# BAB II
# LANDASAN TEORI

## II.1. InaCORS (*Indonesian Countinuously Operating Sistem Reference Station*)

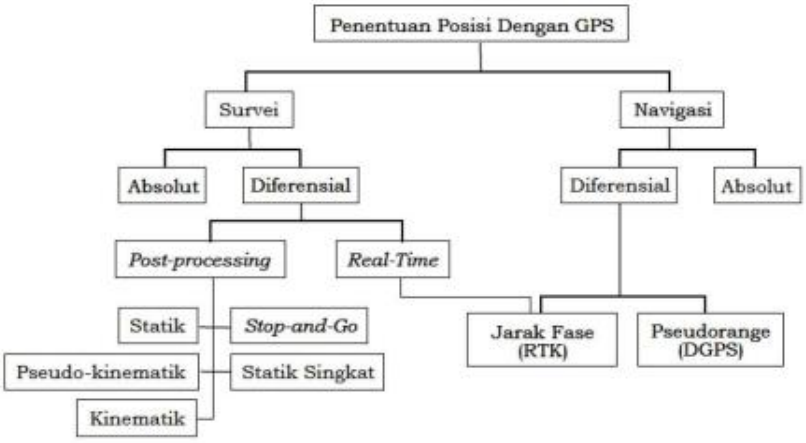
InaCORS adalah *Continuously Operating Reference Station* (CORS) yang dikelola oleh Badan Informasi Geospasial sebagai stasiun pengamatan geodetik tetap/kontinu. *Continuously Operating Reference Station* (CORS) adalah sistem jaringan kontrol referensi pemosisian GNSS yang beroperasi terus menerus. CORS dapat diakses secara real time dan setelah diproses oleh siapa saja yang memiliki receiver yang memenuhi persyaratan tertentu. CORS dapat membantu klien yang menggunakan metode DGPS (data kode) dan RTK (data fase) untuk melakukan pengukuran GNSS. CORS harus dilengkapi dengan koneksi internet untuk komunikasi data dari stasiun CORS ke *receiver* agar *receiver* GNSS dapat mengaksesnya (R.C. Principles, 1997). Penerima GNSS geodetik yang digunakan adalah penerima *rover* GNSS dengan tipe frekuensi ganda, sehingga memungkinkan untuk menerima data pengamatan dari satelit GNSS berupa data kode dan data fase selama pengamatannya (A. Sari, 2014).

Perkembangan CORS di Indonesia tidak lepas dari upaya Badan Informasi Geospasial untuk menetapkan dan memelihara referensi geospasial yang menjadi acuan dalam survei, pemetaan, dan penyelenggaraan Informasi Geospasial lainnya (B. I. Geospasial, 2018). Stasiun COSR dapat terus menerima sinyal dari satelit GNSS dan memberikan layanan koreksi posisi kepada pengguna 24 jam sehari, tujuh hari seminggu. Dalam implementasinya, InaCORS dapat digunakan oleh pengguna untuk berbagai macam kebutuhan, mulai dari yang praktis hingga ilmiah. InaCORS juga dapat digunakan untuk menjaga agar kerangka dasar geodesi tetap akurat dan tepat, memungkinkan penerapan kerangka acuan pemetaan nasional yang akurat.

## II.2. Penentuan Posisi dengan Metode GNSS

GNSS adalah sistem navigasi yang digunakan untuk menentukan posisi di atas permukaan bumi serta waktu dalam satuan ilmiah di bumi, satelit yang akan mengirimkan sinyal yang berisi waktu dan posisi yang dapat diambil oleh penerima, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengetahui lokasi di mana saja di permukaan bumi (W. Hapsari, 2016). Konsep dasar penentuan posisi GNSS adalah reseksi (backward binding) dengan jarak, yaitu pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GNSS yang diketahui koordinatnya; dalam hal ini, parameter yang ditentukan adalah vektor posisi geosentris pengamat (r). Akibatnya, karena vektor posisi geosentrik satelit GNSS (r) diketahui, vektor posisi toposentrik satelit terhadap pengamatan (ρ) harus ditentukan (Abidin. H. Z, 2017).

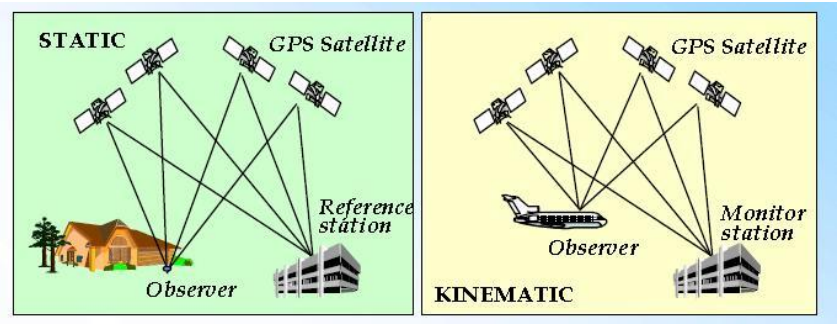
Secara umum, metode penentuan posisi GNSS dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu metode absolut dan mode relatif (*diferensial*) (Abidin. H. Z, 2017). Dapat dilihat pada Gambar II.1 beberapa metode penentuan posisi dengan GNSS.




Gambar II. 1 Konsep Penentuan Posisi Dengan Metode GNSS

## II.3. Metode Penentuan Posisi *Differential*

Posisi suatu titik dalam pemosisian diferensial ditentukan relatif terhadap titik lain yang koordinatnya diketahui. Secara ilustrasi metode penentuan posisi ini dapat dilihat pada Gambar II.2.




Gambar II. 2 Metode Penentuan Posisi

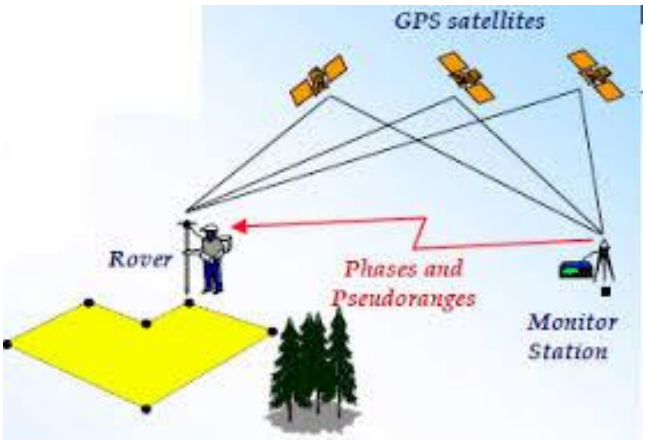
Dalam penggunaan GPS dapat digunakan istilah absolut yaitu metode penentuan posisi hanya dengan menggunakan satu receiver. Metode ini, hanya dapat memberikan akurasi dalam kisaran 3 m sampai 10 m. Dengan menggunakan metode diferensial, nilai akurasi dapat ditingkatkan. Penentuan posisi secara berbeda dengan posisi suatu titik (*rover*) relatif terhadap titik lain yang koordinatnya diketahui (stasiun referensi/*base*). Metode diferensial mengurangi data yang diamati oleh dua penerima GPS secara bersamaan (tumpang tindih), dengan tujuan untuk mengurangi dan menghilangkan berbagai jenis kesalahan dan bias pada data GPS (S. Ramadhon, 2015).

## II.4. Metode Penentuan Posisi Secara RTK (*Real-Time Kinematic*)

Metode RTK merupakan salah satu metode yang menggunakan *phase* pembawa untuk menentukan posisi relatif dengan ketelitian mencapai sentimeter secara *real time*. RTK adalah prosedur DGPS (*Differential Global Positioning System*) yang menggunakan data observasi *phase*. Stasiun referensi akan mengirimkan data atau koreksi *phase* langsung ke penerima atau pengguna. Penggunaan data pengamatan *phase* akan menghasilkan informasi posisi yang sangat akurat (R.E, 1997).

Sistem RTK adalah sistem penentuan posisi waktu nyata diferensial yang menggunakan data fase. Untuk memenuhi persyaratan *real time*, stasiun referensi harus mengirimkan data fase dan data pseudorange ke pengguna secara *real time* melalui sistem komunikasi data khusus. Pengguna dan stasiun referensi harus mampu mengirim dan menerima data (A. Sari, 2014).

*Base station* adalah penerima GNSS di lokasi tertentu yang akan digunakan sebagai titik referensi untuk menentukan posisi titik yang diamati oleh penerima GNSS lainnya (*rover/*pengguna). Stasiun pangkalan mentransmisikan sinyal koreksi ke rover dalam metode penentuan posisi RTK (R.E, 1997). *Rover* adalah penerima GNSS yang menerima koreksi dari stasiun referensi/*base station* dan bergerak dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Metode RTK memiliki akurasi pengukuran 1-5 sentimeter (R.E, 1997). Secara umum prinsip kerja RTK adalah stasiun referensi terus merekam data dari satelit GNSS, yang kemudian disimpan atau dikirim ke server jaringan RTK melalui jaringan internet (A. Sari, 2014). *Stake out*, *survey kadaster*, dan konsep penentuan *positioning* dalam *Real Time Kinematics* merupakan aplikasi dari metode RTK. Aplikasi metode RTK ditampilkan pada Gambar II.3.

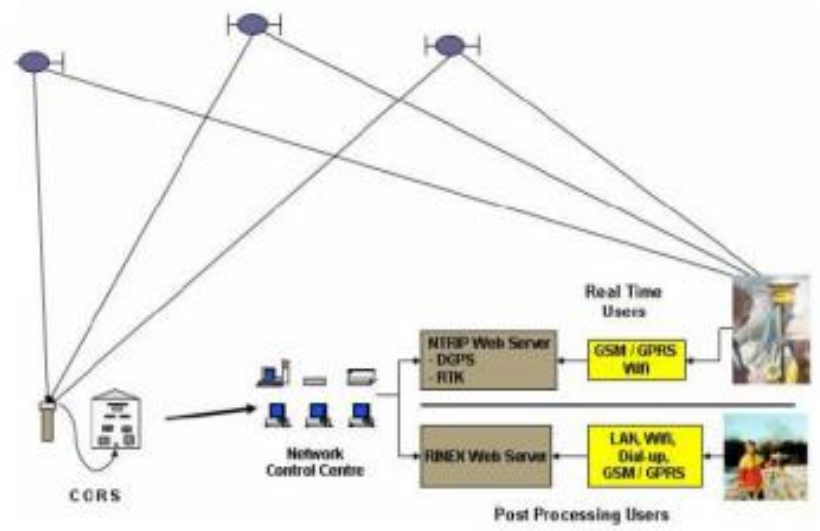



Gambar II. 3 Konsep Pengukuran Metode RTK

### II.4.1 RTK Networked Transport of RTCM Via Internet Protocol (NTRIP)

Metode penentuan posisi RTK-NTRIP merupakan sistem penentuan posisi data fase dimana *base station* harus mengirimkan data observasi berupa data fase dan data *pseudorange* kepada pengguna, dalam hal ini *rover*. Data observasi *real*

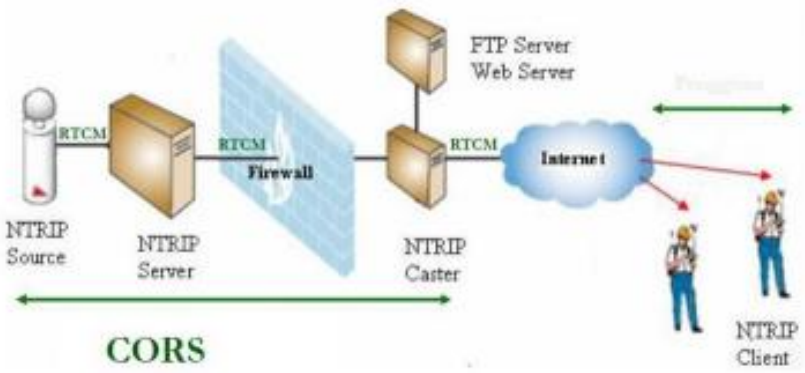
*time* akan dikirimkan ke *base station* melalui sistem komunikasi data yang menggunakan frekuensi VHF/UHF. Konsep pengukuran survei GNSS menggunakan sistem CORS ditampilkan pada Gambar II.4.




Gambar II. 4 Konsep Sistem CORS

Stasiun CORS terhubung ke *server* data melalui jaringan nirkabel atau LAN kabel (*Local Area Network*), sedangkan penjelajah terhubung dan masuk melalui jaringan GSM (*Global System Mobile*) dan CMDA (*Code Division Multiple Access*). Data akan dikirim dari base station ke *rover* oleh *server* data. Sistem CORS akan memberikan akurasi dari pengukuran horizontal dan vertikal hingga akurasi sentimeter terhadap sistem referensi nasional dalam metode RTK-NTRIP. Data yang harus dikirim oleh *base station* dalam sistem RTK adalah dalam format 104 RTCM 2.1.

NTRIP ditujukan untuk transmisi data GNSS yang dikoreksi dari stasiun GNSS CORS. *Client* dapat menerima koreksi data melalui NTRIP dengan laptop, DNA, dan penerima GNSS. Internet dan *Mobile Internet* dapat digunakan untuk mengirimkan data NTRIP. NTRIP terdiri dari empat bagian: NTRIP *source*, NTRIP *server*, NTRIP *caster*, dan NTRIP *client*. Program *server* HTTP digunakan oleh *carster* NTRIP, sedangkan NTRIP *server* dan NTRIP *client* berfungsi sebagai HTTP *client*. Pada Gambar II.5 merupakan skema komponen *streaming* Skema komponen *streaming* NTRIP disajikan pada Gambar II.5.




Gambar II. 5 Skema Komponen *Streaming* NTRIP

1. NTRIP *Source*

NTRIP *source* merupakan komponen NTRIP yang menyediakan data koreksi GNSS berupa RTCM dari stasiun CORS. Setiap NTRIP *source* memiliki pengidentifikasi unik yang dikenal sebagai *mountpoint*. Karena fungsi GNSS CORS adalah menyediakan layanan *streaming* data ke NTRIP *client*, istilah NTRIP *source* juga digunakan untuk stasiun GNSS CORS. Selain koreksi RTCM, NTRIP *source* akan menyediakan koordinat stasiun dan file navigasi satelit GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO). Dalam NTRIP *caster*, NTRIP *source* harus memiliki titik pemasangan yang unik. Istilah "titik pemasangan" digunakan oleh stasiun GNSS CORS untuk menentukan posisi dan berguna untuk memberikan koreksi RTCM ke NTRIP *client* (D. Adzhan, dkk, 2015).

2. NTRIP *Server*

NTRIP *server* digunakan untuk mengirimkan data GNSS CORS dari NTRIP *source* ke NTRIP *caster*, dimana sebelum mengirimkan data GNSS ke NTRIP *caster* melalui TCP/IP, NTRIP *server* terlebih dahulu mengirimkan perintah ke *mount point* untuk mengirimkan data ke NTRIP *caster*. NTRIP *server* diinstal pada PC, dan dirancang untuk menerima koreksi dari NTRIP *source* melalui *port* yang terhubung ke NTRIP *source*. Data koreksi yang diterima kemudian akan dikirim ke NTRIP *caster*, yang kemudian akan mengirim koreksi ke NTRIP *source* melalui layanan protokol. Identifikasi NTRIP *source* ke NTRIP *caster*, serta apakah posisi dikirim dalam format RTCM atau jika *client* (*rover*) diperlukan untuk mengirim

ulang posisi dan akan menerima aliran rtcm individual dari jaringan stasiun referensi (D. Adzhan, dkk, 2015).

3. NTRIP *Caster*

NTRIP *caster* adalah *server* yang menggunakan layanan HTTP untuk melayani permintaan dan tanggapan menggunakan *streaming bandwidth* rendah (50-500 bit/detik) atau 0,5-5 kbps untuk setiap aliran data. Berdasarkan kode yang dikirim melalui *port*, NTRIP *caster* melayani NTRIP *server* dan NTRIP *client*. Kode yang diterima akan diterjemahkan untuk menerima atau mengirim data jika NTRIP *server* berada dalam unit yang sama dengan NTRIP *caster*. *Server* telah terdaftar dan berwenang untuk menerima atau menyediakan aliran data. NTRIP *caster* mengontrol data mana yang dikirim atau diterima. (D. Adzhan, dkk, 2015).

4. NTRIP *Client*

NTRIP *client* adalah *server* yang menggunakan layanan koreksi data stasiun GNSS CORS, yang memperoleh koreksi dengan mengirimkan pesan dan kode ke NTRIP *caster*. Saat menerima RTCM *client*, parameter akses (ID pengguna dan kata sandi) harus dikirim ke NTRIP *source*. Koneksi TCP/IP digunakan untuk mengirim pesan dan kode. Menggunakan HTTP 1.1 untuk memfasilitasi komunikasi antara NTRIP *client* dan NTRIP *caster*. (D. Adzhan, dkk, 2015).

## II.5. Metode Penentuan Posisi Statik

Penempatan titik statik disebut sebagai pemosisian statik. Posisi dapat ditentukan baik secara absolut atau diferensial menggunakan *pseudorange* atau data fase. Posisi satu titik (penjelajah) ditentukan relatif terhadap titik lain yang koordinatnya diketahui (stasiun/basis referensi) dalam pemosisian diferensial. (B.D. Yuwono, 2018). Secara umum, metode statik memperoleh lebih banyak pengukuran pada suatu titik pengamatan daripada metode penentuan posisi kinematik. Hal ini menimbulkan kendala dan ketelitian posisi yang diperoleh umumnya relatif lebih tinggi (dapat mencapai orde mm hingga cm). Metode pemosisian statis telah banyak digunakan untuk stasiun pangkalan, kerangka

kontrol, studi deformasi, dan pemantauan pekerjaan pengintaian. (B.D. Yuwono, 2018).

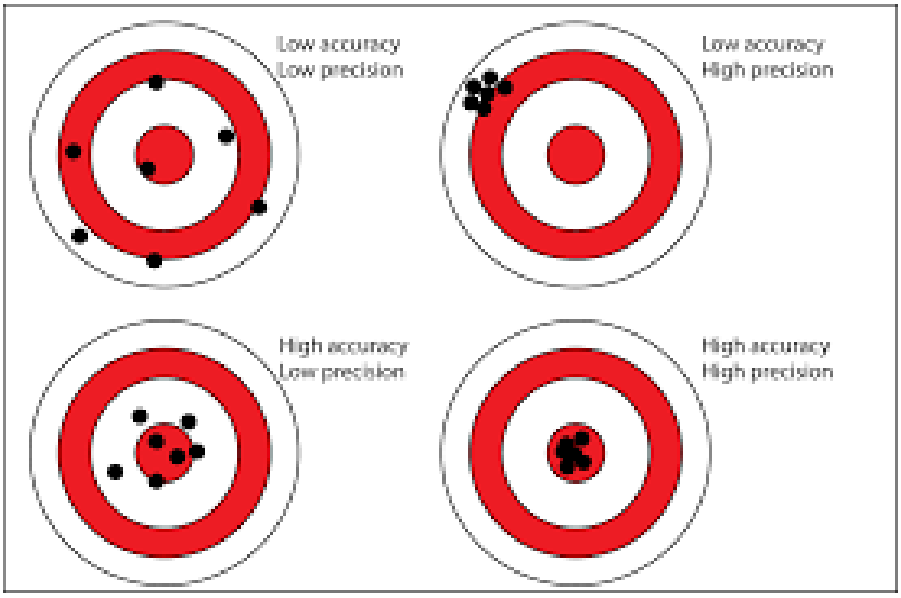
## II.6. *Multipath*

*Multipath* adalah sinyal yang bergerak dari satelit ke antena GNSS melalui dua atau lebih jalur dari lokasi yang berbeda (Abidin. H. Z, 2017). Dalam hal ini, sinyal adalah sinyal langsung dari satelit ke antena, sedangkan sinyal lainnya adalah hasil pantulan objek dari antena sebelum mencapainya.

*Multipath* dapat berdampak pada hasil *pseudorange* atau ukuran fase pembawa. Besarnya efek *multipath* ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk jenis dan posisi reflektor, posisi satelit, jarak antara reflektor dan antena, panjang gelombang sinyal, dan kekuatan sinyal (Abidin. H. Z, 2017). Ketika antena penerima dalam posisi terbuka pada permukaan pantul yang besar, seperti danau atau gedung, terjadi *multipath*. Karena sinyal satelit tidak berjalan langsung ke antena, terjadi kesalahan pengukuran. *Multipath* dapat dikurangi dengan memasukkan antena GNSS khusus ke *ground plane*. (I. N. Kurniawan, dkk, 2019).

## II.7. Akurasi dan Presisi

Akurasi adalah sejauh mana hasil pengukuran mendekati nilai yang benar atau diterima. Presisi adalah sejauh mana hasil pengukuran serupa satu sama lain. Pengukuran yang memiliki presisi tinggi pada saat hasil pengukuran saling berdekatan (mengumpul), sebaliknya pengukuran yang memiliki presisi rendah pada saat hasil pengukuran menyebar (A. Sari, 2014). Suatu data dengan tingkat akurasi yang tinggi belum tentu memiliki tingkat presisi yang tinggi, tetapi suatu data dapat memiliki keduanya. Akurasi tidak hanya disebabkan oleh kesalahan acak, tetapi juga oleh kesalahan sistematis yang tidak dikoreksi; jika ada bias, standar deviasi juga dapat digunakan sebagai ukuran penentuan. (I. W. Hadi, 2019).




Gambar II. 6 Ilustrasi Tingkat Akurasi dan Presisi (I. W. Hadi, 2019)

Pada penelitian ini akan memperoleh nilai ketelitian koordinat dengan mencari residu data pengukuran lapangan yang berupa titik koordinat dari pengukuran GNSS, nilai residu koordinat X, Y dan Z yang digunakan untuk mencari nilai RMS *error*. Untuk menentukan nilai RMS *error* akurasi, persamaan yang digunakan adalah *Horizontal Root Mean Square Error* (HRMSE) dan *Vertical Root Mean Square* (VRMSE). Jika semakin kecil HRMSE dan VRMSE yang diperoleh, maka ketelitian dari pengukuran yang diperoleh semakin baik. Persamaan 2.1 dan 2.2 merupakan persamaan HRMSE dan VRMSE yang digunakan.

$$HRMSE = \sqrt{\frac{(X-X_i)^2+(Y-Y_i)^2}{n}} \quad (2.1)$$

$$VRMSE = \sqrt{\frac{(Z-Z_i)^2}{n}} \quad (2.2)$$

dengan $X, Y,$ dan $Z$ : nilai koordinat yang dianggap benar (m)

$X_i, Y_i$ dan $Z_i$ : nilai koordinat hasil pengukuran (m)

$n$ : banyaknya pengukuran yang dilakukan

Untuk menentukan nilai standar deviasi presisi horizontal dan standar deviasi presisi vertikal yaitu dengan menggunakan persamaan 2.3 dan persamaan 2.4.

$$SD_{horizontal} = \sqrt{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2} \quad (2.3)$$

$$SD_{vertikal} = \sqrt{\sigma_Z^2} \quad (2.4)$$

dengan $\sigma_X$ : nilai RMS *northing* pengukuran RTK NTRIP (m)

$\sigma_Y$ : nilai RMS *easthing* pengukuran RTK NTRIP (m)

$\sigma_Z$ : nilai RMS *elevation* pengukuran RTK NTRIP (m)