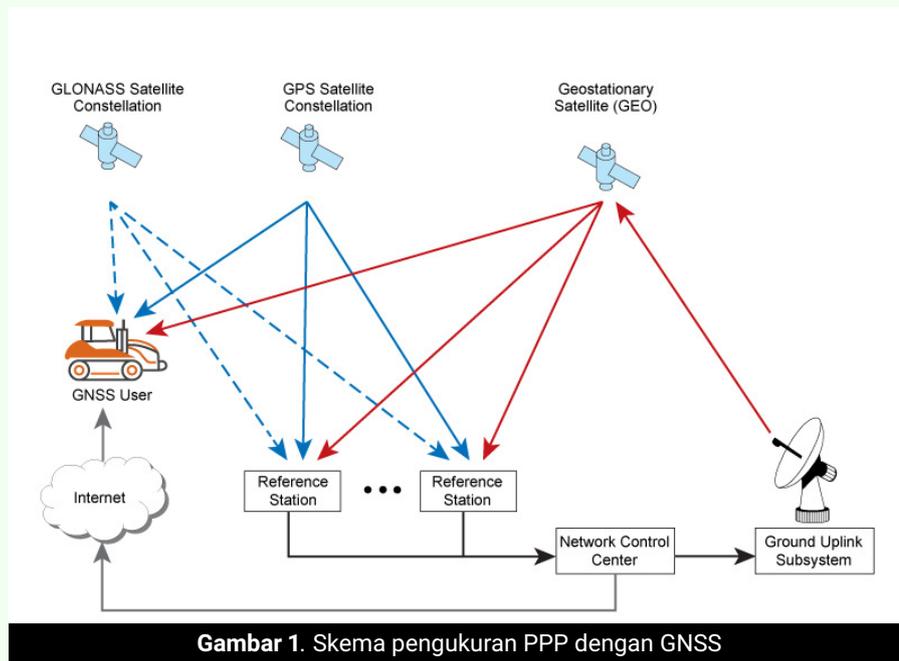


Penentuan Posisi Presisi dengan *Global Navigation Satellite System (GNSS)*



Gambar 1. Skema pengukuran PPP dengan GNSS

Oleh
D.U. Prabowo | Pussainsa LAPAN

Penentuan posisi presisi atau sering dikenal dengan PPP (*Precise Point Positioning*) merupakan metode penentuan posisi dengan memodelkan kesalahan pengukuran untuk memperoleh akurasi yang tinggi dari satu penerima. Teknik ini bergantung pada koreksi jam satelit dan orbit satelit GNSS yang dihitung dari jaringan stasiun referensi global. Koreksi ini kemudian dikirimkan ke pengguna melalui satelit atau internet. Skema pengukuran PPP dapat dilihat pada Gambar 1.

Skema ini menyerupai metode koreksi *Space-Based Augmentation System (SBAS)*, namun PPP mampu menyediakan tingkat akurasi yang lebih tinggi dimana pengguna dikenakan biaya untuk mengakses koreksi ini.

Beberapa sumber kesalahan pada pengukuran PPP dan

metode koreksinya:

- 1 Waktu tunda ionosfer orde-pertama dapat dihilangkan dengan pengukuran GNSS *Dual-frequency*.
- 2 Koreksi orbit dan jam satelit dapat dilakukan dengan menggunakan data koreksi kesalahan eksternal.
- 3 Waktu tunda troposfer dan efek pasang surut bumi dapat dikoreksi dengan menggunakan model.

Pada praktiknya, PPP menggunakan metode *Extended Kalman Filter (EKF)* untuk mengestimasi posisi, bias jam penerima, waktu tunda troposfer, dan ambiguitas gelombang pembawa (*carrier-phase*). Umumnya pengukuran PPP dengan menggunakan EKF ini memiliki waktu konvergensi antara 20 hingga 40 menit dengan tingkat akurasi di bawah

10 cm untuk posisi horizontal. Tentunya kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah satelit yang nampak (geometri satelit pada saat pengukuran), kualitas dari produk koreksi, *multipath* dan kondisi atmosfer.

Orbit presisi dan koreksi jam satelit merupakan prasyarat yang harus dipenuhi untuk melakukan layanan koreksi PPP. Untuk dapat mengestimasi orbit presisi dan jam satelit, penyedia layanan PPP harus memiliki sistem yang disebut sebagai *OCDS (Orbit and Clock Determination System)*.

Koreksi kemudian ditransmisikan ke satelit kemudian dikirimkan kepada pengguna yang menggunakan penerima yang sudah *enable* dengan sistem PPP. Pemanfaatan satelit untuk koreksi ini meniadakan kebutuhan infrastruktur *base-station* lokal, modem selular, atau radio *Wi-Fi*, yang menyederhanakan konfigurasi perangkat keras pengguna.

Layanan koreksi PPP sudah banyak dikembangkan di beberapa negara. Beberapa layanan koreksi PPP yang sudah beroperasi dapat dilihat pada tabel 1.

Selain Amerika Serikat dan beberapa negara Eropa, di Asia juga terdapat layanan koreksi PPP yang sudah dikembangkan oleh JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), Jepang, yang bernama MADOCA (*Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis*). MADOCA merupakan sistem yang menyediakan produk koreksi

Tabel 1. Layanan koreksi PPP yang sudah beroperasi

Layanan	Penyedia	Target GNSS	Jumlah Stasiun Referensi	Com. Link	Penerima	Akurasi	Negara
StarFire	Navcom	GPS, GLO-NASS	> 40	3 GEO (L-band), IP	NavCom	< 5 cm	Amerika Serikat
Apex/Ultra TerraStar	Veripos	GPS, GLO-NASS, GALILEIO, BEIDOU, QZSS (Apex)	~ 80	7 GEO (L-band)	Veripos, Novatel, Septentrio, TOPCON, Hemisphere	Horizontal (H): < 5 cm Vertikal (V): 12 cm (95%)	Inggris
SeaStar	Fugro	GPS, GLO-NASS, GALILEIO, BEIDOU	~ 80	6 GEO (L-band), IP (NTRIP)	Fugro	H: 5 cm V: 15 cm (95%)	Belanda
CenterPoint RTX	Trimble	GPS, GLO-NASS, GALILEIO, BEIDOU, QZSS	~ 100	6 GEO (L-band), IP (NTRIP)	Trimble, Qualcomm	H: 2 cm V: 5 cm (RMS)	Amerika Serikat
magicGNSS	GMV	GPS, GLO-NASS, GALILEIO, BEIDOU, QZSS	~ 80	IP (NTRIP)	RTCM SSR	H: 5 cm V: 8 cm (RMS)	Spanyol

estimasi orbit dan jam satelit GNSS berdasarkan data pengamatan yang diakuisisi oleh jaringan CORS (*Continuously Operating Reference Station*) yang tersebar di regional Jepang. Untuk dapat mengakses produk tersebut, pengguna dapat mengaksesnya melalui perangkat lunak NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) Caster melalui internet. Selain itu, karena MADOCA menggunakan format SSR (*State-Space Representation*) dalam mendistribusikan produk koreksinya, pengguna harus

menggunakan perangkat keras (penerima) dan perangkat lunak yang mendukung.

Pustaka

[1] Novatel, *An Introduction to GNSS Chapter 5 Resolving Errors*, url: <https://www.novatel.com/an-introduction-to-gnss/chapter-5-resolving-errors/precise-point-positioning-ppp/> (diakses pada tanggal 24 Februari 2019).
 [2] Takasu, Tomoji, 2019, *PPP Correction Service–Current*

and Futuere, 24th GPS/GNSS Symposium 2019, 16–18 October 2019, Tokyo, Japan.

[3] Gao, yang, 2006, *What is Precise Point Positioning (PPP), and What Its Requirements, Advantages and Challenges?*, GNSS Solutions.
 [4] MADOCA: ssl.tksc.jaxa.jp/madoca/public/public_index_en.html
 [5] PPP-WIZARD: www.ppp-wizard.net

TEKNOLOGI INFORMASI

Container: Arsitektur Modern dalam Virtualisasi

Oleh
Y. Andrian | Pussainsa LAPAN

Setiap aplikasi atau perangkat lunak membutuhkan dukungan dari *system libraries*, *component*, *binaries* serta pengaturan konfigurasi sistem

yang sesuai dengan kebutuhan. Semua dukungan tersebut merupakan *dependency* dan *environment* yang harus tersedia agar aplikasi dapat berjalan dengan baik di dalam sistem operasi. Kita juga tahu bahwa tidak semua aplikasi mempunyai

kebutuhan yang sama, tergantung dari jenis dan bahasa pemrograman yang digunakan. Ketika seorang pembuat aplikasi (*programmer*) mengembangkan perangkat lunak, seringkali menemui kendala saat ingin melakukan *deploy* aplikasi ke