algorithmma CAC* merupakan bagian dari *demand change management*. Seperti halnya *supply change management*, *demand change management* mempunyai tujuan umum untuk menjamin ketersediaan barang atau jasa. Di dalam industri seluler, *dynamic pricing* mempunyai bermanfaat untuk mengatur pembebanan jaringan dan mengoptimalkan *revenue*.

Seperti diketahui suatu *demand change management* yang benar akan mampu mengendalikan laju permintaan sehingga tidak terkonsentrasi pada suatu waktu yang berakibat tidak memungkinkan dipenuhinya permintaan oleh kemampuan kapasitas maksimum jaringan. *Call admission control dan dynamic pricing* berpotensi menawarkan suatu skema untuk mencapai efisiensi penggunaan *resource* yang tersedia

tanpa memerlukan infrastruktur baru dengan menggunakan algoritma CAC seperti gambar 1.



Gambar 1 *Algoritma Call Admission Control dan Dynamic Pricing*

Call admission control dan kebijakan *dynamic pricing* memungkinkan jaringan operator untuk memberikan skema penarifan yang berbeda berdasarkan tingkat utilisasi jaringan.

MODEL PERILAKU PANGGILAN PELANGGAN

Model permintaan panggilan pelanggan merupakan fungsi eksponensial sial terhadap perubahan harga atau tarif (Fitkov, 2000; p2).

$$Q = \beta e^{-(P_h/P_o-1)^2} \quad (1)$$

dimana:

- P_h : tarif dinamis
- P_o : tarif normal
- Q : intensitas permintaan panggilan
- B : koefisien permintaan panggilan

Fungsi tersebut merupakan fungsi elastisitas permintaan terhadap perubahan harga.

MODEL TRAFIK PANGGILAN SELULER

Dalam sistem komunikasi trafik yang terjadi merupakan perkalian intensitas panggilan dikalikan rata-rata pendudukan panggilan (Rapaport, 2002: p556). Intensitas panggilan adalah ukuran jumlah berapa kali suatu jalur trafik digunakan selama waktu pengamatan tertentu. Sedangkan rata-rata pendudukan adalah rata-rata menggunakan jalur trafik panggilan.

$$A = \beta \cdot MHT \quad (2)$$

dimana:

- A : Trafik aktual panggilan
- β : Intensitas panggilan aktual
- MHT : *Mean Holding Time* (rata-rata waktu pendudukan)

Sedangkan model antrian panggilan pelanggan dalam mengakses jaringan yang digunakan adalah model antrian Erlang B sebagai berikut:

$$B = \frac{C^n}{n!} / \sum_{i=0}^n \frac{C^i}{i!} \quad (3)$$

Dimana:

- B = GOS = *Probabilitas Blocking Panggilan*
- C = kapasitas jaringan = *offered traffic*
- N = jumlah kanal TRX

UTILISASI JARINGAN SELULER

Utilisasi jaringan seluler diukur sebagai rasio trafik yang diteruskan (*carried traffic*) dibandingkan dengan kapasitas jaringan yang hitung berdasarkan *offered traffic* dengan desain standart GOS=1%. Dikarenakan intensitas permintaan panggilan mengalami pergeseran akibat dinamika harga maka utilisasi jaringan menjadi:

$$U = \beta e^{-(P_h/P_o-1)^2} \cdot MHT/C \quad (4)$$

dimana:

U = utilisasi jaringan

REVENUE PANGGILAN

Revenue dalam sistem telekomunikasi dapat diperoleh dengan memanfaatkan formula Erlang dengan memperhatikan jumlah panggilan terlayani. Prinsip perhitungan adalah menghitung jumlah keseluruhan trafik yang terlayani dalam satuan waktu dan tarif yang dibebankan selama waktu yang dimaksud.

$$R = 60 \cdot E \cdot \text{Tarif} \quad (5)$$

$$R = 60 \cdot \beta \cdot MHT \cdot \text{Tarif} \quad (6)$$

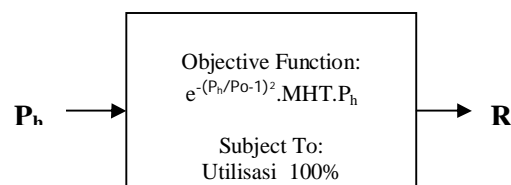
dimana:

R = Revenue jaringan

Tarif = Tarif yang diterapkan

MODEL OPTIMASI REVENUE

Model adalah alat bantu atau media yang dapat digunakan untuk mencerminkan dan menyederhanakan suatu realita (dunia sebenarnya) secara terukur. Model dapat memberikan hubungan antar variable penyusun model. Hubungan tersebut diberikan oleh suatu fungsi transfer.



Gambar 2. Model Optimasi Revenue

Dengan masukan perubahan dinamika harga, pergeseran permintaan panggilan akan memberikan keluaran perubahan *revenue* yang dihasilkan sesuai fungsi transfer pada gambar 2 diatas.

Karenanya dengan fungsi kendala utilisasi 100% maka dengan perubahan harga akan bisa diperoleh nilai optimum fungsi non linier:

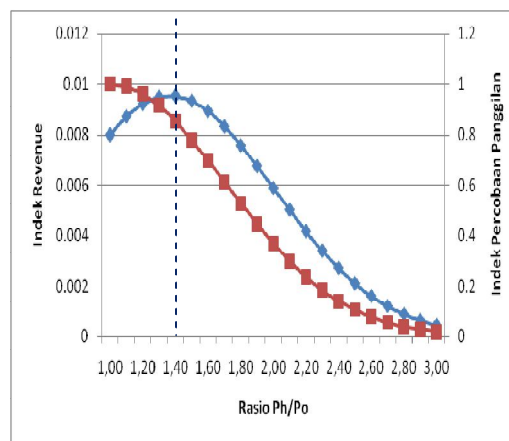
$$\text{Max } R = \dots \cdot \text{MHT} \cdot P_h \quad (7)$$

Yang didapat diperoleh dengan:

$$\dots \text{MHT} \cdot P_h \quad (8)$$

untuk $P_h = 0$

Secara grafis nilai tersebut dapat diperoleh pada rasio $P_h/P_o = 1.4$ seperti kurva berikut ini:



Gambar 3. kurva indeks revenue optimum

Dimana saat terjadi nilai revenue optimum, utilisasi jaringan berkisar pada 85%.

CLUSTER MODEL DAN ZONANISASI PERHITUNGAN

Dengan revenue normal flat Rp150/10s dan pengambilan cluster model kecamatan Genteng, perhitungan revenue optimum menggunakan konfigurasi jaringan seluler PT. Telkomsel akan diperoleh seperti pada table 1. Dengan mengagregasikan hasil seluruh cluster dalam zona wilayah Surabaya yang terdiri dari cluster-cluster kecamatan berikut: Asemrowo, Benowo, Bubutan, DukuhPakis, Gayungan, Genteng, Gubeng, Gunung anyar, Jambangan, Karangpilang, Kenjeran, Krembangan, Lakarsantri, Mulyorejo, Pabean Cantikan, Rungkut, Sawahan, Semampir, Simokerto, Sukolilo, Sukomanunggal, Tambaksari, Tandes, Tegal Sari, Tegalsari, Tenggilis Mejoyo, Wiyung, Wonocolo, Wonokromo.

Tabel 2 menunjukkan peroleh *revenue* dalam zona wilayah Surabaya menggunakan *dynamic pricing*. Hasil perhitungan data ini adalah pengembangan perhitungan dalam zona yang lebih besar yaitu zona wilayah metro Surabaya. Data yang dimasukkan adalah data-data BTS dengan sektor, TRX, jumlah kanal, *offered traffic* (kapasitas), Carried traffic yang akan dihitung total kenaikan *revenue* dan kenaikan *great of service* berdasarkan penerapan algoritma CAC dan *dynamic pricing* sebagai bagian *demand change management* untuk menjamin ketersediaan jaringan.

Fokus penelitian akan dikembangkan dalam perhitungan peningkatan *revenue* yang merupakan metode pengukuran obyek tujuan penelitian yaitu optimasi *revenue*. Perhitungan akan dibatasi pada jam-jam sibuk (*busy hour*) panggilan dikarenakan di luar jam-jam sibuk tersebut perolehan *revenue* tetap menghasilkan *revenue* dengan tarif normal.

Kenaikan *revenue* dengan konfigurasi jaringan PT. Telkomsel di Surabaya memberikan kenaikan sebesar:

$$\begin{aligned} \%Rt &= \frac{(\text{Rp}9.851.382.001,73 - \text{Rp}7.349.005.801,83)}{\text{Rp}7.349.005.801,83} \\ &\quad \times 100\% \\ &= 34,05\% \qquad (9) \end{aligned}$$

KENAIKAN TINGKAT LAYANAN

Kenaikan layanan diukur dengan pergeseran *great of service* (GOS) setiap sektor di tiap-tiap BTS. Angka ideal desain untuk setiap sektor adalah 1%. Kondisi existing di zona Surabaya untuk tiap sektornya memberikan GOS yang berbeda-beda. Dengan membuat 6 kategori yang tersegmentasi, distribusi *great of service* sektor atau sel jika menerapkan *dynamic pricing* akan terlihat bergeser ke arah yang lebih baik dibandingkan dengan apabila menggunakan tarif normal. Pergeseran tersebut secara akumulatif merupakan dampak permintaan panggilan yang cenderung menurun akibat pergeseran harga seperti diuraikan di bab sebelumnya. Berikut ini adalah perhitungan kuantitatif jumlah setiap sektor dengan tingkat *great of service* sebelum dan sesudah *dynamic pricing* diterapkan.

Pergeseran tersebut secara langsung mempengaruhi besarnya panggilan yang diteruskan (*carried traffic*) oleh jaringan Telkomsel sehingga mempengaruhi pembebanan jaringan. Sehingga secara natural, diharapkan diharapkan pola jam sibuk bisa berubah ke jam-jam lain di luar jam sibuk panggilan sehingga balancing load makin membantu kenaikan *revenue* secara harian.

Dari gambar 2 di atas dapat diinformasikan bahwa beberapa sektor yang mengalami *congestion* yang berakibat pada penolakan panggilan pada segmen GOS di atas 3% sampai dengan di atas 5% mengalami pergeseran ke segmen GOS kurang dari 1% sampai dengan kurang dari 3%. Ini dapat diartikan, setelah dilakukannya *dynamic pricing*. Laju panggilan berkurang seiring dengan kenaikan harga. Hanya mereka yang menyetujui tarif barulah yang mencoba meneruskan panggilan dengan skema tarif baru. Sehingga probabilitas jaringan mengalami kejenuhan trafik menjadi menurun. Dalam pengertian ini prinsip lelang kanal panggilan akan berdampak positif pada perbaikan tingkat layanan berdasarkan menurunnya jumlah sektor yang melakukan penolakan (*rejection*) panggilan pada utilisasi yang dipertahankan sebesar sekitar 85%. Dengan demikian, *Call Admission Control* dan *dynamic pricing* akan mempengaruhi perilaku panggilan untuk menghindari panggilan pada *busy hour* menuju ke arah *peak off hour* yang akan mengurangi pembebanan.

STANDARISASI PARAMETER

Mesin yang merealisasikan algoritma *Call Admission Control* adalah perangkat terprogram. Seperti telah dianalisa sebelumnya, bahwa dinamika harga

yang memberikan *revenue* optimum terjadi pada $P_h/P_o=1,4$ pada utilisasi optimum, $U_d =85\%$, namun demikian pada batas-batas tertentu dinamika harga dapat memberikan peningkatan *revenue* dibawah nilai optimum pada:

- $1,0 \leq P_h/P_o \leq 1,7$ (9)
- $61\% \leq U_d \leq 100\%$ (10)
- $GOS = 1\%$ (11)

Tiga nilai parameter tersebut menjadi standart acuan yang merupakan nilai ambang agar diperoleh *revenue* optimum dengan mempertahankan layanan dalam pemrograman algoritma *Call Admission Control*. Standarisasi tersebut dilakukan pada interval waktu *busy hour* mengingat acuan pedimensian jaringan seluler pada beban puncak ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, penerapan algoritma *Call Admission Control* dan *dynamic pricing* dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

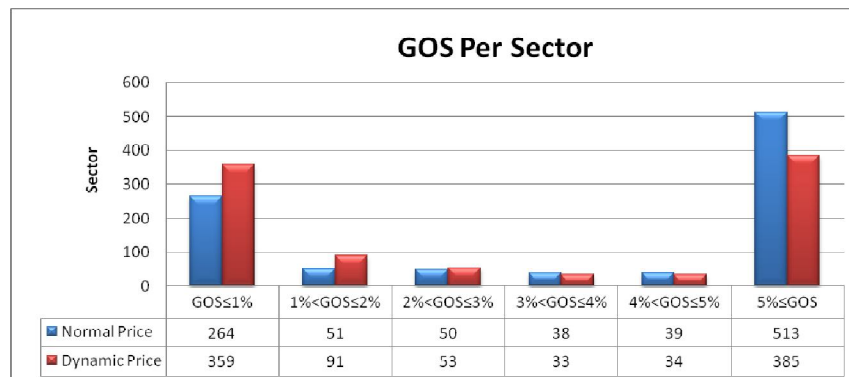
1. Penerapan algoritma *Call Admission Control* dan *dynamic pricing* mempengaruhi perilaku panggilan seluler secara eksponensial.
2. Penerapan algoritma *Call Admission Control* dan *dynamic pricing* memberikan peluang kenaikan *revenue* panggilan jaringan seluler secara umum.
3. Perubahan kenaikan *pricing* tidak secara linear mempengaruhi kenaikan *revenue* panggilan seluler.
4. Besarnya kenaikan terjadi pada rasio kenaikan harga dinamis terhadap harga normal, $P_h/P_o = 1,4$ berdasarkan model panggilan eksponensial yang dipakai.
5. Pembebanan optimum jaringan terjadi pada utilisasi 85% saat rasio kenaikan harga dinamis terhadap harga normal mencapai $P_h/P_o = 1,4$.
6. Secara umum penerapan algoritma *Call Admission Control* dan *dynamic pricing* akan memperbaiki tingkat layanan yang dapat diukur dari pergeseran distribusi GOS jaringan tiap sektornya.
7. Dengan obyek penelitian zona wilayah layanan metro Surabaya PT. Telkomsel regional Jawa timur dan hasil pengukuran profil trafik panggilan seluler rata-rata jam sibuk (*busy hour*) pada bulan januari sampai dengan juni 2010 diperoleh tingkat kenaikan perolehan *revenue* sebesar 34,05% dibandingkan kondisi awal menggunakan tarif flat Rp150 per 10 second.
8. Kenaikan *revenue* merupakan nilai dinamis berdasarkan konfigurasi jaringa dan profil trafik jaringan.
9. Penerapan algoritma *Call Admission Control* dan *dynamic pricing* bisa menjadi alternatif solusi pada *demand change management* dalam industri seluler untuk memenuhi permintaan layanan panggilan seluler.
10. Dimungkinkan terjadi perubahan perilaku panggilan pelanggan dalam jam-jam sibuk (*busy hour*) yang dapat dimanfaatkan untuk merata-ratakan beban jaringan terhadap trafik yang lewat.

Tabel 1. Revenue per sektor cluster Genteng

NO	BTS	Sektor	Cluster	Branch	Actual Traffic (Erl)	Utilization	Xs	Normal Revenue (Rupiah)	Dynamic Pricing Revenue (Rupiah)
1	Kayoon	Kayoon_1	Genteng	Metro Surabaya	12,37	128,21%	0	6682114,056	6682114,056
	Kayoon	Kayoon_2	Genteng	Metro Surabaya	24,48	169,17%	1	13219199,75	18506879,65
	Kayoon	Kayoon_3	Genteng	Metro Surabaya	17,29	143,68%	1	9334285,788	13068000,1
2	Kedondong	Kedondong_1	Genteng	Metro Surabaya	8,39	221,70%	1	4528285,7	6339599,979
	Kedondong	Kedondong_2	Genteng	Metro Surabaya	11,07	353,86%	1	5976257,016	8366759,823
	Kedondong	Kedondong_3	Genteng	Metro Surabaya	8,57	342,73%	1	4628571,465	6480000,051
3	WTC	WTC_1	Genteng	Metro Surabaya	11,70	309,39%	1	6319542,716	8847359,802
	WTC	WTC_2	Genteng	Metro Surabaya	8,46	270,59%	1	4569942,839	6397919,975
	WTC	WTC_3	Genteng	Metro Surabaya	13,78	169,92%	1	7439657,037	10415519,85
4	Tunjungan Plaza I	Tunjungan Plaza I_3	Genteng	Metro Surabaya	12,84	114,31%	1	6932057,043	9704879,86
	Tunjungan Plaza I	Tunjungan Plaza I_4	Genteng	Metro Surabaya	10,71	83,46%	0	5785714,065	5785714,065
5	Delta Plaza	Delta Plaza_1	Genteng	Metro Surabaya	9,39	142,18%	1	5072914,23	7102079,922
	Delta Plaza	Delta Plaza_2	Genteng	Metro Surabaya	8,58	76,38%	0	4631657,03	4631657,03
	Delta Plaza	Delta Plaza_3	Genteng	Metro Surabaya	18,66	136,70%	1	10077170,85	14108039,19
6	WTC	WTC_4	Genteng	Metro Surabaya	4,58	31,62%	0	2470885,639	2470885,639
7	Dharmala IND	Dharmala IND_1	Genteng	Metro Surabaya	3,09	81,62%	0	1667057,076	1667057,076
	Dharmala IND	Dharmala IND_2	Genteng	Metro Surabaya	1,66	37,11%	0	894085,6801	894085,6801
8	Dharmala E	Dharmala E_1	Genteng	Metro Surabaya	2,58	82,45%	0	1392428,554	1392428,554
	Dharmala E	Dharmala E_2	Genteng	Metro Surabaya	3,19	71,60%	0	1724914,232	1724914,232
9	Natour E	Natour E_1	Genteng	Metro Surabaya	1,17	19,84%	0	629485,7002	629485,7002
10	Hotel Majapahit	Hotel Majapahit_1	Genteng	Metro Surabaya	4,07	91,30%	0	2199342,81	2199342,81
11	BRI Indoor	BRI Indoor_1	Genteng	Metro Surabaya	6,14	54,69%	0	3316371,455	3316371,455
	BRI Indoor	BRI Indoor_2	Genteng	Metro Surabaya	3,71	118,53%	1	2001857,11	2802599,954
	BRI Indoor	BRI Indoor_3	Genteng	Metro Surabaya	4,47	328,80%	1	2416114,299	3382560,019
12	Bumi Mandiri Indoor	Bumi Mandiri Indoor_1	Genteng	Metro Surabaya	1,44	38,18%	0	779914,273	779914,273
	Bumi Mandiri Indoor	Bumi Mandiri Indoor_2	Genteng	Metro Surabaya	2,79	613,16%	1	1508142,845	2111399,984
13	Hotel Santika Indoor	Hotel Santika Indoor_1	Genteng	Metro Surabaya	0,36	79,98%	0	196714,2809	196714,2809
	Hotel Santika Indoor	Hotel Santika Indoor_2	Genteng	Metro Surabaya	1,80	40,44%	0	974314,2624	974314,2624
14	Bil Indoor	Bil Indoor_1	Genteng	Metro Surabaya	1,14	131,45%	1	617142,8296	863999,9614
	Bil Indoor	Bil Indoor_2	Genteng	Metro Surabaya	4,33	97,12%	0	2339742,775	2339742,775
15	Hotel Elmi Indoor	Hotel Elmi Indoor_1	Genteng	Metro Surabaya	1,47	323,67%	1	796114,2714	1114559,98
	Hotel Elmi Indoor	Hotel Elmi Indoor_2	Genteng	Metro Surabaya	2,64	59,21%	0	1426371,393	1426371,393
16	Kartika DCS	Kartika DCS_1	Genteng	Metro Surabaya	9,02	101,62%	1	4870028,543	6818039,961
	Kartika DCS	Kartika DCS_2	Genteng	Metro Surabaya	8,70	118,40%	1	4700314,236	6580439,93
	Kartika DCS	Kartika DCS_3	Genteng	Metro Surabaya	12,18	116,70%	1	6577199,871	9208079,819
17	Kedondong DCS	Kedondong DCS_1	Genteng	Metro Surabaya	25,94	92,22%	0	14007599,55	14007599,55
	Kedondong DCS	Kedondong DCS_2	Genteng	Metro Surabaya	23,95	90,79%	0	12932227,94	12932227,94
	Kedondong DCS	Kedondong DCS_3	Genteng	Metro Surabaya	15,07	74,11%	0	8138571,429	8138571,429
18	WTC DCS	WTC DCS_1	Genteng	Metro Surabaya	27,74	142,36%	1	14980371,4	20972519,95
	WTC DCS	WTC DCS_2	Genteng	Metro Surabaya	22,09	161,85%	1	11930914,02	16703279,62
	WTC DCS	WTC DCS_3	Genteng	Metro Surabaya	8,73	44,81%	0	4714971,273	4714971,273
19	Delta Plaza IND DCS	Delta Plaza IND DCS_1	Genteng	Metro Surabaya	28,43	196,50%	1	15354513,91	21496319,48
20	Surabaya Post OUT	Surabaya Post OUT_1	Genteng	Metro Surabaya	4,39	175,59%	1	2371371,457	3319920,04
	Surabaya Post OUT	Surabaya Post OUT_2	Genteng	Metro Surabaya	4,04	90,50%	0	2180057,161	2180057,161
21	Garden Palace E	Garden Palace E_1	Genteng	Metro Surabaya	2,48	30,55%	0	1337657,127	1337657,127
22	Grahadi Outdoor	Grahadi Outdoor_1	Genteng	Metro Surabaya	4,18	133,74%	1	2258742,8	3162239,92
	Grahadi Outdoor	Grahadi Outdoor_2	Genteng	Metro Surabaya	4,19	81,12%	0	2260285,674	2260285,674
23	Bursa Efek Surabaya	Bursa Efek Surabaya_1	Genteng	Metro Surabaya	1,85	41,50%	0	999771,4154	999771,4154
24	Pasar Genteng Indoor	Pasar Genteng Indoor_1	Genteng	Metro Surabaya	4,33	97,03%	0	2337428,586	2337428,586
25	TEC Indoor	TEC Indoor_1	Genteng	Metro Surabaya	4,21	57,32%	0	2275714,267	2275714,267
	TEC Indoor	TEC Indoor_2	Genteng	Metro Surabaya	1,70	16,27%	0	917228,5473	917228,5473
	TEC	TEC_1	Genteng	Metro Surabaya	10,88	71,12%	0	5873657,022	5873657,022
26	TEC	TEC_2	Genteng	Metro Surabaya	9,30	64,25%	0	5020457,1	5020457,1
	TEC	TEC_3	Genteng	Metro Surabaya	12,24	80,04%	0	6610371,396	6610371,396
	TEC DCS	TEC DCS_1	Genteng	Metro Surabaya	13,28	97,29%	0	7171971,155	7171971,155
27	TEC DCS	TEC DCS_2	Genteng	Metro Surabaya	14,16	87,84%	0	7648714,256	7648714,256
	TEC DCS	TEC DCS_3	Genteng	Metro Surabaya	13,95	144,57%	1	7534542,495	10548359,49
TOTAL								Rp277.553.051,70	Rp339.959.153,51

Tabel 2 Peroleh *revenue* zona Surabaya menggunakan *dynamic pricing*

Cluster	Xs	Normal Revenue (Rupiah)	Dynamic Pricing Revenue (Rupiah)
Asemrowo	17	175.159.795,86	244.274.239,93
Benowo	11	157.837.368,63	210.625.916,25
Bubutan	33	303.650.480,92	409.247.324,99
DukuhPakis	38	367.756.191,02	496.422.759,35
Gayungan	34	430.746.574,60	585.496.994,21
Genteng	24	262.433.051,70	316.747.484,96
Gubeng	42	416.235.078,55	548.757.556,36
Gunung anyar	13	151.519.367,61	205.745.240,45
Jambangan	15	135.898.711,24	188.766.561,47
Karangpilang	4	39.288.856,35	49.908.650,45
Kenjeran	23	209.405.824,19	291.375.662,45
Krembangan	39	463.670.218,14	640.969.185,55
Lakarsantri	24	321.007.620,70	420.941.560,98
Mulyorejo	36	452.277.762,59	603.975.176,83
Pabean Cantikan	30	325.886.135,44	450.741.229,74
Rungkut	10	124.719.168,76	170.031.339,20
Sawahan	44	467.355.331,27	608.378.024,88
Semampir	8	71.080.455,50	98.713.334,86
Simokerto	23	152.331.682,02	206.885.566,43
Sukolilo	49	543.757.617,49	736.649.625,08
Sukomanunggal	19	163.913.910,94	222.207.372,59
Tambaksari	31	332.740.280,05	441.365.444,13
Tandes	18	276.742.280,99	360.944.016,68
Tegal Sari	20	134.410.625,95	174.602.670,91
Tegalsari	5	37.081.800,00	51.914.520,00
Tenggilis Mejoyo	20	224.079.166,36	295.814.616,21
Wiyung	8	84.092.655,65	110.278.643,73
Wonocolo	19	176.800.368,14	229.802.344,66
Wonokromo	38	347.127.421,18	479.798.938,41
TOTAL ZONA	695	Rp7.349.005.801,83	Rp9.851.382.001,73



Gambar 2. Distribusi GOS jaringan setiap sektor

DAFTAR PUSTAKA

- Baye, M.R. (2009) 'Managerial Economics and Business Strategy', *Mc Graw Hill Book* (7).
- Fitkov, E., Norris, Khanifar, A. (2000) ',Dynamic Pricing in Mobile Communication Systems', *First International Conference On 3G Mobile Communication Technologies*, p416-420.
- Hui, W.N. (2002) 'Comparison between CDMA and TDMA Air Interface for Cellular Systems', *Nanyang Technology University*.
- Kovvuri, S., Pandey, V., Ghosal, D., Mukherjee, B., Sarkar, D., (2003) 'A Call Admission Control (CAC) Algorithm for Providing Guaranteed QoS in Cellular Networks', *International Journal of Wireless Information Networks*, Vol. 10, No. 2, p73-85.
- Lee, W.C. (2005) 'Wireless and Cellular Telecommunication', *Mc Graw Hill* (3).
- Olivre, O. (2004) 'Call Admission Control and Dynamic Pricing in a GSM/GPRS Cellular Network', *Research Archive on University of Dublin*.
- Rapapot, T.S. (1995) 'Wireless Communication Principle and Practice', *Mc Graw Hill Book* (2).
- Yaipairoj, S., Harmantzis, F.C. (2004) 'Dynamic Pricing with Alternatives for Mobile Networks', *Wireless Communication and Networking Conference, IEEE Communication Journal*, Vol.2, No.1, p671-676.