Majalah Bulanan

Rp 10.000

Persatuan Perusahaan Air Minum
Seluruh Indonesia

air minum

Edisi 123 | Desember 2005

ISSN 0126-2785

PDAM BEKASI

Menuju Kondisi Kuat
dan Kompetitif

*Laporan
Utama*

**SUKSES MAPAM KE-10
SUKSES UNTUK KITA SEMUA**

Proyeksi Penduduk, Proyeksi Kebutuhan Air

oleh Gede H. Cahyana

Dosen Teknik Lingkungan Universitas Kebangsaan Bandung

email: gedehc@yahoo.com

PDAM sering diprotes oleh masyarakat karena tidak punya perencanaan matang pada upaya pengembangan potensi dan distribusi airnya. Dua atau lebih daerah permukiman bisa tidak mendapatkan air secara adil karena kesalahan dalam estimasi debit suplainya. Ini kesalahan fatal yang "tak bisa dimaafkan".

VICTOR SIHITE

Di sisi lain, orang akan menilai kinerja PDAM sebagai asal-asalan dan tak mampu membuat rancangan lengkap yang relatif akurat. Juga terkesan kerja PDAM tidak profesional, sekadar coba-coba, tambal sulam, dan semau-maunya. Orang-orang sering bilang, gali sana-sini seolah-olah ada cincin direksi yang hilang di jalur pipa dan belum ditemukan sampai sekarang tapi air tak jua datang.

Estimasi debit suplai air yang mesti dibuat PDAM bukanlah pekerjaan mudah. Tuntutan ketelitian sangat tinggi menyangkut studi sosial, ekonomi, budaya dan kebiasaan masyarakat setempat. Belum lagi menyangkut konfigurasi permukiman, mana yang tergolong kelas atas, kelas menengah, dan kelas bawah. Termasuk distribusi fasilitas komersial kota dan lokasi industri. Termasuk di dalamnya, dan ini jarang diperhitungkan, adalah jumlah dan lokasi yang tepat untuk hidran pemadam kebakaran. Yang juga tak boleh luput adalah jumlah dan lokasi institusi sosial, asrama TNI-polisi, dan pendidikan.

Demi mendapatkan data akurat untuk perancangan sistem penyediaan air bersih, baik dimensi setiap unit pengolah maupun dimesi pipa transmisi dan distribusi, maka perlu dibuat studi akurat pertumbuhan penduduk. Dalam penggunaannya, setiap metode proyeksi tersebut tetap memerlukan asumsi. Analisis yang valid dibutuhkan untuk meminimalkan bahaya laten dalam asumsi tersebut. Jika tidak hati-hati, perancangan akan jauh menyimpang dari kondisi sesungguhnya dan sasaran suplai takkan pernah tercapai. Uang rakyat habis ditanam tapi tak mampu memuaskan kebutuhan airnya. Dan yang untung hanyalah segelintir orang atau kelompok orang dalam lingkaran proyek tersebut.

Metode Proyeksi

Secara umum, penduduk berubah karena kelahiran, kematian, dan migrasi. Namun demikian, ada sejumlah asumsi khusus yang dipakai. Berikut ini saya kutipkan pendapat V. B. Stanbery (dia memakainya untuk Amerika Serikat, tapi secara umum bisa digunakan di Indonesia).

Begitu katanya, *"The form of government and the political, economic and social organization and institutions of the United States will remain substantially unchanged. No all-out war, internal revolution, nation-wide devastation, epidemic or other disaster will occur. No large-scale epidemic, destruction by military action, fire, earth-quake, or other disaster will occur in the area or within geographical or economic region to which the area is closely related"*. Saya tambahkan satu lagi, yaitu tak ada tsunami seperti di Aceh yang mengurangi jumlah penduduknya secara signifikan.

Bagaimana cara memproyeksikan penduduk? Ada lima jenis teknik estimasi penduduk yang bisa digunakan, yaitu: (1) proyeksi grafis; (2) proyeksi matematis; (3) metode rasio dan korelasi; (4) analisis komposisi pertumbuhan; dan (5) metode pekerjaan (*employment*). Dari kelima cara tersebut yang sering diterapkan di Indonesia atau digunakan dalam skripsi mahasiswa Teknik Lingkungan adalah metode proyeksi matematis. Alasannya simpel saja, yaitu lebih mudah. Namun demikian, jika cara ini digunakan oleh PDAM (konsultannya) maka tanpa studi yang lengkap (komprehensif) pastilah data yang diperoleh tak mendekati validitas optimal. Biasanya menjadi sangat tinggi dan berakhir pada kesalahan projek, mungkin terlalu tinggi sehingga mubazir atau terlalu kecil sehingga diprotes oleh pelanggannya.

Peran studi demografi adalah kunci dalam estimasi populasi penduduk daerah perancangan. Data bisa diambil dari sensus penduduk yang rutin dilaksanakan (biasanya dalam tempo 10 tahun). Bisa juga didasarkan pada perhitungan (prediksi) Biro Pusat Statistik (BPS) yang diasumsikan memiliki tenaga ahli di bidang statistik. Tentu saja kesalahan sangat mungkin terjadi, baik karena keteledoran petugas sensus atau karena kurang sosialisasi dan kebohongan pihak masyarakat (keluarga). Di masyarakat kota mungkin tak terlalu masalah, tapi menjadi masalah besar ketika petugas sensus mendatangi penduduk yang belum terdidik, masih primitif, dan terlalu menutup diri dari dunia luar (sejumlah suku di Indonesia masih berperilaku demikian).

Berikut ini secara ringkas dituliskan metode matematis yang biasa digunakan. Ada metode aritmetika, geometrik, *least square*, *declining growth*, dan *logistic* atau *S-shape curve*. Asumsi yang diambil dari metode tersebut adalah bahwa faktor yang berpengaruh dan kondisi penduduk pada masa akan datang relatif sama dengan masa lalu. Lebih daripada itu, keunggulan metode matematis adalah mudah digunakan. Sebagai penutup, Stanbery berujar bahwa jika tidak ada data yang valid untuk analisis maka gunakan saja cara aritmetika untuk estimasi minimum dan cara geometrik untuk estimasi maksimum.

Formula.

- a. Metode aritmetika. Ini digunakan dengan hipotesis bahwa laju pertumbuhan penduduknya relatif konstan.
- $$\frac{dP}{dt} = ka$$
- P : penduduk, populasi (orang)
t : waktu, *time* (tahun)
ka : konstanta laju tumbuh aritmetika

Setelah diintegrasikan ruas kanan dan kirinya, diperoleh persamaan:

$$Pt = Po + ka.t$$

- Pt : Penduduk pada tahun t.
Po : Penduduk tahun awal, tahun sekarang (awal proyeksi).

- b. Metode geometrik atau metode *constant percentage growth*. Asumsinya, laju pertumbuhannya sebanding dengan populasinya.

$$\frac{dP}{dt} = kg.P$$

Hasil integral ruas kanan-kirinya didapat.

$$\ln P = \ln P_2 + kg(t - t_2)$$

- c. Metode *declining growth*. Dasarnya adalah *decreasing rate of increase*, yaitu laju tumbuhnya adalah fungsi dari defisit populasinya.

$$\frac{dP}{dt} = kd(P_s - P)$$

- Ps : populasi jenuh penduduk, bisa diasumsikan dulu.

Hasil integrasinya adalah:

$$P = Po + (Ps - Po)(1 - e^{-kd.t})$$

Po : populasi tahun dasar perhitungan

Contoh Perhitungan

Sebuah kota di pinggir Jakarta pada April 1995 berpenduduk 113.000 orang dan pada April 2005 lalu berpenduduk 129.000 orang. Perkirakanlah jumlah penduduknya pada Januari 2014 dengan memakai metode aritmetika, geometrik, dan *declining growth*.

- a. Aritmetika.

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 10 \text{ tahun}$$

$$ka = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \frac{129.000 - 113.000}{10} = 1600$$

Prediksi penduduk bulan Januari 2014 dari tahun 2005 atau t2.

$$t = 8,75 \text{ tahun}$$

$$Pt = P_2 + ka.t$$

$$Pt = 129.000 + 1600 \times 8,75$$

Jadi Pt = 143.000 orang.

- b. Geometrik.

$$kg = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} = \frac{\ln 129.000 - \ln 113.000}{10} = 0,013243$$

$$\ln P = \ln P_2 + kg(t - t_2)$$

$$\ln P = \ln 129.000 + 0,013243 \times 8,75$$

$$\ln P = 11,8834$$

Jadi P = 144.800 orang.

- c. *Declining growth*.

Asumsi Ps = 200.000

$$kd = -\frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{P_s - P_2}{P_s - P_1}$$

$$kd = -\frac{1}{10} \ln \frac{200.000 - 129.000}{200.000 - 113.000}$$

$$kd = 0,02032$$

Diperoleh P.

$$P = Po + (Ps - Po)(1 - e^{-kd.t})$$

$$P = 129.000 + (200.000 - 129.000)(1 - e^{-0,02032 \times 8,75})$$

$$P = 129.000 + 71.000 \times 0,163$$

$$P = 140.600$$

Jadi penduduknya 140.600 orang.

Demikianlah dan semoga bermanfaat. ■