

## **EXPONENTIAL GROWTH (PERTUMBUHAN EKSPONENSIAL)**

Pertumbuhan eksponensial adalah pertumbuhan menurut deret ukur. Suatu besaran disebut naik menurut *deret ukur* kalau besaran itu bertambah dengan suatu persentase tetap dari seluruh besaran itu dalam jangka waktu tertentu. Pertumbuhan eksponensial tumbuh dengan berlipat ganda: 1, 2, 4, 8, 16, 32, dan seterusnya, sehingga dalam pertumbuhan eksponensial konsep *doubling time* menjadi penting. Pertumbuhan eksponensial merupakan pertumbuhan bunga berbunga, artinya pokok dan bunganya ikut berbunga (pada sistem keuangan) dan beranak pinak pada pertumbuhan penduduk, artinya belum orang tuanya meninggal anak dan cucunya juga telah beranak pinak.

Pertumbuhan menurut deret ukur banyak dijumpai pada sistem biologi dan sistem keuangan dan sistem lainnya. Misalnya, dalam sistem biologi: sekumpulan sel ragi tiap-tiap sel tumbuh menjadi dua setiap sepuluh menit, atau suatu kenaikan sebesar 100%. Pada sepuluh menit berikutnya ada 4 sel, kemudian 8, kemudian 16. Atau dalam sistem keuangan, jika seseorang menabung sebesar  $\exists$  100 di bank dengan bunga 7% setahun akan berlipat ganda pada sepuluh tahun kemudian. Waktu lipat dua itu dapat dirumuskan  $70/g$ , di mana  $g$  adalah tingkat pertumbuhan dalam persen.

Pertumbuhan menurut eksponensial ini dapat memberi hasil yang tidak terduga – hasil yang membuat orang tercengang sejak berabad –abad yang lalu. Dapat dikemukakan di sini beberapa ilustrasi spektakuler dari pertumbuhan eksponensial.

Cerita lama dari Persia, seorang hamba raja yang cerdik mempersembahkan papan catur kepada raja dan memohon sebagai imbalan 1 butir beras untuk petak pertama pada papan catur itu, 2 butir beras untuk petak kedua, dan 4 butir beras untuk petak ketiga dan seterusnya. Tanpa berpikir panjang raja mengabulkan permohonan itu dan memerintahkan bawahannya mengambil beras dari lumbung. Untuk petak keempat memerlukan 8 butir beras, petak kesepuluh memerlukan 512 butir beras, petak kelima belas 16.384 butir beras, dan petak kedua puluh satu lebih dari sejuta butir beras. Sampai petak keempat puluh berjuta butir beras yang harus dikeluarkan, persediaan beras habis jauh sebelum petak keenampuluh empat.

Senada dengan itu pertumbuhan eksponensial dapat diilustrasikan dengan melipat kertas, andaikata tebal kertas adalah 0,1 mm, setelah melipat kedua puluh tebal kertas kira-kira menjadi 105 meter, setelah melipat ke-35 tebal kertas sudah setara dengan jarak antara New York ke Los Angeles, dan pada perlipatan ke-42 tebal kertas sudah menyentuh permukaan bulan (jarak bumi ke bulan 386.400 kilometer).

Sebuah teka-teki Perancis untuk anak-anak melukiskan segi yang lain lagi dari pertumbuhan eksponensial, sifat mendadak dari pertumbuhan itu mencapai batas tertentu. Misalkan Anda mempunyai telaga teratai. Teratai akan menjadi dua kali lipat setiap hari, kalau teratai itu dibiarkan tumbuh tanpa kendali seluruh permukaan telaga akan tertutup olehnya dalam waktu 30 hari, dan bentuk-bentuk kehidupan di dalam telaga akan mati karena tidak memperoleh energi dari matahari. Mula-mula bunga teratai itu kelihatan kecil dan Anda merasa tidak perlu

menyianginya sekarang, menunggu nanti saja kalau sudah separuh telaga itu tertutup olehnya. Dan kapan itu terjadi ? Pada hari kedua puluh sembilan. Anda hanya mempunyai waktu sehari untuk menyelamatkan telaga itu.

Jika pertumbuhan eksponensial digambarkan dalam sebuah kurva, akan menghasilkan kurva eksponensial atau kurva grafik J. Seperti diperlihatkan dalam gambar berikut ini pertumbuhan penduduk dunia berlipat ganda dalam waktu yang makin pendek. Dari jumlah satu milyar untuk menjadi dua milyar pertama perlu waktu 80 tahun, setelah itu dari dua milyar untuk menjadi empat milyar dibutuhkan waktu 45 tahun.

Gambar: Kurva grafik J pertumbuhan penduduk dunia. Asumsi proyeksi mulai tahun 1984 pertumbuhan 1,7 persen secara gradual turun menjadi 1,5 persen. (Miller, Tyler, G, Jr, 1986)

#### DAFTAR PUSTAKA

Meadows, Donella, H., et al. 1972. *The Limits to Growth*. New York: A Potomac Associates Book.

Mesarovic, Mihajlo & Eduard Pestel. 1974. *Mankind at the Turning Point*. New York: E.P Dutton & Co., Inc./ Reader's Digest Press.

Miller, Tyler, G, Jr. 1986. *Environmental Science: An Introduction*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.