

Nama : Erdianti Wiga Putri A

NIM : 13522053

**1. Jelaskan penyebab terjadinya bug pada tanggal 30 Juni 2012 yang mengakibatkan banyak layanan online dan sistem komputer yang crash!**

Jawaban:

Pada 30 Juni 2012 terjadi sebuah fenomena yang disebut "leap second", penambahan 1 detik pada waktu UTC (Coordinated Universal Time) untuk menyelaraskan waktu atomic clock dengan waktu rotasi bumi (GMT/solar time).

Penyebab bug yang mengakibatkan crash layanan internet antara lain:

- Sistem Linux tidak menangani leap second dengan baik, sehingga terjadi kondisi livelock (sebuah situasi di mana proses terus berjalan tetapi tidak membuat kemajuan).
- Saat detik lompat ditambahkan, kernel Linux mengalami kebingungan dalam mengelola waktu, menyebabkan CPU mengalami utilisasi 100% dan sistem tidak responsif.
- Banyak server yang menjalankan layanan internet menggunakan sistem operasi Linux, sehingga ketika bug ini terjadi, dampaknya meluas ke banyak layanan online.
- Bug ini terjadi karena banyak software, termasuk kernel Linux, tidak dirancang untuk menangani penambahan detik (leap second) secara langsung, padahal sistem terdistribusi dan OS sangat bergantung pada timing yang sangat presisi.

**2. Jelaskan bagaimana komputer menangani perbedaan waktu yang didapat saat melakukan sinkronisasi melalui NTP!**

Jawaban:

Ketika komputer melakukan sinkronisasi waktu menggunakan Network Time Protocol (NTP), komputer menangani perbedaan waktu secara hati-hati agar tidak mengganggu sistem atau aplikasi yang berjalan dengan cara sebagai berikut:

a. Tidak Langsung Mengubah Waktu

Komputer tidak langsung menyetel waktu ke waktu yang diterima dari server NTP, terutama jika perbedaannya kecil. Hal ini dilakukan untuk menghindari perubahan waktu yang tiba-tiba, karena:

- Menyetel waktu mundur bisa mengacaukan urutan kejadian atau pesan dalam sistem.
- Bisa menyebabkan error pada sistem yang bergantung pada urutan waktu, seperti scheduler atau database.

b. Koreksi Gradual

Proses ini dilakukan di level sistem operasi dengan mengubah frekuensi interrupt clock.

- Jika jam komputer terlalu cepat, maka sistem akan memperlambat clock sedikit demi sedikit sampai sinkron.
- Jika jam komputer terlalu lambat, maka sistem akan mempercepat clock secara bertahap sampai sinkron.

c. Menggunakan Fungsi Adjtime

- Pada sistem berbasis UNIX, terdapat fungsi adjtime yang memungkinkan penyesuaian waktu secara gradual.

d. Menghitung Offset Waktu

- NTP menggunakan formula khusus untuk menghitung offset waktu dengan mempertimbangkan delay jaringan.
- Formula dasarnya adalah sebagai berikut,

$$\text{Offset} = ((T2 - T1) + (T3 - T4)) / 2$$

di mana T1, T2, T3, dan T4 adalah timestamp dari proses pertukaran pesan antara client dan server.

Misalnya,

T1: request dikirim (oleh client)

T2: request diterima (oleh server)

T3: reply dikirim (oleh server)

T4: reply diterima (oleh client)

Maka,

$$\text{Delay jaringan (d)} = (T4 - T1) - (T3 - T2)$$

$$\text{Offset waktu} = ((T2 - T1) + (T3 - T4)) / 2$$

e. Kompensasi Network Delay

- NTP mengasumsikan bahwa delay jaringan bersifat simetris (waktu kirim  $\approx$  waktu terima). Dengan asumsi ini, NTP dapat memperkirakan waktu server secara lebih akurat dan menyesuaikan waktu lokal sesuai dengan hasil perhitungan offset dan delay.
- Delay dihitung dengan formula:

$$d = (T4 - T1) - (T3 - T2).$$

Dengan cara ini, komputer dapat melakukan sinkronisasi waktu tanpa menyebabkan lompatan waktu yang dapat mengganggu sistem dan aplikasi yang berjalan.