

Judul

**PENGARUH POPULASI PELANGGAN DAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PDAM  
PADA UNJUK HASIL MANAJEMEN KEKURANGAN AIR BERSIH**

oleh :

**Widandi Soetopo<sup>1</sup>**

**Tiny Mananoma<sup>2</sup>**

---

**Abstrak**

Untuk dapat merancang strategi manajemen yang tepat bagi sistem penyediaan air bersih PDAM, maka perlu untuk dikenali sarana kontrol manajemen yang dapat dimanfaatkan. Dalam sistem penyediaan air bersih PDAM, dua komponen yang dapat digunakan sebagai sarana kontrol tersebut, yaitu populasi pelanggan dan sistem jaringan distribusi air bersih dimana para pelanggan tersebar. Dalam tulisan ini dibahas empat aspek sifat stokastik populasi pelanggan dan sistem jaringan distribusi air bersih yang bersangkutan, yang berpotensi untuk dapat dimanfaatkan dalam merancang strategi manajemen penyediaan air bersih.

**Abstract**

The planning of suitable management strategy for municipal water supply system require the identification of management control apparatus which can be put in use. In the municipal water supply system, there are two components which can be utilized as the control apparatus, the customer population and the corresponding

---

<sup>1</sup> Mahasiswa S3 FT-UGM dan dosen FT Unibraw

<sup>2</sup> Mahasiswa S3 FT-UGM dan dosen FT Sam Ratulangi

water distribution network. In this paper, four stochastic aspects of customer population and its water distribution network are discussed for their potential in planning the management strategy for municipal water supply system

## LATAR BELAKANG

Perkembangan pemukiman pada setiap wilayah perkotaan selalu meningkatkan kebutuhan pasokan air bersih. Hal ini dapat dilihat dari selalu bertambahnya jumlah pelanggan PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) di berbagai tempat. Sementara ketersediaan sumber air bersih cenderung tetap atau berkurang. Bila hal ini dikombinasikan dengan kebocoran dan pola pemakaian air yang boros oleh pelanggan, maka muncul masalah kekurangan air bersih yang berlarut-larut.

Salah satu jalan keluar dalam mengatasi masalah kekurangan ini adalah dengan diterapkannya strategi manajemen distribusi air bersih yang tepat. Untuk itu perlu dikenali komponen-komponen sistem yang dapat dijadikan sarana kontrol manajemen. Dalam paper ini dibahas mengenai potensi populasi pelanggan dan sistem jaringan distribusi air bersih sebagai sarana manajemen secara stokastik. Sebagai contoh adalah PDAM Tirtamarta di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).

### Perkembangan populasi pelanggan dan jaringan distribusi

Perkembangan pemukiman di wilayah perkotaan berarti bertambahnya jumlah penduduk, yang selanjutnya berarti penambahan jumlah pelanggan PDAM. Pada saat yang sama pula terjadi perluasan sistem jaringan distribusi air bersih PDAM, baik dari segi kapasitas maupun jangkauan. Para pelanggan air bersih tersebut tersebar pada sistem jaringan distribusi dan membentuk suatu populasi pelanggan. Jaringan distribusi merupakan salah satu dari tiga komponen utama dari sistem distribusi air bersih (May, 1992). Untuk PDAM Tirtamarta DIY, maka sistem jaringan distribusi menjangkau 14 kecamatan di DIY sendiri serta sebagian

dari Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Pada September 2002 tercatat seluruhnya sebanyak  $\pm 34500$  pelanggan.

Yang dimaksudkan populasi disini adalah kumpulan individu atau obyek yang memiliki karakteristik sama tapi terdapat keragaman. Karena terdapat keragaman tersebut, maka timbulah sifat-sifat stokastik. Adapun keragaman dari segi pelanggan disini difokuskan pada segi penggunaan air masing-masing pelanggan air bersih PDAM. Variabel penggunaan air bersih oleh pelanggan ini dinyatakan sebagai kubikasi. Kubikasi pelanggan adalah besarnya penggunaan air bersih PDAM oleh **satu** pelanggan, yang diukur lewat satu alat ukur meteran air (alat ukur kubikasi), dalam satuan meter kubik ( $m^3$ ), selama jangka waktu sebulan. Dalam tulisan ini, satuan daripada variabel kubikasi adalah  $m^3$ /bulan.

Satu pelanggan umumnya terdiri dari satu keluarga/rumahtangga (*single-family*), walaupun dalam kasus-kasus tertentu dapat terdiri dari beberapa keluarga dalam satu rumah (*multi-family*). Dalam suatu rumah pelanggan boleh jadi terdapat satu atau lebih orang lain yang berstatus mondok (kost). Kemudian hampir semua pelanggan masing-masing mempunyai hanya satu rekening PDAM (*single-account*). Setiap rekening mewakili satu alat ukur kubikasi. Hanya sedikit sekali pelanggan yang memiliki lebih dari satu rekening (*multi-account*). Dalam tulisan ini, dianggap semua pelanggan hanya terdiri dari satu keluarga (*single family*), dan hanya mempunyai satu rekening (*single account*).

Besarnya penggunaan air untuk setiap rekening yang terukur pada alat ukur kubikasi dicatat oleh petugas PDAM setiap bulannya. Besaran ini disebut sebagai kubikasi riil. Sementara kubikasi yang tertera pada rekening adalah sama dengan kubikasi riil dengan pembulatan ke atas apabila nilainya lebih kecil dari suatu batas minimum. Umumnya kubikasi rekening lebih besar daripada kubikasi riil.

Dalam evaluasi keandalan manajemen penyediaan air bersih, kebutuhan dapat ditinjau untuk seluruh jaringan sebagai bagian dari sistem, daripada kebutuhan hanya pada sebuah noda saja (Fujiwara and Ganesharajah, 1993). Kondisi jaringan distribusi juga akan mengalami perubahan dari segi kapasitas dan kondisinya

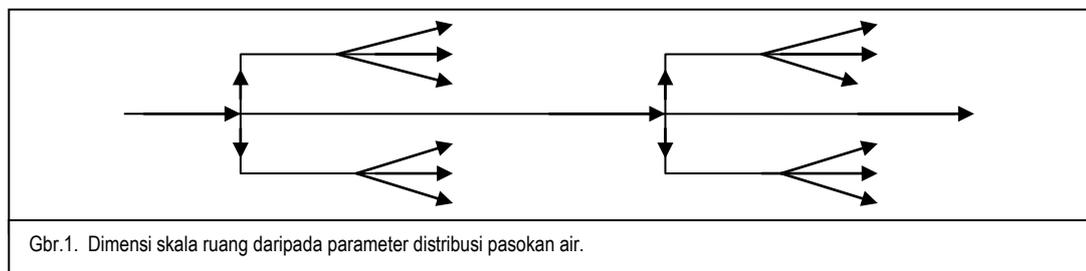
sejalan dengan waktu. Maka dalam hal ini dapat dimasukkan unsur keandalan kapasitas yang bersifat stokastik daripada jaringan distribusi (Schneider dkk, 1996).

## PARAMETER-PARAMETER KONTROL MANAJEMEN

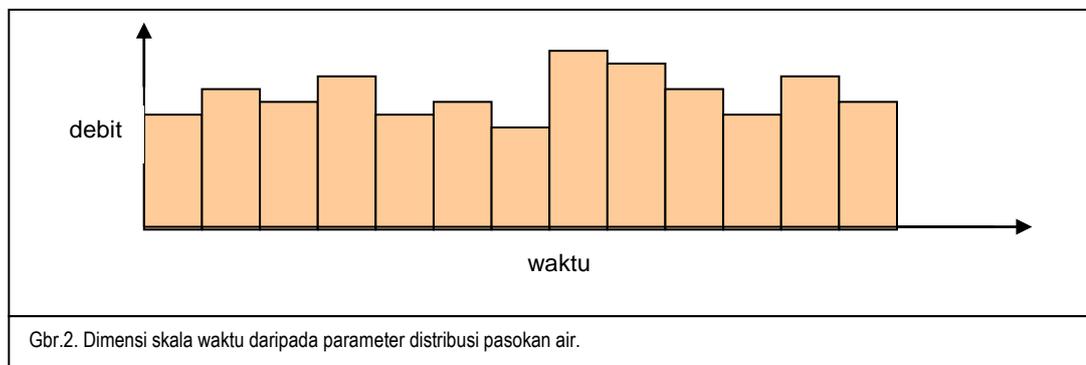
Ada dua parameter kontrol dari manajemen penyediaan air bersih PDAM yang sangat berpengaruh, yaitu:

1. Parameter distribusi pasokan air,
2. Parameter harga air.

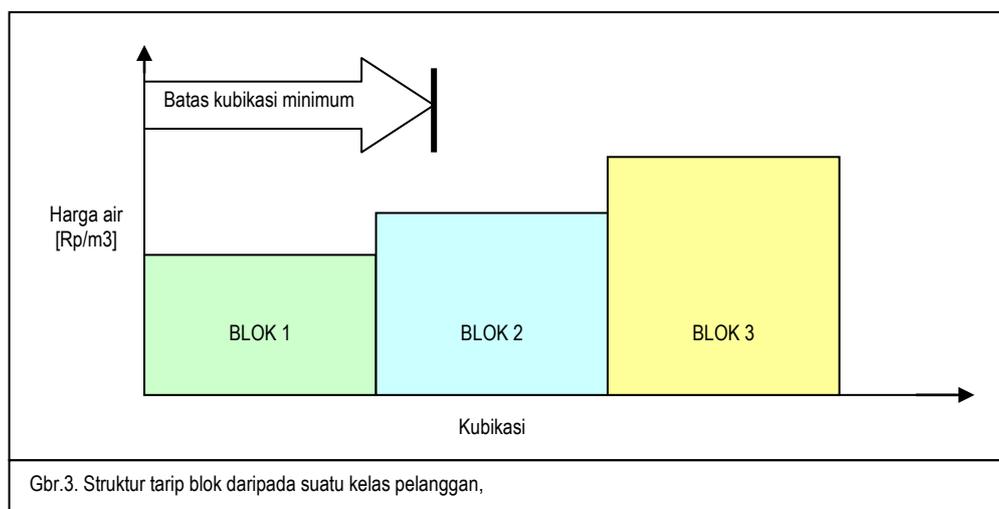
Parameter distribusi pasokan air dapat ditinjau dari dua dimensi, yaitu skala ruang dan skala waktu. Dimensi skala ruang dari parameter distribusi pasokan air adalah arah pembagian air di sistem jaringan distribusi. Hal ini tampak jelas pada titik-titik simpul sistem perpipaan jaringan, seperti dilihat pada Gambar 1 berikut:



Dimensi skala waktu dari parameter distribusi pasokan adalah fluktuasi besarnya debit pasokan menurut waktu seperti dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Parameter harga air, yang dalam penetapan nilainya banyak mengandung aspek legalistik, berbentuk tarif blok untuk berbagai golongan pengguna air PDAM. Dari segi tarif harga air, secara garis besarnya maka pengguna di PDAM Tirtamarta DIY terbagi menjadi 4 golongan, yaitu sosial, non-niaga (rumah tangga & instansi pemerintah), niaga, dan industri. Masing-masing golongan masih dibagi lagi menjadi kelas-kelas (sub-golongan). Tarif blok adalah harga air untuk suatu kisaran tertentu dari kubikasi. Disamping itu, terdapat pula batas kubikasi minimum, yang artinya kubikasi yang nilai riilnya dibawah batas tersebut akan dianggap sama dengan batas kubikasi minimum itu. Secara umum, maka bentuk tarif blok dari tiap kelas adalah sebagai yang ditampilkan pada Gambar 3 berikut:



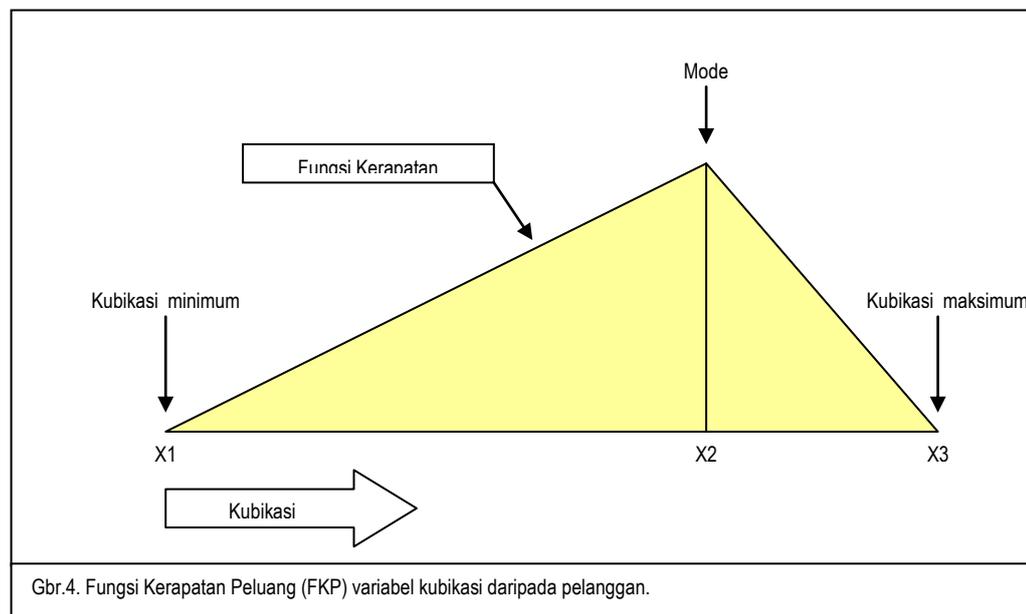
Pengaturan nilai dari parameter-parameter distribusi pasokan dan harga air ini (parameter-parameter manajemen) dimaksudkan untuk mencapai salah satu atau lebih dari berbagai tujuan-tujuan manajemen sebagai berikut:

1. Memaksimalkan pendapatan PDAM dari penjualan air.
2. Meminimumkan biaya operasi PDAM
3. Minimumkan kehilangan air.
4. Meminimumkan perbedaan nilai kubikasi maksimum dan minimum.

Dalam menentukan strategi manajemen, maka pengaturan nilai dari parameter-parameter distribusi pasokan dan harga air mengacu pada sifat stokastik dari populasi pelanggan PDAM yang tersebar diseluruh sistem jaringan distribusi air bersih. Sifat stokastik daripada masing-masing individu dari populasi pelanggan dinyatakan dalam bentuk Fungsi Kerapatan Peluang (FKP).

### Fungsi Kerapatan Peluang variabel kubikasi dari pelanggan PDAM

Fungsi Kerapatan Peluang (FKP), atau banyak dikenal juga sebagai *Probability Density Function (PDF)* adalah fungsi yang menyatakan distribusi peluang terjadinya nilai-nilai suatu variabel untuk semua kemungkinan. FKP yang paling umum dikenal adalah distribusi normal yang berbentuk lonceng (bel). Dalam tulisan ini, maka FKP daripada variabel kubikasi tiap pelanggan PDAM Tirtamarta DIY dianggap berbentuk segitiga sebagai berikut:



Fungsi FKP berbentuk segitiga berguna sebagai model kasar apabila tidak tersedia data (Law and Kelton, 1991). Sebagai bahan diskusi, maka asumsi FKP berbentuk segitiga ini sudah memadai.

Seperti dapat dilihat pada Gambar 4 di atas, maka FKP dari distribusi segitiga mempunyai tiga parameter yaitu,  $X_1$  yang merupakan batas minimum kubikasi,  $X_2$  yang merupakan mode kubikasi, dan  $X_3$  yang merupakan batas maksimum kubikasi. Nilai daripada variabel kubikasi bergerak dari  $X_1$  s/d  $X_3$ , dengan nilai yang paling sering berkisar di sekitar  $X_2$  (mode). Luasan di bawah kurva adalah nilai probabilitas kejadian kubikasi. Total luasan daripada segitiga adalah satu (100 %). Dalam tulisan ini selanjutnya, suatu FKP segitiga akan dinotasikan sebagai Segitiga( $X_1, X_2, X_3$ ).

Nilai parameter-parameter dari FKP Segitiga( $X_1, X_2, X_3$ ) dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang dapat dibagi menjadi dua golongan:

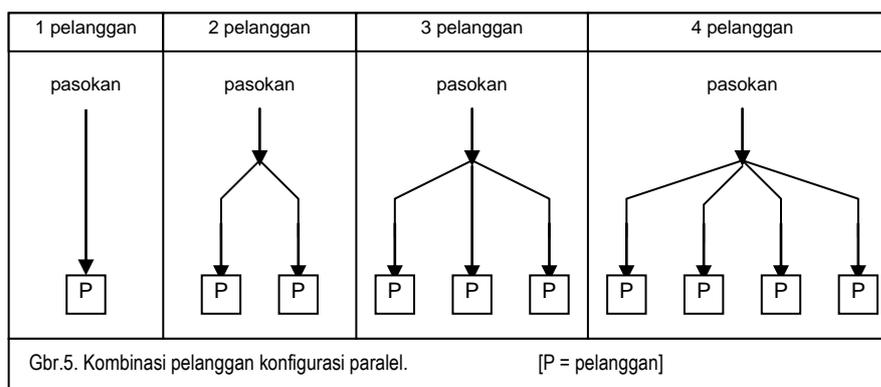
1. Faktor umum, yang mempengaruhi seluruh pelanggan PDAM secara serentak, yaitu harga air, indeks harga barang, pengaruh, musim, pengaruh lingkungan (gaya hidup, kejadian alam). Karenanya perubahan parameter-parameter FKP juga terjadi secara serentak pada semua pelanggan.
2. Faktor lokal, yang mempengaruhi pelanggan PDAM secara individual, yaitu besarnya pasokan, penghasilan rumah tangga, lokasi pelanggan pada sistem jaringan distribusi, dan sebagainya. Karenanya perubahan parameter-parameter FKP terjadi secara berbeda-beda antara satu pelanggan dengan pelanggan lain. Pada suatu populasi pelanggan yang cukup besar, maka perubahan ini secara keseluruhan cenderung untuk saling menanulir satu sama lain.

### Potensi dari sifat stokastik populasi pelanggan di jaringan distribusi

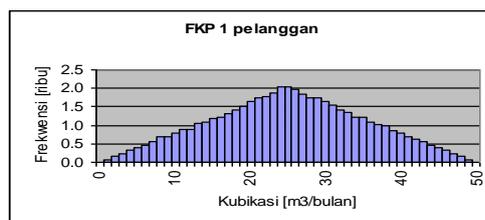
Setiap pelanggan PDAM (dengan satu rekening dan satu alat ukur kubikasi) mempunyai FKP segitiga sendiri (yang dinyatakan dalam set nilai dari ketiga parameternya) yang mewakili sifat stokastik pelanggan yang bersangkutan. Kombinasi sifat stokastik masing-masing pelanggan yang tersebar di jaringan distribusi PDAM menimbulkan berbagai efek stokastik yang berpotensi untuk dapat dimanfaatkan oleh manajemen penyediaan air bersih. Untuk dapat menampilkan efek

stokastik, maka disini digunakan cara simulasi stokastik. Pada kenyataannya, maka simulasi itu sendiri merupakan cara yang paling sering digunakan sebagai teknik-teknik bidang manajemen (Watson and Blackstone, 1989). Pada bagian ini ditampilkan 4 contoh daripada efek stokastik dari pada kombinasi sifat stokastik pelanggan sebagai berikut:

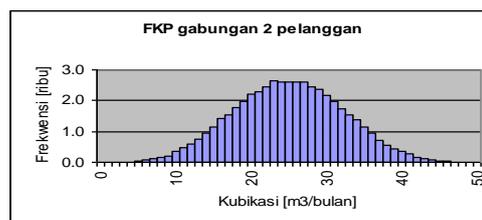
1. Efek stokastik kombinasi pelanggan terhadap FKP. Misalkan satu pelanggan memiliki FKP Segitiga(0,25,50). Apabila dilakukan simulasi stokastik untuk variabel kubikasi dengan iterasi sebanyak 50.000 iterasi, maka grafik frekwensi kejadian bisa dilihat pada Gambar 5.a. Grafik frekwensi tersebut sesuai dengan teori distribusi segitiga. Sekarang simulasi stokastik dilakukan (50.000 iterasi) terhadap kombinasi yang terdiri dari lebih satu pelanggan (gabungan 2 pelanggan, 3 pelanggan, dan 4 pelanggan) dengan konfigurasi paralel sebagai Gambar 5 berikut:



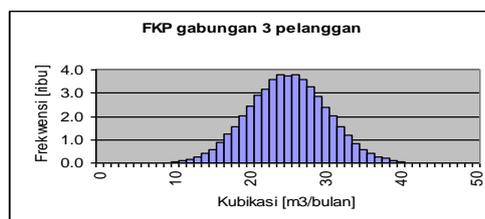
Hasilnya dapat dilihat pada Gambar-gambar 6.b, 6.c, dan 6.d.



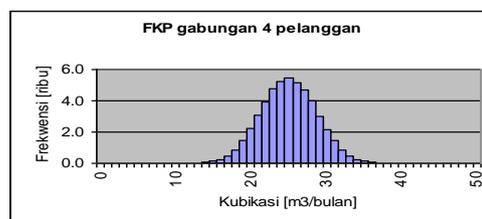
Gbr.6.a.



Gbr.6.b.



Gbr.6.c.



Gbr.6.d.

Dari urutan Gambar-gambar 6.a, 6.b, 6.c, dan 6.d dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran populasi (jumlah pelanggan) akan semakin mendekati nilai-nilai ekstrim (minimum dan maksimum) ke arah mode, atau dengan kata lain lebih mempersempit kisaran variabilitas kubikasi. Semakin besar kisaran variabilitas kubikasi, semakin besar pula dibutuhkan fasilitas cadangan pasokan (tampungan, sumber air yang selalu siap diambil). Jadi besarnya populasi pelanggan memiliki potensi dalam manajemen secara stokastik dari segi stabilitas pasokan. Hal ini berkaitan dengan peningkatan reliabilitas pasokan yang timbul dari tranfer air antar sistem jaringan (Smith and Marin, 1993).

2. *Efek stokastik kombinasi pelanggan terhadap defisit.* Misalnya satu pelanggan memiliki FKP Segitiga(16,30,48). Ini salah satu bentuk dari FKP pelanggan yang tipikal di DIY. Kubikasi reratanya sebesar  $31.33 \text{ m}^3/\text{bulan}$ . Terhadap pelanggan tersebut dilakukan simulasi pasokan terhadap kebutuhan secara stokastik (1000 iterasi), dengan berbagai nilai nisbah besarnya pasokan terhadap kubikasi rerata (nilai nisbah: 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2). Kemudian dihitung besarnya defisit kubikasi (dalam %) dan frekwensi defisit kubikasi

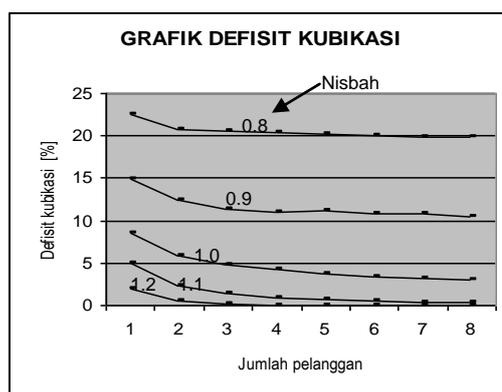
(dalam %). Simulasi kemudian juga dilakukan untuk kombinasi stokastik dari 2, 3, .. sampai dengan 8 pelanggan. Hasil simulasi ditabelkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Sedangkan plot grafiknya dapat dilihat pada Gambar 7.a dan 7.b.

**Tabel 1. Persen defisit kubikasi**

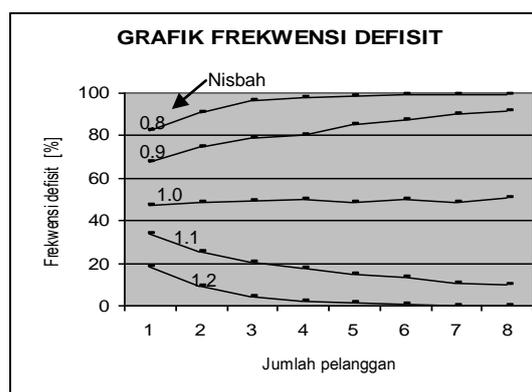
No.	Nisbah	JUMLAH PELANGGAN							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.80	22.48	20.66	20.58	20.44	20.23	19.97	19.92	19.82
2	0.90	14.86	12.37	11.33	11.05	11.09	10.90	10.73	10.47
3	1.00	8.44	5.84	4.73	4.26	3.75	3.42	3.15	3.02
4	1.10	4.92	2.22	1.41	0.95	0.65	0.55	0.43	0.30
5	1.20	2.01	0.59	0.18	0.05	0.02	0.01	0.00	0.01

**Tabel 2. Persen frekwensi defisit**

No.	Nisbah	JUMLAH PELANGGAN							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.80	82.10	90.90	96.40	97.80	98.70	99.30	99.20	99.30
2	0.90	67.50	74.40	78.70	80.60	85.30	87.20	90.00	91.30
3	1.00	47.50	48.60	49.30	49.80	48.70	50.00	48.40	50.40
4	1.10	33.70	25.70	20.70	17.70	14.70	13.50	10.90	9.70
5	1.20	18.50	8.90	4.20	1.80	1.10	0.60	0.30	0.30



Gbr.7.a.

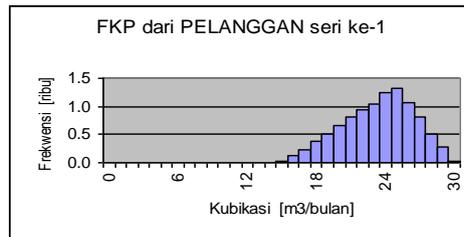


Gbr.7.b.

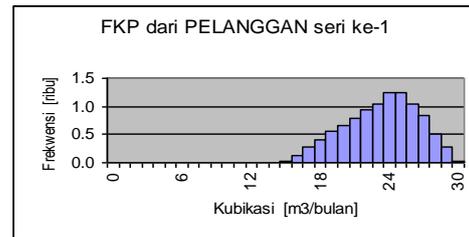
Dari Tabel 1 dan Tabel 2, serta Gambar-gambar 7.a, 7.b dapat disimpulkan bahwa defisit kubikasi cenderung semakin menurun dengan semakin besarnya jumlah dari pelanggan. Hal ini berlaku untuk semua kisaran nilai nisbah

(pasokan)/(kubikasi rerata). Sedangkan frekwensi terjadinya defisit cenderung turun seiring dengan besarnya jumlah pelanggan hanya untuk nisbah di atas satu. Untuk nisbah satu atau kurang, maka frekwensi defisit cenderung naik. Secara keseluruhan, maka populasi pelanggan memiliki potensi dalam penyusunan strategi manajemen dari segi menurunkan defisit kubikasi.

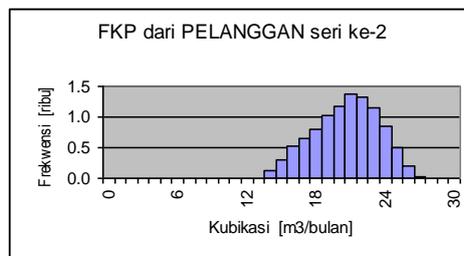
3. *Efek posisi pelanggan di jaringan distribusi terhadap FKP*. Misalnya terdapat sejumlah pelanggan itu dalam posisi yang berbeda di jaringan distribusi, yaitu berurutan dari arah hulu ke hilir. Dalam kondisi pasokan melimpah, maka masing-masing pelanggan mempunyai FKP Segitiga(15,25,30). Ini juga salah satu bentuk dari FKP pelanggan yang tipikal di DIY. Tetapi dengan perbedaan posisi, maka FKP ini hanya berlaku untuk kondisi pasokan melimpah. Ada tiga hal yang menjamin pasokan melimpah, yaitu besarnya pasokan, kapasitas jaringan yang besar, dan posisi pelanggan yang dekat dengan titik pasokan. Dari hasil simulasi terhadap 4 pelanggan yang berposisi seri dari hulu ke hilir (10000 iterasi). Untuk kapasitas jaringan distribusi kecil, maka hasilnya seperti yang ditampilkan pada Gambar-gambar 8.a s/d 8.d. Terlihat bahwa makin ke hilir posisi pelanggan, maka FPK cenderung makin bergeser ke kiri. Sedangkan untuk kapasitas jaringan distribusi cukup besar, maka hasilnya seperti yang ditampilkan pada Gambar-gambar 9.a s/d 9.d. Terlihat bahwa membesarnya kapasitas jaringan dapat mereduksi pergeseran FPK pelanggan,



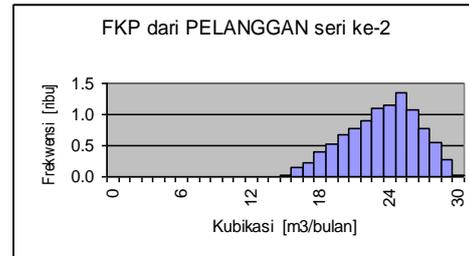
Gbr.8.a. Kapasitas jaringan kecil



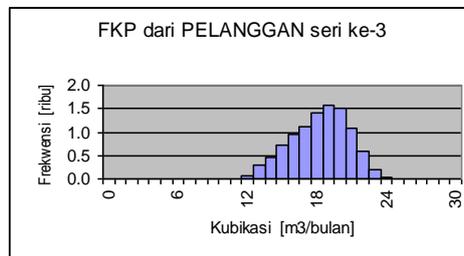
Gbr.9.a. Kapasitas jaringan cukup besar



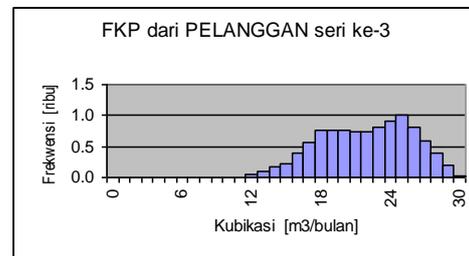
Gbr.8.b. Kapasitas jaringan kecil



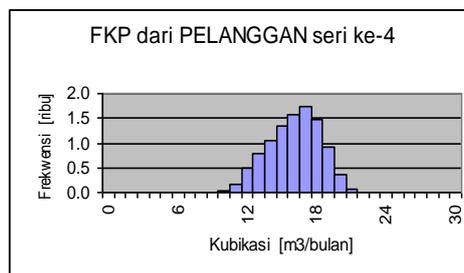
Gbr.9.b. Kapasitas jaringan cukup besar



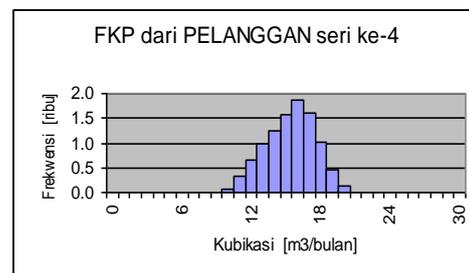
Gbr.8.c. Kapasitas jaringan kecil



Gbr.9.c. Kapasitas jaringan cukup besar



Gbr.8.d. Kapasitas jaringan kecil



Gbr.9.d. Kapasitas jaringan cukup besar

4. Efek kombinasi stokastik berbagai FKP pelanggan di jaringan. Akibat posisi yang berbeda, maka populasi pelanggan di jaringan distribusi masing-masingnya memiliki FKP kubikasi yang umumnya berbeda satu sama lain (disamping oleh sebab faktor-faktor lain). Sekarang dilakukan simulasi stokastik (30

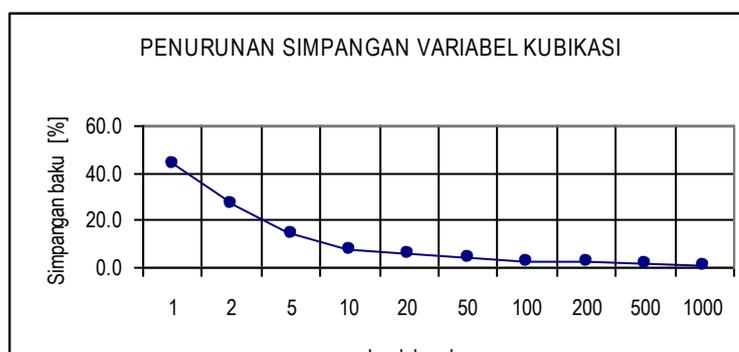
iterasi) terhadap populasi pelanggan dengan FKP kubikasi yang bermacam-macam tersebut (1000 pelanggan). Nilai-nilai dari parameter-parameter FKP Segitiga( $X_1, X_2, X_3$ ) adalah tipikal DIY (Tabel 3). Apabila hasil iterasi simulasi dianggap sebagai sampel dari populasi kejadian, maka dapat dihitung nilai-nilai statistiknya, yaitu rerata, simpangan baku, dan persentase simpangan baku terhadap rerata. Hasilnya untuk berbagai ukuran populasi (jumlah pelanggan) dapat dilihat pada Tabel 4 dan diplot pada Gambar 10.

**Tabel 3.**

Pelanggan Ke-	Kubikasi minimum	Mode kubikasi	Kubikasi maksimum
1	1.76	5.10	16.42
2	3.92	4.18	6.59
3	11.28	19.22	41.17
4	11.38	27.04	27.12
5	7.66	8.87	37.89
6	10.96	25.53	39.37
---	---	---	---
998	2.78	13.55	18.22
999	13.82	24.79	45.05
1000	2.01	12.60	26.93

**Tabel 4.**

Jumlah Pelanggan	RERATA KUBIKASI DARI SAMPEL KE-					Rerata kubikasi	Simpangan baku	Persen Simpangan
	1	2	3	---	30			
1	8.50	3.86	8.10	---	7.70	7.27	3.20	44.04
2	6.83	4.43	6.20	---	6.51	6.06	1.62	26.71
5	13.06	12.47	12.90	---	14.78	15.00	2.12	14.16
10	18.58	18.42	16.92	---	19.10	18.78	1.39	7.38
20	22.28	18.10	17.93	---	18.82	19.51	1.18	6.04
50	19.55	18.31	17.33	---	18.05	18.56	0.71	3.82
100	18.98	18.57	17.84	---	19.07	18.67	0.48	2.58
200	18.31	18.22	17.91	---	18.87	18.49	0.42	2.26
500	18.43	18.68	18.29	---	18.90	18.66	0.30	1.61
1000	18.69	18.93	18.85	---	19.18	18.92	0.19	1.00



Dari hasil simulasi pada Tabel 4 dan Gambar 10 dapat disimpulkan bahwa semakin besar populasi (jumlah pelanggan) akan semakin menurunkan sifat variabilitas serta lebih menstabilkan nilai rerata (*expected value*).

### Kesimpulan dan saran

Efek kombinasi stokastik dari populasi cenderung untuk menurunkan sifat variabilitas dari nilai rerata (*expected value*). Hal ini berlaku baik untuk FKP yang seragam ataupun yang bervariasi. Kemudian efek kombinasi stokastik juga cenderung untuk menurunkan defisit kubikasi, baik dari segi frekwensi maupun volume. Posisi pelanggan di jaringan distribusi juga berpengaruh terhadap bentuk FKP. Semakin jauh posisi pelanggan di sistem jaringan dari titik pasokan (ke arah hilir), FKP cenderung semakin bergeser ke kiri (nilai kecil). Hal ini bisa direduksi dengan memperbesar kapasitas jaringan.

Sifat-sifat stokastik dari populasi pelanggan PDAM yang tersebar di sistem jaringan berpotensi untuk dimanfaatkan dalam penentuan strategi manajemen yang bersifat stokastik. Khususnya untuk PDAM Tirtamarta DIY, maka jumlah pelanggan yang cukup besar ( $\pm 34500$  pelanggan, 90% pelanggan rumahtangga) dan sistem jaringan yang cukup luas akan mendukung untuk menjadi contoh suatu model strategi manajemen stokastik yang cukup handal.

### *DAFTAR PUSTAKA*

- Fujiwara, O. and Ganesharajah, T.; **Reliability Assessment of Water Supply Systems With Storage and Distribution Networks**, Journal of Water Resources Research, 29(8), 2917-2924, 1993.
- Law, A.M. and Kelton, W.D.; **Simulation Modeling and Analysis**, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1991.
- Mays, L.W. and Tung, Y.K.; **Hydrosystems Engineering and Management**, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1992.
- Schneider, C.R.; Haines, Y.Y.; Li, D.; Lambert, J.H.; **Capacity Reliability of Water Distribution Networks and Optimum Rehabilitation Decision Making**, Journal of Water Resources Research, 32(7), 2271-2278, 1996.
- Smith, M.G. and Marin, C.M.; **Analysis of Short-Run Domestic Water Supply Transfers Under Uncertainty**, Journal of Water Resources Research, 29(8), 2909-2916, 1993.
- Watson, H.J. and Blackstone, J.H.; **Computer Simulation**, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1989.

**Dipublikasikan dalam :**

**Jurnal Teknik-Fakultas Teknik Universitas Brawijaya,**

**Volume X No.2, Agustus 2003**

**TERAKREDITASI**

<b>Identitas Jurnal Ilmiah</b>	<b>:</b>	<b>a. Nama Jurnal</b>	<b>: Jurnal Teknik</b>
		<b>b. Nomor/Volume</b>	<b>: No.2 Volume X</b>
		<b>c. Edisi (bulan/tahun)</b>	<b>: Agustus 2003</b>
		<b>d. Penerbit</b>	<b>: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya</b>
		<b>e. Jumlah halaman</b>	<b>: 63</b>