

## Zenith Total Delay (ZTD)

### A. DESKRIPSI UMUM

Satelit GNSS memancarkan sinyal dalam bentuk gelombang elektro magnetik. Dalam perjalanannya, gelombang elektromagnetik tersebut melewati suatu media yang disebut dengan atmosfer. Pada media ini sinyal mengalami pembelokan, sehingga jarak yang ditempuh dari satelit ke penerima dipermukaan bumi bukanlah jarak lurus melainkan jarak berbelok yang diakibatkan oleh adanya delay pada medium tersebut. Atmosfer sendiri dalam kasus perambatan sinyal GNSS terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian yang bersifat dispersif dan bagian yang bersifat non-dispersif. Bagian yang bersifat dispersif atau yang lebih dikenal dengan ionosfer merupakan medium dimana kecepatan perlambatan gelombang elektromagnetik sangat tergantung pada frekuensi gelombang tersebut. Sementara bagian yang bersifat dispersif atau dikenal dengan troposfer kecepatan gelombang elektromagnetik tidak tergantung pada frekuensi gelombang tersebut.

Dalam penentuan posisi dengan GNSS, perlambatan yang terjadi baik pada lapisan ionosfer ataupun troposfer menimbulkan kesalahan sistematik pada posisi yang dihasilkan. Sehingga untuk menghindari hal tersebut diperlukan cara yang sistematik pula. Sebagai contoh untuk menghindari efek ionosfer, pengguna biasanya memanfaatkan receiver dual-frekuensi sehingga efek ionosfer bisa di kurangi dengan menerapkan proses *ionosphere free linear combination*. Sementara untuk mengurangi efek pada bagian troposfer pengguna biasanya bisa melakukan koreksi dengan model yang sudah ada, atau untuk mendapatkan ketelitian posisi yang lebih baik, total kesalahan yang terjadi pada medium ini diestimasi secara simultan pada saat penentuan posisi dilakukan. Total kesalahan pada medium troposfer ini dalam praktiknya dikenal dengan dengan istilah *Zenith Total Delay (ZTD)*. ZTD sendiri terdiri dari dua bagian yaitu: Zenith Wet Delay (ZWD), dan Zenith Hydrostatic Delay (ZHD).

### B. Manfaat Zenith Total Delay

Dalam penentuan posisi dengan GNSS, ZTD merupakan sumber kesalahan yang harus di eliminir. Tetapi untuk kebutuhan meteorologi, ZTD ini mengandung informasi penting terkait dengan kandungan uap air di udara (Precipitable Water Vapour - PWV) yang bisa dimanfaatkan untuk prakiraan cuaca.

### C. Manfaat Zenith Total Delay

Untuk mendapatkan PWV dari ZTD langkah pertama yang harus dilakukan adalah memisahkan ZHD dari ZTD.

$$\text{ZTD} = \text{ZWD} + \text{ZHD}$$

Dimana ZHD sendiri adalah

$$\text{ZHD} = \frac{0.002277 \times P}{1 - 0.00266 \times \cos(2\varphi) - 0.00028 \times H}$$

$P$  = surface pressure (hPa), didapat dari meteo sensor yang dipasang dilapangan

$\varphi$  = latitude station

$H$  = geodetic height of the station

PWV didapatkan dengan cara mengalikan ZWD dengan konstanta  $\Pi$

$$\text{PWV} = \Pi (T_m) \times \text{ZWD}$$

Dimana  $\Pi$  adalah

$$\Pi = \frac{10^6}{\rho_w \times R_v \times \left( \frac{k_3}{T_m} + k'_2 \right)}$$

$\rho_w$  is the density of liquid water ( $\rho_w=1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

$R_v$  represents the universal gas constant for water vapor ( $R_v=0.4613 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

$k'_2, k_3$  are atmospheric physical constants

$k'_2 = 22.1 \pm 2.2 \text{ K} \cdot \text{hPa}^{-1}$ ,  $k_3 = (3.739 \pm 0.012) \times 10^5 \text{ K}^2 \cdot \text{hPa}^{-1}$

$T_m$  indicates the weighted mean temperature in K

BADAN INFORMASI  
GEOSPASIAL