

Analisis Pertumbuhan Layanan Data Berbasis Ethernet di Wilayah Kota 2

Leni Devera Asrar

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU),
Jl. Raya Mawar Merah, Malaka-Klender, Jakarta Timur, leniasrar@gmail.com*

Abstrak

PT. X adalah perusahaan yang intensif mengakomodir keinginan konsumen untuk mendapatkan akses informasi. Saat ini perangkat *router* terbaru yang digunakan adalah *Metro Ethernet Network* (MEN) yang memiliki kapasitas 80 *port* dan digunakan pada awal September 2008. Tulisan ini pertama menganalisis pertumbuhan layanan pada periode September 2008-September 2009, dan dengan dasar ini, digunakan untuk mengestimasi penambahan perangkat ethernet jangka waktu 5 tahun ke depan (60 bulan). Beberapa metoda digunakan, diantaranya linear, eksponensial dan polinomial orde 2 dan 3. Dengan analisis ketepatan, dapat ditentukan bahwa perkembangan layanan ethernet adalah y (jumlah *port*) = $0,091x^3 - 2,322x^2 + 18,38x + 6,160$, dengan ketelitian hampir 95%. Hasil penelitian menunjukkan jika tidak terjadi perubahan pertumbuhan pelanggan maka penambahan perangkat Ethernet baru dilakukan pada bulan ke 16, seperti halnya jika perubahan pertumbuhan pelanggan diasumsikan sama dengan pertumbuhan penduduk kota Jakarta Utara (2005-2009) yang besarnya 0,32%. Jika perubahan pertumbuhan pelanggan 5%, 10% dan 15% maka penambahan perangkat *Ethernet* baru dilakukan pada bulan ke 15. Sedangkan pada bulan ke 60 atau Agustus 2013 dengan perubahan pertumbuhan pelanggan 0.32%, 5%, 10% dan 15% maka total perangkat ethernet yang digunakan masing-masing adalah 156 unit, 163 unit, 171 unit dan 179 unit.

Keywords: Metro Ethernet Network, Polinomial, Simulasi Grafis

1. PENDAHULUAN

Segala bentuk informasi yang dibutuhkan baik bisnis, *entertainment*, ilmu pengetahuan maupun kebutuhan sehari-hari dapat diperoleh dengan mudah melalui internet. Untuk dapat memenuhi kebutuhan informasi tersebut perlu didukung oleh sarana dan prasarana yang handal, terutama perangkat-perangkat yang menunjang pendistribusian *network* informasi tersebut. *Metro Ethernet Network* adalah perangkat yang dipercaya mampu menangani masalah ini. Perangkat ini memiliki kapasitas 80 *port*.

Salah satu perusahaan yang intensif mengakomodir keinginan konsumen dalam hal mendapatkan akses informasi adalah PT. X. Namun karena cukup besarnya

kebutuhan masyarakat akan informasi, dalam waktu kurang setahun (semenjak digunakan pada awal September 2008), kapasitas *Metro Ethernet* sudah terpakai hampir 70%, padahal belum semua lapisan masyarakat menggunakan jejaring informasi tersebut. Pertumbuhan permintaan akan informasi cukup tinggi, sehingga perluantisipasi perusahaan untuk kebutuhan layanan ethernet ke depan.

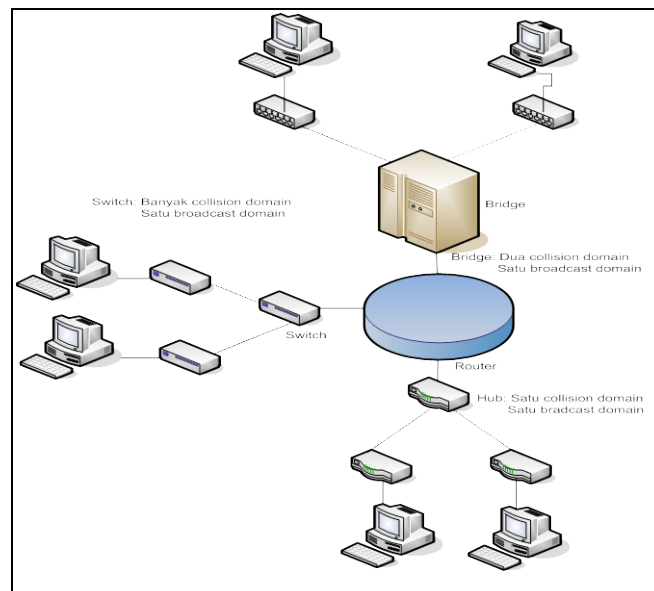
Sebagai dasar analisis ke depan, digunakan jumlah pemakaian *port* di PT. X Wilayah Kota 2 periode September 2008 - September 2009 dengan menggunakan simulasi grafis.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Router

Router berfungsi sebagai penghubung antar dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya melalui sebuah proses yang dikenal sebagai *routing*. Proses *routing* terjadi pada lapisan 3 (Lapisan *network* seperti *Internet Protocol*) dari *stack* protokol tujuh-lapis OSI (*Open System Interconnection*). *Router* secara umum berfungsi membagi-bagi atau memecah sebuah *broadcast domain* yang merupakan kumpulan alat-alat di segmen *network* yang menerima semua paket *broadcast* dan dikirim oleh alat-alat di segmen tersebut.

Router selain dikenal sebagai alat untuk memisahkan *broadcast domain*, juga memisahkan *collision domain*. *Collision* adalah kondisi dimana terjadi tabrakan antar data karena berada pada waktu dan tempat yang sama seperti pada sebuah kabel *network* [1].



Gambar 1. Peralatan *Internetworking* [1]

Routing adalah sebuah proses untuk meneruskan paket-paket network dari satu network ke network lainnya melalui sebuah internetwork [2]. Agar dapat terjadi, digunakan sebuah perangkat network yang disebut router dan router-router tersebut menerima paket-paket yang ditujukan ke network di luar network yang pertama, dan kemudian meneruskan paket yang diterima kepada router lainnya hingga sampai kepada tujuannya.

2.2 Cisco 7300 Internet Router

Cisco 7300 series internet router dirancang untuk network yang memiliki layanan IP dengan performan yang tinggi dan disyaratkan untuk mendapatkan *profitability*, pembedaan layanan dan ketangkasan bisnis. Peralatan ini terdiri dari seperangkat komponen (4 rack unit), modular (4 slot), dan perangkat Cisco 7300 mengirim layanan *high-touch* IP dengan kecepatan optik yang sangat penting untuk mengatur layanan jasa perusahaan [3].



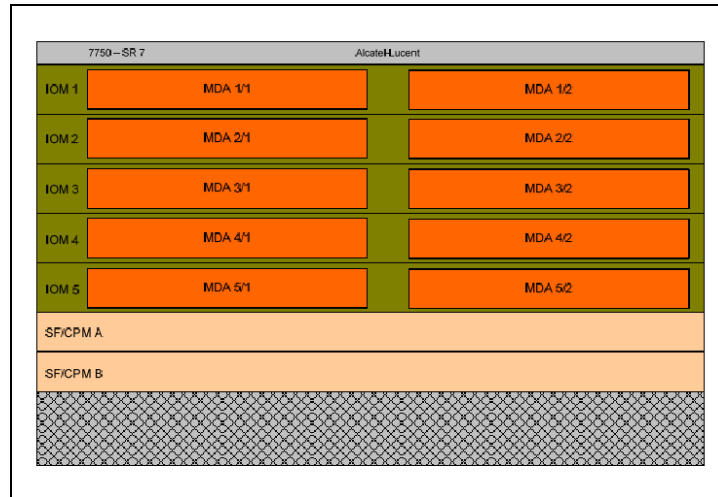
Gambar 2. Perangkat Cisco 7300 [3]

Fitur-fitur yang dimiliki Cisco 7300 Router ini, diantaranya, perangkat ini merupakan sistem modular yang memiliki 4 slot, dimana 1 slot terdiri dari 4 Port (masing-masing 1 Gbyte). Maka, kapasitas maksimum Cisco 7300 adalah 16 Gbyte. Cisco ini mempunyai 16 Gbps total keluaran melalui *backplane*, dimana masing-masing slot memiliki *point to point connection* sebesar 4 Gbps yang tersusun seri.

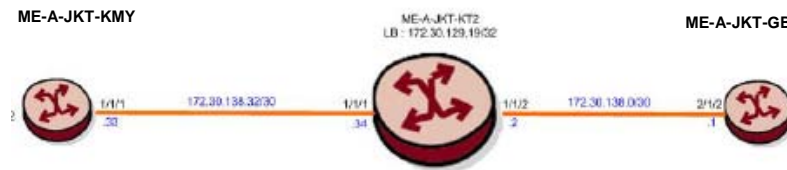
2.3 Metro Ethernet Network (MEN) PT. X Wilayah Kota-2

Metro Ethernet Network (MEN) adalah network komunikasi data yang berskala *metro* dengan menggunakan teknologi *ethernet* sebagai protokol transportasi datanya [4]. PT. X wilayah kota 2 menggunakan *router ethernet* keluaran Alcatel-Lucent 7750 SR-7 dengan kapasitas 80 port. Router ini terdiri dari 7 slot, dimana 5 slot digunakan untuk menampung *Input Output Module* (IOM) dan 2 slot untuk *Switch Fabric and Control Processor Module* (SF/CPM). Setiap IOM dapat menampung 2 modul *Media Dependant Adaptor* (MDA) [5]. Dengan pembacaan slot seperti pada gambar 3, sedangkan untuk port sesuai dengan MDA yang dipakai dan dibaca dari kiri ke kanan, misalnya, 1/1/1 IOM 1, MDA 1, PORT 1.

Sebagai bahan analisis, topologi untuk note STO Kota 2 dapat dilihat pada gambar 4 yang menunjukkan bahwa *Metro Ethernet* type-1 Kota 2 terhubung ke Kemayoran dan Gambir.



Gambar 3. Skema Ethernet Alcatel-Lucent 7750-SR7 [5]



Gambar 4. Topologi Note STO Kota 2 [5]

2.4 Teori Curve Fitting

Di dalam pengepasan kurva (*curve fitting*), diberikan n titik (pasangan bilangan) $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ dan diminta untuk menentukan sebuah fungsi $f(x)$ sedemikian rupa sehingga $f(x_j) = y_j, j=1,2,\dots,n$. Jenis fungsinya dapat berupa garis lurus maupun fungsi polinomial yang mungkin ditentukan oleh sifat alamiah masalahnya. Dalam banyak kasus, polinomial berderajat tertentu biasanya sudah memadai [6]. Jika yang disyaratkan $f(x_1) = y_1, \dots, f(x_n) = y_n$ dan menggunakan polinomial berderajat tinggi, maka dapat digunakan metode interpolasi. Namun untuk situasi tertentu metode ini bukanlah suatu solusi.

Bila nilai-nilai tersebut diperoleh dari suatu percobaan, sehingga mengandung galat percobaan, dan jika sifat alamiah percobaan tersebut menyarankan suatu hubungan linear, akan lebih baik mengepasakan suatu garis lurus pada titik tersebut. Namun jika titik-titik itu terpecah akan lebih digunakan prinsip matematis. Suatu metode yang telah banyak digunakan adalah metode kuadrat terkecil (*method of least square*) yang dikembangkan oleh Gauss.

Formulasi untuk garis lurus adalah :

$$y = a + bx \tag{1}$$

Kemudian berkembang menjadi persamaan yang dinamakan persamaan normal sebagai berikut :

$$\begin{aligned} an + b \sum x_j &= \sum y_j \\ a \sum x_j + b \sum x_j^2 &= \sum x_j y_j \end{aligned} \tag{2}$$

Pendekatan pengepasan kurva ini dapat digeneralisasikan dari polinomial $y = a + bx$ ke polinomial berderajat m sama dengan persamaan (2), dimana : $m \leq n-1$.

Untuk kasus polinomial orde 2 ($m=2$),

$$p(x) = b_0 + b_1x + b_2x^2 \tag{3}$$

maka bentuknya persamaan-persamaan normalnya adalah :

$$\begin{aligned} b_0n + b_1 \sum x_j + b_2 \sum x_j^2 &= \sum y_j \\ b_0 \sum x_j + b_1 \sum x_j^2 + b_2 \sum x_j^3 &= \sum x_j y_j \\ b_0 \sum x_j^2 + b_1 \sum x_j^3 + b_2 \sum x_j^4 &= \sum x_j^2 y_j \end{aligned} \tag{4}$$

Sedangkan untuk kasus polinomial orde 3 ($m=3$),

$$p(x) = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 \tag{5}$$

maka bentuk persamaan-persamaan normalnya adalah :

$$\begin{aligned} b_0 + b_1 \sum x_j + b_2 \sum x_j^2 + b_3 \sum x_j^3 &= \sum y_j \\ b_0 \sum x_j + b_1 \sum x_j^2 + b_2 \sum x_j^3 + b_3 \sum x_j^4 &= \sum x_j y_j \\ b_0 \sum x_j^2 + b_1 \sum x_j^3 + b_2 \sum x_j^4 + b_3 \sum x_j^5 &= \sum x_j^2 y_j \\ b_0 \sum x_j^3 + b_1 \sum x_j^4 + b_2 \sum x_j^5 + b_3 \sum x_j^6 &= \sum x_j^3 y_j \end{aligned} \tag{6}$$

2.5 Koefisien Diterminasi

Koefisien determinasi adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana tingkat hubungan antar variabel X dan Y. Koefisien ini dapat ditentukan berdasarkan hubungan antara dua macam variasi, yaitu :

- Variasi variabel Y terhadap garis regresi (Y')
- Variasi variabel Y terhadap rata-ratanya (Y)

$$r^2 = 1 - \frac{\sum(Y - Y')^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} \tag{7}$$

Ada 2 Jenis hubungan antara variabel X dan Y

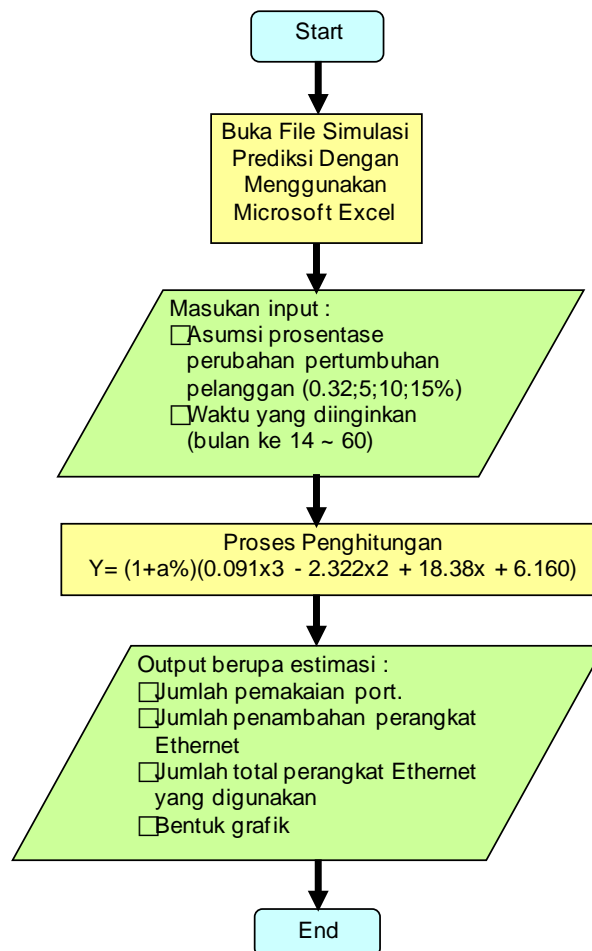
- Hubungan sempurna antara variabel X dan Y.
- Tidak ada hubungan antara variabel X dan Y

2.6 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi objek adalah :

- Peralatan/perangkat jejaring yang digunakan adalah *Metro Ethernet "Alcatel-Lucent 7750 SR-7"* kapasitas 80 port.
- Jaringan komunikasi yang diambil adalah PT. X wilayah Kota-2. data lapangan selama 13 bulan (September 2008- September 2009).

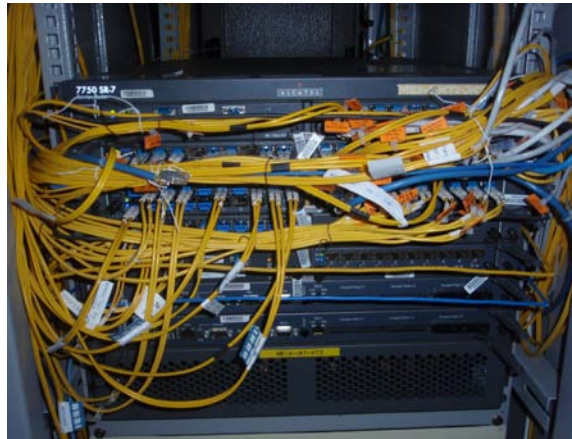
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Metoda Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan, diawali dari koordinasi dengan PT. X STO Kota 2 dan melakukan studi literature, kemudian dilakukan pengambilan data di lapangan khusus wilayah STO Kota 2. Data yang diperoleh disimulasikan

secara grafis dalam bentuk linear, eksponensial, polinomial orde 2 dan polinomial orde 3 yang hasilnya kemudian dianalisis dan akhirnya ditentukan persamaan yang mempunyai ketelitian tinggi.



Gambar 6. Perangkat Ethernet Alcatel-Lucent 7750 SR7

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Pelanggan

Data kumulatif pelanggan internet (berdasarkan penggunaan *port*) periode September 2008 – September 2009 dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Pelanggan Internet Periode September 2008 – September 2009.

Periode	Port					
	Tps	Tpk	Residen	Corporate	Trunk	Kapasitas
Sept 08	32	19	5	7	7	80
Okt 08	52	37	23	7	7	80
Nov 08	52	46	32	7	7	80
Des 08	52	50	32	11	7	80
Jan 09	52	50	32	11	7	80
Feb 09	52	50	32	11	7	80
Mar 09	52	50	31	11	8	80
Apr 09	52	50	31	11	8	80
Mei 09	52	51	31	12	8	80
Jun 09	52	51	31	12	8	80
Juli 09	52	50	30	12	8	80
Ags 09	74	51	30	12	9	80
Sept 09	74	51	30	12	9	80

Keterangan :

Tps = jumlah port terpasang

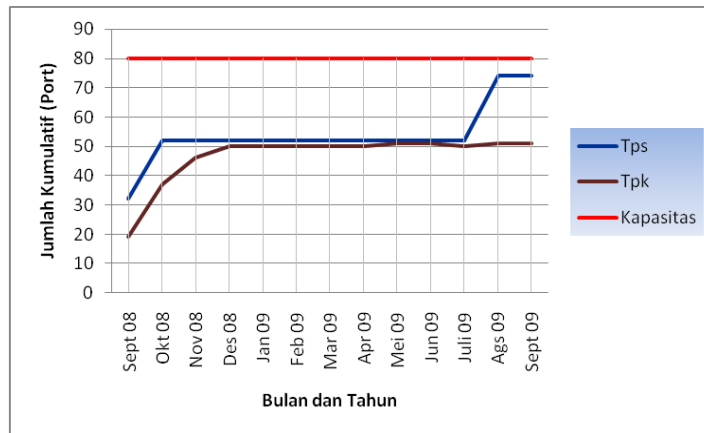
Tpk = jumlah total port terpakai

Residen = jumlah pengguna residence

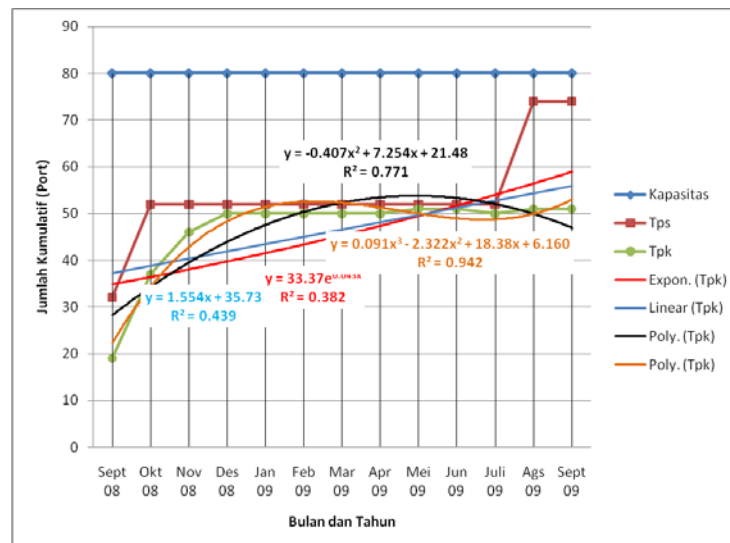
Corporate = jumlah pengguna corporate

Trunk = jumlah penggunaan untuk trunk
 Kapasitas = kapasitas maksimal port pada PT. X

3.2 Hasil Simulasi Grafis



Gambar 7. Grafik Pertumbuhan Pelanggan Internet (Kumulatif) Periode September 2008 - September 2009



Gambar 8. Bentuk Grafik 4 Persamaan Matematis Pertumbuhan Pelanggan Internet Berdasarkan Port Terpakai Periode September 2008 - September 2009.

Tabel 2. Koefisien Determinasi (R²) Beberapa Persamaan Matematis Pertumbuhan Pelanggan Periode September 2008-September 2009.

	Koefisien Determinasi (%)			
	Linear	Exp.	Poly.Orde 2	Poly.Orde 3
Nilai R ²	43,9	38,2	77,1	94,2

Tabel 3. Perbandingan Hasil Perhitungan Pertumbuhan Pelanggan Berdasarkan Persamaan Matematis Dengan Data Aktual (Berdasarkan *Port* Terpakai)

Bulan	Jumlah Port Terpakai				Aktual
	Persamaan (8)	Persamaan (9)	Persamaan (10)	Persamaan (11)	
Sept 08	37.3	34.9	28.3	22.3	19
Okt 08	38.8	36.4	34.4	34.4	37
Nov 08	40.4	38.1	39.6	42.9	46
Des 08	42.0	39.8	44	48.4	50
Jan 09	43.5	41.5	47.6	51.4	50
Feb 09	45.1	43.4	50.4	52.5	50
Mar 09	46.6	45.3	52.3	52.3	50
Apr 09	48.2	47.3	53.5	51.2	50
Mei 09	49.7	49.5	53.8	49.8	51
Jun 09	51.3	51.7	53.3	48.8	51
Juli 09	52.8	54	52	48.5	50
Ags 09	54.4	56.4	49.9	49.6	51
Sept 09	55.9	58.9	47	52.6	51

Pada bulan pertama sampai bulan keempat (periode September-Desember 2008) terjadi peningkatan pelanggan yang cukup signifikan terutama berasal dari pelanggan *residential*, dikarenakan pada saat itu di tengah masyarakat kota Jakarta mulai muncul fenomena dimana informasi dan komunikasi merupakan bagian penting dalam kehidupannya. Gambar grafis peningkatan pelanggan ini dapat dilihat pada gambar 7. Terbukti dengan adanya *face book* dan *e-mail* yang dijadikan sebagai salah satu media komunikasi serta *website google*, yahoo, beberapa diantara media pencari (*searching*) data sangat diinginkan.

Sementara itu salah satu perusahaan yang lebih siap memberikan akses adalah PT. X, karena mempunyai sarana dan prasarana yang memadai. Disamping itu PT. X memang sudah lama berinteraksi dengan masyarakat sebagai penyedia layanan komunikasi telepon terutama untuk perumahan (*residential*) maupun perkantoran (*corporate*).

Pada Tabel 1, pada bulan ke 5 sampai bulan ke 13 (periode Januari sampai September 2009) total pelanggan relatif konstan. Hal ini bisa terjadi karena kondisi perekonomian yang lagi krisis dan disamping itu hadirnya beberapa provider baru. Untuk itu, peranan marketing sangat besar dalam meningkatkan pelanggan.

Menjelang bulan ke 13 (September 2009) belum ada penambahan perangkat *metro ethernet* pada PT. X, karena dari 80 *port* yang tersedia baru terpakai 51 *port* atau 63,75%. Dari Gambar 8, terlihat bahwa *port* yang terpakai masih di bawah kapasitas maksimum peralatan.

Dengan memakai data pertumbuhan pelanggan dari periode September 2008 – September 2009, digunakan analisis pertumbuhan dengan *curve fitting*, yaitu model pendekatan linear, eksponensial, polinomial orde 2 dan orde 3 berdasarkan persamaan (8) - (11).

Dengan memakai model pendekatan linear, diperoleh pertumbuhan pelanggan (Y) berikut :

$$y = 1,5549x + 35,731 \quad (8)$$

dimana X adalah bulan ke dari perhitungan. Hasil secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 8. Perlu diketahui bahwa dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa port terpakai masih jauh dari kapasitas port itu sendiri, dan secara matematis dapat dilihat dengan jelas bahwa koefisien determinasi / R^2 sekitar 43,9%, suatu ketelitian masih sangat jauh.

Selanjutnya, model pendekatan eksponensial dilakukan dan diperoleh berikut ini:

$$y = 33,378e^{0,0437x} \quad (9)$$

dan secara grafis dapat dilihat pada Gambar 8. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa kapasitas terpakai masih di bawah kapasitas maksimum yang tersedia. Untuk koefisien determinasi diperoleh 38,2%, hampir 5% lebih rendah dari metoda linear. Hal ini berarti bahwa, metoda eksponensial tidak cocok digunakan untuk analisis kasus ini.

Dengan memakai data yang sama seperti analisis sebelumnya, digunakan pendekatan model polinomial orde 2 dan pertumbuhan pelanggan adalah :

$$y = -0,407x^2 + 7,254x + 21,48 \quad (10)$$

dan sekaligus memberikan koreksi determinasi sebesar 77,1%, sekitar 34% lebih teliti dibandingkan dengan pendekatan linear. Bila dilihat dari prosentasi koreksi, besaran tersebut cukup memadai, namun demikian, berdasarkan analisis matematis, polinomial orde lebih dari dua dimungkinkan dapat memberikan ketelitian lebih baik. Hasil rinci analisis pertumbuhan pelanggan dapat dilihat pada Gambar 8.

Akhirnya, pendekatan dengan pendekatan polinomial orde 3 dilakukan untuk menganalisis pertumbuhan pelanggan periode September 2008-September 2009, dan hasilnya diperoleh seperti di bawah ini:

$$y = 0,091x^3 + 2,322x^2 + 18,38x + 6,16 \quad (11)$$

dan grafisnya seperti yang terlihat pada Gambar 8. Dengan menggunakan pendekatan ini, dapat dilihat dengan jelas bahwa koreksi determinasi adalah 94,2% atau dengan tingkat kesalahan 5,8%. Dari hasil perhitunganpun tingkat akurasi persamaan 11 terbukti paling baik, dimana persamaan dalam bentuk polinomial orde 3 lebih mendekati data aktual jumlah pemakaian seperti yang ditunjukkan Tabel 3. Atas dasar ini, maka persamaan polinomial orde 3 (persamaan 11) paling akurat untuk digunakan sebagai acuan membuat simulasi perhitungan pertumbuhan lima tahun ke depan.

3.3 Analisis Penambahan Perangkat *Ethernet* Jika Tidak Terjadi Perubahan Pertumbuhan Pelanggan

Jika diasumsikan tidak terjadi perubahan pertumbuhan pelanggan, maka persamaan matematis yang digunakan adalah sama dengan persamaan

pertumbuhan pelanggan pada periode September 2008-September 2009 dan estimasi pertumbuhan pelanggan pada bulan 14-60 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan estimasi jumlah pelanggan dari bulan ke 14 sampai bulan ke 60, jika tidak terjadi perubahan pertumbuhan pelanggan atau pertumbuhan pelanggan internetnya sama dengan periode September 2008-September 2009. Dapat dilihat dengan jelas bahwa penambahan perangkat *ethernet* mulai terjadi pada bulan ke 16 (Desember 2009) sebanyak 1 unit. Sementara itu estimasi pemakaian perangkat *ethernet* pada tahun ke 5 (Agustus 2013) adalah 156 unit.

Tabel 4. Estimasi Pelanggan Berdasarkan Port Terpakai Pada Periode Waktu Tertentu Jika Tidak Terjadi Perubahan Pertumbuhan Pelanggan.

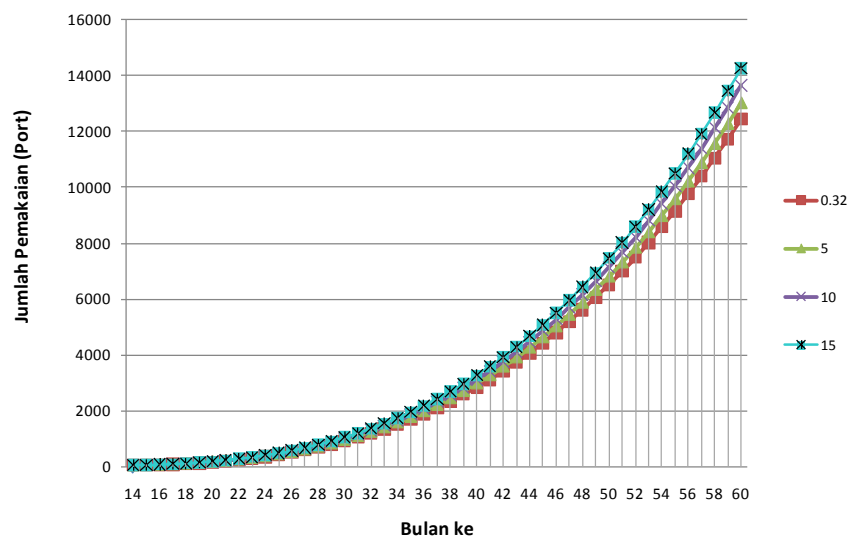
Persamaan Matematis Untuk Estimasi				
$y=(1+(a\%))*((0.091*x^3)-(2.322*x^2)+(18.38*x))+6.160$				
Asumsi Penambahan Perangkat Ethernet				
Bulan	Estimasi			Kapasitas
	Penambahan Perangkat	Total Perangkat	Port Terpakai	
14	0	1.0	58.1	80
15	0	1.0	66.5	80
16	1	1.0	78.5	80
17	0	2.0	94.6	80
18	0	2.0	115.4	80
19	1	2.0	141.3	80
20	0	3.0	173.0	80
21	1	3.0	210.9	80
22	0	4.0	255.6	80
23	1	4.0	307.8	80
24	1	5.0	367.8	80
25	1	6.0	436.3	80
26	1	7.0	513.8	80
27	1	8.0	600.8	80
28	2	9.0	698.0	80
29	1	11.0	805.8	80
30	2	12.0	924.8	80
31	1	14.0	1055.5	80
32	2	15.0	1198.5	80
33	3	17.0	1354.3	80
34	2	20.0	1523.5	80
35	2	22.0	1706.6	80
36	3	24.0	1904.2	80
37	3	27.0	2116.8	80
38	3	30.0	2345.0	80
39	3	33.0	2589.2	80
40	4	36.0	2850.2	80
41	3	40.0	3128.3	80
42	4	43.0	3424.1	80
43	4	47.0	3738.3	80
44	5	51.0	4071.2	80
45	4	56.0	4423.6	80
46	5	60.0	4795.9	80
47	6	65.0	5188.6	80
48	5	71.0	5602.4	80
49	6	76.0	6037.7	80
50	6	82.0	6495.2	80
51	6	88.0	6975.3	80
52	7	94.0	7478.6	80
53	6	101.0	8005.6	80
54	8	107.0	8557.0	80
55	7	115.0	9133.1	80
56	8	122.0	9734.7	80
57	8	130.0	10362.2	80
58	9	138.0	11016.2	80
59	9	147.0	11697.2	80
60		156.0	12405.8	80

3.4 Analisis Penambahan Perangkat *Ethernet* Jika Terjadi Perubahan Pertumbuhan Pelanggan

Agar perhitungan lebih realistis, maka digunakan acuan perubahan pertumbuhan pelanggan berupa prosentase pertumbuhan penduduk DKI Jakarta, khususnya Jakarta Utara yang diperoleh dari BPS DKI Jakarta [7]. Pada periode 2005-2009 rata-rata pertumbuhan penduduk DKI sebesar 0,92%. Khusus untuk daerah Jakarta Utara sebesar 0,32% dan asumsi realistis lain yang digunakan sebagai perubahan pertumbuhan pelanggan masing-masing adalah 5%, 10% dan 15%. Hasil simulasi estimasi pertumbuhan pelanggan dengan jumlah *port* terpakai pada bulan 14-60 dapat dilihat pada Gambar 9.

Secara operasional, input dapat dirubah sesuai dengan kondisi yang ada, sehingga secara otomatis akan didapat estimasi jumlah *port* terpakai. Dengan input perubahan pertumbuhan pelanggan yang dimasukkan sebesar 0,32 % dan bulan yang diinginkan untuk diprediksi adalah bulan ke 14, maka didapat jumlah total penggunaan *port* sebesar 58,3 *port* atau dibulatkan ke atas menjadi 59 *port* dan pada bulan ke 60 (tahun ke 5) sebanyak 12.446 *port*.

Prediksi jumlah *port* terpakai ini, secara sistemik digunakan untuk memprediksi penambahan perangkat *metro ethernet* yang baru sehingga membantu perusahaan dalam membuat perencanaan untuk mengantisipasi lonjakan pertumbuhan pelanggan. Hasil simulasi yang menggambarkan jumlah *port* terpakai dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



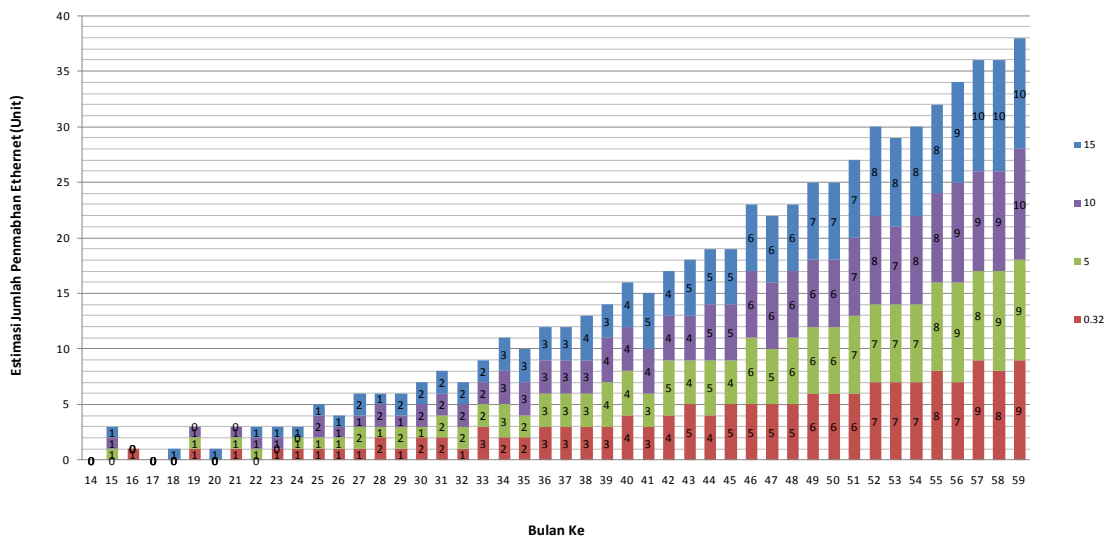
Gambar 9. Estimasi Jumlah *Port* Terpakai Pada Periode Waktu Jika Terjadi Perubahan Pertumbuhan Pelanggan Dengan Prosentase Tertentu.

Telah dianalisis juga, apabila diasumsikan prosentase perubahan pertumbuhan pelanggan sama dengan pertumbuhan penduduk Jakarta Utara sebesar 0,32%, maka penambahan perangkat *metro ethernet* untuk pertama kali akan terjadi pada bulan ke 16. Sedangkan apabila asumsi perubahan pertumbuhan pelanggan 5%, 10% dan 15%, maka diperkirakan penambahan perangkat *metro ethernet* untuk pertama kali akan terjadi pada bulan ke 15 atau lebih cepat 1 bulan.

Pada Agustus 2010 atau tepatnya pada bulan ke 24 dengan asumsi perubahan

pertumbuhan pelanggan 0,32%, maka estimasi total perangkat *metro ethernet* yang digunakan sudah 5 unit atau sudah terjadi penambahan sebesar 4 unit. Apabila asumsi perubahan pertumbuhan pelanggan 10% dan 15%, maka jumlah unit yang ditambah masing-masing sebesar 6 unit.

Dari hasil simulasi diperoleh total perangkat *metro ethernet* yang sudah dipakai menjelang tahun kelima (bulan ke 60) atau Agustus 2013, yaitu sebesar 156 unit atau telah terjadi total penambahan 155 unit bila asumsi perubahan pertumbuhan pelanggan tetap 0,32%. Sementara itu bila asumsi perubahan pertumbuhan pelanggan 15%, maka total perangkat *metro ethernet* yang digunakan sebesar 179 unit atau telah terjadi total penambahan 178 unit. Penambahan perangkat *metro ethernet* dari bulan ke bulan dengan asumsi perubahan pertumbuhan pelanggan sebesar 0,32%; 5%; 10% dan 15% dapat dilihat secara jelas pada Gambar 10.



Gambar 10. Estimasi Total Penggunaan & Penambahan Perangkat *Metro Ethernet* Pada Periode Waktu Jika Terjadi Perubahan Pertumbuhan Pelanggan Dengan Prosentase Tertentu

Tabel 5. Hasil Perhitungan Estimasi Penambahan Perangkat *Metro Ethernet* Pertahun Jika Terjadi Perubahan Pertumbuhan Pelanggan Dengan Prosentase Tertentu.

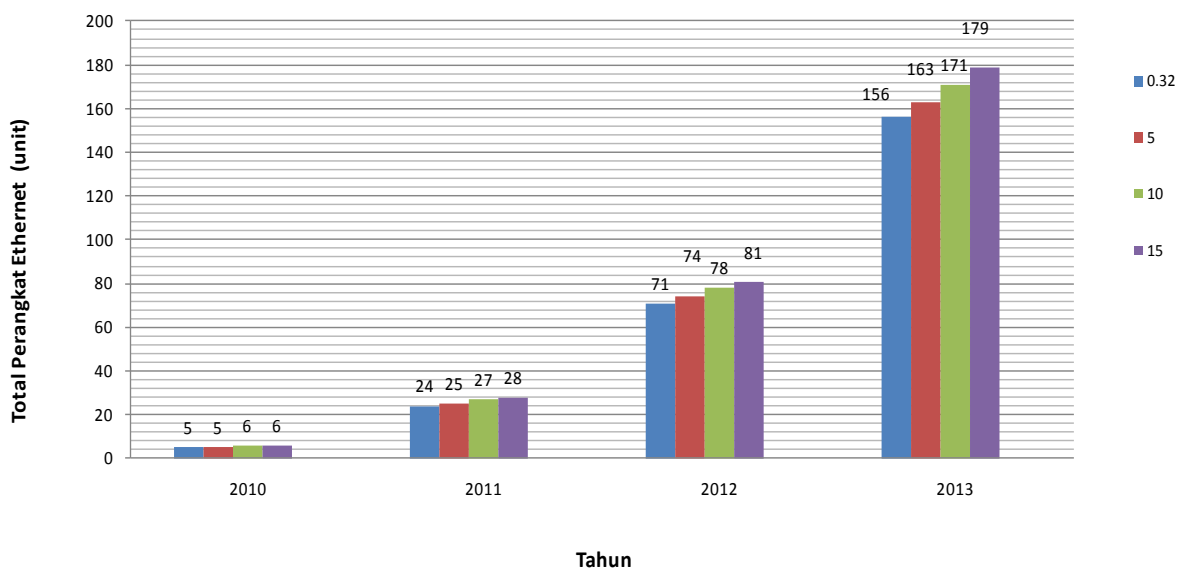
Pertumbuhan (%)	Penambahan Ethernet Pertahun (Unit)			
	2010 (14-24)	2011 (24-36)	2012 (37-48)	2013 (49-60)
0.32	4	19	47	85
5	4	20	49	89
10	5	21	51	93
15	5	22	53	98

Dalam Tabel 5 dapat dilihat bahwa penambahan perangkat *ethernet* pertahun jika terjadi perubahan pertumbuhan pelanggan dengan prosentase tertentu dapat

dilihat bahwa tahun 2010 terjadi penambahan perangkat *metro ethernet* berkisar 4-5 unit atau 80%-83,3% dari total jumlah perangkat *metro ethernet* yang digunakan. Pada tahun 2011 estimasi penambahan berkisar 19-22 unit atau 78,5%-79,1% dari total jumlah perangkat *metro ethernet* yang digunakan, tahun ke 2012 estimasi penambahan sebesar 47-53 unit atau 65,5%-66,1% dari total jumlah perangkat *metro ethernet* yang digunakan. Akhirnya pada tahun 2013, estimasi penambahan sebesar 85-98 unit atau 54,4%-54,7% dari total jumlah perangkat *metro ethernet* yang digunakan.

Tabel 6. Hasil Estimasi Total Penggunaan Perangkat *Metro Ethernet* Pertahun Jika Terjadi Perubahan Pertumbuhan Pelanggan Dengan Prosentase Tertentu.

Pertumbuhan (%)	Total Perangkat Ethernet (Unit)			
	2010	2011	2012	2013
	(14-24)	(24-36)	(37-48)	(48-60)
0.32	5	24	71	156
5	5	25	74	163
10	6	27	78	171
15	6	28	81	179



Gambar 11. Estimasi Total Penggunaan Perangkat *Metro Ethernet* Pertahun Jika Terjadi Perubahan Pertumbuhan Pelanggan Dengan Prosentase Tertentu

Tabel 6 dan Gambar 11 menunjukkan estimasi total pemakaian perangkat *metro ethernet* dari tahun ke tahun. Dapat dilihat, jika diasumsikan prosentase perubahan pertumbuhan pelanggan sama dengan prosentase pertumbuhan penduduk Jakarta Utara sebesar 0,32%, maka berturut-turut dari tahun 2010~2012 terjadi peningkatan pemakaian alat menjadi 5 unit, 24 unit, 71 unit dan pada tahun ke 5 (Agustus 2013) menjadi 156 unit. Untuk asumsi perubahan pertumbuhan pelanggan sebesar 5%, 10% dan 15%, maka estimasi total perangkat yang

digunakan pada tahun ke 5 (Agustus 2013), berturut-turut sebesar 163 unit, 171 unit dan 179 unit.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan kesimpulan :

- a. Dengan penelitian ini dapat dilakukan perencanaan penambahan perangkat *ethernet* empat tahun kedepan yang diawali dengan data pertumbuhan pelanggan aktual periode September 2008 ~ September 2009. Persamaan matematis yang menggambarkan pertumbuhan pelanggan internet ini adalah $y = 0,091x^3 - 2,322x^2 + 18,38x + 6,160$ dengan ketelitian 94,2% yang merupakan persamaan polinomial orde 3.
- b. Dari hasil simulasi perhitungan, penambahan perangkat *ethernet* pertama kali terjadi bulan November 2009 (bulan ke 15) dengan asumsi perubahan pertumbuhan pelanggan 5%, 10% maupun 15%. Pada tahun ke 5 (Agustus 2013) estimasi total perangkat *ethernet* terpakai dengan asumsi perubahan pertumbuhan pelanggan 5%, 10% dan 15% berturut-turut adalah 163 unit, 171 unit dan 179 unit.
- c. Jika simulasi dihitung berdasarkan prosentase pertumbuhan penduduk Jakarta Utara sebesar 0,32%, maka penambahan perangkat *ethernet* pertama kali terjadi pada bulan Desember 2009 sebanyak 1 unit dan estimasi pada tahun ke 5 (Agustus 2013) total perangkat yang dipakai sebanyak 156 unit.

5. SARAN

Untuk pengembangan ke depan supaya prediksi lebih akurat dan dipertajam, maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Menggunakan asumsi prosentase pertumbuhan yang mengacu pada pertumbuhan ril baik perumahan dan perkantoran setiap tahunnya.
- Melihat perkembangan teknologi ke depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada Bapak **Dr. Taswanda Taryo, M.Eng** yang telah membantu dalam penelitian ini, sehingga tulisan ini layak untuk dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Lammler, Cisco Certified Network Associate, Elex Media Komputindo, 2005.
- [2] Cisco, Internetworking Technology Handbook, Routing Basic, Cisco System, 2009.
- [3] No Name, Cisco 7300 Internet Router, Cisco System, 2002.
- [4] M. Huynh and P. Mohapatra, Metropolitan Ethernet Network: A move from LAN to MAN, Elsevier, Computer Network 51, 2007, pages 4867-4894.
- [5] PT. TELKOM, Solution Delivery Pack, April 2008.
- [6] E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons, New York, 1989.

- [7] Katalog BPS : 1403.31 Jakarta Dalam Angka, Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta Statistik-DKI Jakarta, 2010.
- [8] J. F. Hermant and G. L. Lann, A Protocol and Correctness Proofs for Real-Time Highperformance Broadcast Networks, in *Proceedings of the 18th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems*, 1998, pp. 360-369.
- [9] H. Desai, Evaluation and Tuning of Gigabit Ethernet Performance on Clusters, Thesis submitted to The Kent State University, OH, 2007.