

PEMANFAATAN *RECEIVER* GNSS RTK SMART TB5
DENGAN METODE RTK-NTRIP
UNTUK PENGUKURAN TITIK BATAS BIDANG TANAH

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Sebutan
Sarjana Terapan di Bidang Pertanahan
Pada Program Studi Diploma IV Pertanahan



Disusun Oleh:

SAADILLAH KHAIRI
NIT. 16252960/PERPETAAN

KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/
BADAN PERTANAHAN NASIONAL
SEKOLAH TINGGI PERTANAHAN NASIONAL
YOGYAKARTA

2020

ABSTRACT

Changes in policy direction within the Ministry of Agrarian Affairs and Spatial Planning/National Land Agency (ATR/BPN) which require land parcels measurement with high target to be carried out quickly, demand an effective work management component. One of them is the material component, namely the procurement of the Global Navigation Sattelite System Real Time Kinematic (GNSS RTK) which is able to produce coordinates accurately in a short time. Utilizing RTK SMART TB5 as a low-cost GNSS receiver can be an option for measuring parcels of land. This study aims to test the accuracy of observations using the RTK SMART TB5 with RTK-Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP) method.

The used research method is comparing the coordinates of the RTK SMART TB5 using RTK-NTRIP method with the coordinates of the static method. The study was carried out by taking 96 sample points in the agricultural area based on the range of 0-5 kms, 5-10 kms and 10-15 kms from the base station of Continuously Operating Reference Station (CORS) in Sleman Regency Land Office.

The results of statistical analysis show that there were significant differences in the coordinates of the two methods, but they are still below the tolerance required by PMNA/KBPN Technical Guideline Number 3 of 1997 of 0,250 m. The coordinates results of the SMART TB5 measurement with RTK-NTRIP method have good accuracy.

Keywords: Land Surveying, Low Cost GNSS Receiver, RTK-NTRIP

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
<i>ABSTRACT</i>	ix
INTISARI	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	5
C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	5
D. Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Kajian Literatur	7
B. Kerangka Teoritis.....	8
1. Pengukuran Bidang Tanah	8
2. <i>Global Navigation Sattelite System (GNSS)</i>	9
3. Penentuan Posisi dengan GNSS	11
4. <i>Continuously Operating Reference Station (CORS)</i>	15
5. Penentuan Posisi Metode Statik dan RTK-NTRIP.....	17
6. RTK SMART TB5 <i>Receiver</i> GNSS Berbiaya Rendah	22
7. Kesalahan dan Bias.....	24
8. Toleransi Kesalahan Pengukuran	27
C. Kerangka Pemikiran.....	28
D. Hipotesis.....	31

BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Format Penelitian	32
B. Lokasi Penelitian	32
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel	33
D. Definisi Operasional Konsep	34
E. Jenis, Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	35
F. Analisis Data	36
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	41
A. Perencanaan dan Persiapan	42
1. Koordinasi dan Perizinan	42
2. Pembuatan Peta Kerja	42
3. Survei Pendahuluan dan Penentuan Sampel	42
4. Persiapan dan Peminjaman Alat dan Bahan	44
5. Penyetelan Alat dan Pemasangan Patok Titik Batas Bidang Tanah	46
6. Penentuan Strategi Pengukuran	47
B. Pengumpulan Data Lapangan	49
1. Pengumpulan Data pada Pengukuran Metode Statik	49
2. Pengumpulan Data pada Pengukuran Metode RTK-NTRIP	50
C. Pengolahan Data	52
1. Pengolahan Data Pengukuran Metode Statik	52
2. Pengolahan Data Pengukuran Metode RTK-NTRIP	53
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	54
A. Hasil Pengolahan Data <i>Receiver</i> CHCNAV i50 Metode Statik	54
B. Hasil Pengolahan Data <i>Receiver</i> RTK SMART TB5 Metode RTK-NTRIP	58
C. Analisis Nilai Perbedaan Koordinat RTK SMART TB5 terhadap Koordinat Statik	62
1. Nilai dan Arah Perbedaan Lateral	62
2. Deteksi Kesalahan Kasar (<i>Blunder</i>)	68
D. Uji T Perbedaan Koordinat RTK SMART TB5 terhadap Koordinat Statik	73
E. Uji Anova Perbandingan Rata-rata Perbedaan Koordinat RTK SMART TB5 terhadap Koordinat Statik	84

F. Uji Kelayakan Hasil Pengukuran <i>Receiver</i> RTK SMART TB5 terhadap Petunjuk Teknis PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997	88
1. Perbedaan Panjang Sisi Bidang Tanah	88
2. Perbedaan Luas Bidang Tanah	91
BAB VI PENUTUP	95
A. Kesimpulan.....	95
B. Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	xix

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP PENULIS

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sejak dimulainya era program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) di tahun 2017 yang digaungkan oleh Presiden Joko Widodo, menyebabkan adanya perubahan arah kebijakan di tubuh Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN). Kebijakan yang dimaksud yaitu pada sistem pendaftaran tanah di Indonesia yang dilaksanakan secara cepat dengan target pengukuran bidang tanah yang terus meningkat tiap tahunnya. Brillianto (2019) memaparkan data dari Kementerian ATR/BPN bahwa ada peningkatan yang signifikan dalam hal realisasi penerbitan Peta Bidang Tanah (PBT) dan sertifikat antara sebelum PTSL (tahun 2015/2016) dan sesudah PTSL (tahun 2017/2018). Pada PTSL tahun 2019, dari target sembilan juta bidang dapat merealisasikan 8,25 juta bidang PBT dan 6,3 juta bidang sertifikat. Pada PTSL tahun 2020 ditargetkan dapat merealisasikan sepuluh juta bidang tanah.

Komponen manajemen kerja yang efektif diperlukan untuk menciptakan produk PTSL yang mampu menambah jumlah bidang tanah yang terdaftar, memperbaiki bidang tanah yang sudah terdaftar dan menyelesaikan sengketa/permasalahan di bidang pertanahan khususnya PTSL. Emerson (1960) dalam Yayat (2001, 6) mengatakan bahwa komponen manajemen kerja itu dirangkum dalam “5 (lima) M” yaitu *man* (pihak pelaksana); *money* (anggaran/biaya); *machine* (fasilitas pendukung); *method* (metode/cara dalam mencapai target pelaksanaan); dan *material* (materi/bahan). Semua komponen tersebut haruslah berjalan selaras dan seimbang dalam mendukung dan menyukseskan kegiatan PTSL, namun yang menarik perhatian saat ini yaitu komponen *material*.

Peralatan pengukuran sebagai bagian dari komponen bahan bagi petugas ukur di lapangan dalam mendapatkan data ukuran dan menghasilkan produk PBT. Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran bidang tanah khususnya PTSL saat ini telah mengikuti tren perkembangan teknologi.

Kariyono (2015, 99) mengatakan bahwa perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan sekarang ini sangatlah pesat. Hal ini juga memacu perkembangan teknologi alat ukur pemetaan dan metode pengolahan data, serta kecepatan dalam melakukan pemetaan. Generasi awal teknologi alat ukur menggunakan *theodolite* dan meteran yang pencatatan datanya masih dilakukan secara manual. Kemudian berkembang menggunakan *total station* yang dapat menyimpan data dan ukur jarak secara langsung. Kini seiring perkembangan teknologi, hadir alat ukur *Global Navigation Sattelite System Real Time Kinematic* (GNSS RTK) yang terbaru dan efektif untuk digunakan karena menghasilkan koordinat dalam referensi global yang akurat serta waktu operasional yang relatif singkat dengan memanfaatkan sistem satelit GNSS secara *real time* (Indriyati dan Nugroho 2014). Alat ukur ini cukup dioperasikan oleh seorang petugas ukur sehingga dapat mengakomodir beberapa desa yang menjadi target pengukuran PTSL. Dalam waktu satu hari petugas dapat mengukur puluhan bahkan ratusan bidang tanah dengan menggunakan GNSS RTK dibandingkan alat ukur lain.

Pengadaan GNSS RTK di lingkungan Kementerian ATR/BPN dimulai sejak tahun 2018. Menurut laman www.bpn.go.id Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan (Dirjen IK) Kementerian ATR/BPN mulai membagikan alat ukur GNSS RTK sebanyak tujuh ribu unit GNSS RTK hingga bulan Juli tahun 2019 ke seluruh kantor wilayah Badan Pertanahan Nasional (kanwil BPN) dan kantor pertanahan kabupaten/kota (kantah kab/kota) di seluruh Indonesia serta Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional (STPN) untuk menunjang kegiatan PTSL. Pengadaan alat ukur tersebut dirasa masih kurang dan perlu dilakukan pengadaan seribu unit tambahan oleh pihak Kementerian ATR/BPN.

Pengadaan GNSS RTK di Kementerian ATR/BPN masih bekerjasama dengan vendor-vendor asing yang memproduksi GNSS RTK seperti Leica, Sokkia, Topcon, Trimble, South, Comnav, CHCnav, Hi-Target, Acnovo, E Survey, dan Titan. Namun harga jual paket alat ukur tersebut di *marketplace* masih tergolong tinggi berkisar antara Rp100.000.000,00 – Rp170.000.000,00

sedangkan peralatan survei yang berbiaya rendah mulai dikembangkan oleh peneliti dalam negeri untuk mengatasi mahalanya peralatan survei yang mampu mengakomodir teknologi GNSS (Chodiq 2018, 2). *Receiver* GNSS berbiaya rendah merupakan salah satu jenis *receiver* GNSS yang mampu mengamati data gelombang satelit GNSS dengan spesifikasi tertentu (Surakhman 2017, 1). Salah satu alternatif mengatasi permasalahan ini adalah menggunakan GNSS RTK SMART TB5 yang diprakarsai oleh alumni STPN Tahun 2018, Reza Abdullah. Mengutip dari laman www.bpn.go.id alat ukur ini menawarkan harga yang terjangkau, teknologi terbaru dan ketelitian posisi yang mampu bersaing dengan GNSS RTK vendor asing. Hadi (2019) mengatakan bahwa untuk melihat performa dari *receiver low cost* GNSS perlu dilakukan pengamatan GPS untuk dilihat ketelitiannya dengan metode pengamatan tertentu.

Metode penentuan posisi dengan GNSS menyesuaikan dengan keperluan pengguna. Jika digunakan untuk keperluan pendaftaran tanah, GNSS dapat dimanfaatkan untuk penentuan titik dasar teknik, penentuan titik batas bidang tanah, rekonstruksi titik batas bidang tanah dan penentuan lokasi bidang tanah dalam sistem informasi pertanahan (Wahyono 2004, 2) sedangkan penggunaan untuk penentuan titik ikat di bidang survei dan pemetaan, disarankan menggunakan metode statik. Metode ini menghasilkan ketelitian tinggi karena data pengukuran yang didapatkan lebih banyak dan pengolahannya dilakukan secara *post processing*, namun kekurangannya adalah waktu pengukuran yang relatif lama. Berbeda ketika penggunaannya untuk keperluan pengukuran titik batas bidang tanah, dilakukan menggunakan metode RTK. Tuntutan pekerjaan pengukuran bidang tanah lebih kompleks karena menuntut kualitas hasil ukuran sekaligus kuantitas bidang tanah. Abidin (2000, 99) mengatakan metode RTK pada GNSS menawarkan hasil yang lebih cepat karena perhitungan dilakukan sesaat pada waktu pengukuran (*real time*) dengan ketelitian posisi yang tinggi. Konsep penentuan posisi metode RTK membutuhkan *base station* dan *rover* yang mampu mengirimkan dan menerima data *fase* serta *pseudorange* menggunakan sistem komunikasi data tertentu.

Pengukuran batas bidang tanah menggunakan GNSS RTK konvensional berbeda dengan GNSS RTK- *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (NTRIP) yaitu dalam hal komunikasi data (Safi'i dan Aditya 2017). Pengiriman data pada GNSS RTK konvensional menggunakan gelombang radio antara *base station* dan *rover* baik pada pita frekuensi *Very High Frequency* (VHF) atau *Ultra High Frekwensi* (UHF). Kelemahan sistem radio yaitu pada pengaruh jarak antara *base station* dan *rover* karena akan ada gangguan pada gelombang dalam mengirimkan data koreksi. Sementara itu, RTK-NTRIP sebagai metode transmisi koreksi data dalam format *Radio Technical Commission for Maritime Services* (RTCM) secara terus menerus dan dapat diakses secara *real time* dengan menggunakan jaringan internet mampu melakukan pengukuran dengan jarak yang lebih jauh dari *base station*.

Kementerian ATR/BPN memanfaatkan teknologi GNSS dengan membangun stasiun *Continously Operating Reference Station* (CORS) atau Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP) sebagai *base station* permanen yang telah diketahui koordinatnya dilengkapi *receiver* yang menangkap sinyal dari satelit GNSS yang aktif 24 jam untuk memperoleh, menyimpan data pengukuran dan mengirimkan serta memanfaatkan data secara *post processing* maupun *real time* (Yustia 2008). JRSP yang diaplikasikan pada pengukuran bidang tanah metode RTK-NTRIP, membuat *receiver* GNSS mampu menerima data posisi secara *real time* dari *base station* menggunakan jaringan internet sehingga pekerjaan lebih cepat dan kesalahan akibat perlambatan sinyal GNSS dari *base station* ke *rover* karena jangkauan jarak dapat diminimalisir. Berdasarkan uraian di atas, peneliti melakukan penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan *Receiver* GNSS RTK SMART TB5 dengan Metode RTK-NTRIP untuk Pengukuran Titik Batas Bidang Tanah”**.

B. Perumusan Masalah

Masalah yang dikaji oleh peneliti dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara koordinat hasil pengukuran titik batas bidang tanah menggunakan *receiver* GNSS RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP dengan koordinat hasil pengukuran menggunakan *receiver* GNSS geodetik *dual frequency* metode statik?
2. Bagaimana rata-rata hitung perbedaan koordinat hasil pengukuran menggunakan *receiver* GNSS RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP dengan *receiver* GNSS geodetik *dual frequency* metode statik dari pengaruh jangkauan jarak titik batas bidang tanah terhadap *base station*?
3. Apakah koordinat hasil pengukuran titik batas bidang tanah menggunakan *receiver* GNSS RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP memenuhi toleransi yang ditetapkan Kementerian ATR/BPN sesuai dengan Petunjuk Teknis Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional (PMNA/KBPN) Nomor 3 Tahun 1997?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Mengetahui signifikansi perbedaan koordinat hasil pengukuran titik batas bidang tanah menggunakan *receiver* GNSS RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP dengan koordinat hasil pengukuran menggunakan *receiver* GNSS geodetik *dual frequency* metode statik;
 - b. Mengetahui rata-rata hitung perbedaan koordinat hasil pengukuran menggunakan *receiver* GNSS RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP dengan *receiver* GNSS geodetik *dual frequency* metode statik yang didapat dari pengaruh jangkauan jarak titik batas bidang tanah terhadap *base station*;
 - c. Mengetahui kelayakan antara koordinat hasil pengukuran titik batas bidang tanah menggunakan *receiver* GNSS RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP dengan toleransi yang ditetapkan Kementerian ATR/BPN sesuai dengan Petunjuk Teknis PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997.

2. Kegunaan Penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Memberikan sumbangan kajian ilmiah tentang perbandingan hasil ukuran antara *receiver* GNSS RTK SMART TB5 dengan *receiver* GNSS geodetik *dual frequency* di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta;
 - b. Memberikan masukan dan sumber referensi bagi penelitian sejenis untuk pengembangan pemanfaatan *receiver* GNSS RTK SMART-TB5 metode RTK-NTRIP dalam pengukuran titik batas bidang tanah;
 - c. Memberikan rekomendasi/bahan pertimbangan bagi Kementerian ATR/BPN dalam pengadaan alat ukur GNSS RTK berbiaya rendah untuk mendukung kegiatan PTSL.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengukuran titik batas bidang tanah sebagai sampel menggunakan *receiver* GNSS RTK SMART-TB5 metode RTK-NTRIP;
2. Data pembanding sebagai titik koordinat definitif (*fixed point*) yang dianggap benar adalah pengukuran titik batas bidang tanah pada titik yang sama dengan sampel menggunakan *receiver* GNSS geodetik *dual frequency* metode statik dengan pengolahan data RINEX dilakukan secara *post processing*;
3. Kedua metode pengukuran bereferensi pada *base station* CORS Kantor Pertanahan Kabupaten Sleman, Yogyakarta;
4. Hasil pengukuran titik batas bidang tanah berupa koordinat X dan Y dengan sistem proyeksi *Transverse Mercator* (TM3°) zona 49.1;
5. Interval jarak (*baseline*) antara *base station* dan *rover* dibagi menjadi 3 (tiga) jangkauan yaitu: 0-5 km, 5-10 km dan 10-15 km dari *base station* CORS Kantor Pertanahan Kabupaten Sleman, Yogyakarta;
6. Masing-masing interval jarak akan diukur 32 titik batas bidang tanah sebagai sampel;
7. Sampel pengukuran berada pada lahan terbuka dan relatif datar.

BAB VI PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis serta pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan yang nyata pada hasil pengukuran *receiver* RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP dengan *receiver* CHCNav i50 metode statik pada jangkauan 0-5 km, 5-10 km dan 10-15 km dari *base station* CORS Kantah Kab. Sleman, dibuktikan dengan hasil berikut:
 - a. Nilai koordinat RTK SMART TB5 berbeda signifikan dengan nilai koordinat statik;
 - b. Perbedaan lateral tergolong kedalam kelas yang sama pada ketiga jangkauan;
 - c. Nilai simpangan baku dan rata-rata perbedaan lateral semakin besar seiring dengan bertambahnya jangkauan yang menunjukkan adanya penurunan ketelitian posisi, tetapi masih dibawah toleransi yang disyaratkan.
2. Terdapat perbedaan yang nyata pada rata-rata hitung perbedaan koordinat hasil pengukuran *receiver* RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP dengan *receiver* CHCNav i50 metode statik dari pengaruh jangkauan jarak dari *base station* CORS Kantah Kab. Sleman, dibuktikan dengan hasil berikut:
 - a. Rata-rata hitung perbedaan koordinat X berbeda signifikan di ketiga kelompok jangkauan;
 - b. Rata-rata hitung perbedaan koordinat Y dan perbedaan lateral tidak berbeda signifikan di ketiga kelompok jangkauan.
3. Koordinat hasil pengukuran *receiver* GNSS RTK SMART TB5 metode RTK-NTRIP pada jangkauan 0-5 km, 5-10 km dan 10-15 km dari *base station* CORS Kantah Kab. Sleman mempunyai akurasi yang baik, dibuktikan dengan hasil sebagai berikut:

- a. Panjang sisi dan luas bidang tanah 100% memenuhi toleransi Juknis PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997 untuk tanah pertanian;
- b. Seluruh perbedaan lateral berada pada fraksi sentimeter dan 100% memenuhi toleransi Juknis PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997 untuk tanah pertanian 0.250 m.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, masukan yang dapat diberikan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Pemanfaatan *receiver* GNSS SMART TB5 metode RTK-NTRIP untuk pengukuran titik batas bidang tanah sebaiknya dilakukan pada jangkauan 0-5 km dari *base station* agar meminimalisir kesalahan dan mendapatkan ketelitian posisi yang optimal;
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan *receiver* GNSS SMART TB5 metode RTK-NTRIP untuk pengukuran titik batas bidang tanah pada tempat yang mempunyai obstruksi tinggi dan jangkauan lebih dari 15 km dari *base station* serta waktu pengukuran sore hingga malam hari karena akses internet akan lebih cepat mereduksi efek *multipath* dan *bias ionosfer* yang mempengaruhi hasil ukuran;

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, R. 2018, Perancangan Aplikasi Berbasis *Android* dalam Pembuatan Peta Kerja Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap', Skripsi pada Program Diploma IV Pertanahan, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Abidin, H. Z 2000, *Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Adhani, N. dkk. 2018, *Tanah dan ruang untuk rakyat: kumpulan siaran pers Kementerian ATR/BPN tahun 2018*, Kementerian ATR/BPN, Jakarta.
- Atunggal, D. 2015, *Kamus istilah GNSS-CORS*, Laboratotium Geodesi Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Badan Pengawas Keuangan dan Pembangunan 2020, *Profil Kabupaten Sleman*, dilihat pada 4 Januari 2020, <http://www.bpkp.go.id/diy/konten/830/profil-kabupaten-sleman/>
- Badan Standardisasi Nasional 2002, *Jaring Kontrol Horizontal*, dilihat pada 4 Januari 2020, <http://psdg.bgl.esdm.go.id>.
- Bakara, J 2011, 'Perkembangan Sistem Satelit Navigasi Global Dan Aplikasinya', *Berita Dirgantara*, Vol 12, hlm. 38-47.
- Basuki, S. 2006, *Ilmu ukur tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Bramanto, B., Gumilar, I., Sidiq, T. P., Abidin, H. Z., Hermawan, M. D., & Wijayanto, B. M. 2016, 'On the Performance of a Single-Frequency Low-Cost GPS'. *Prosiding Seminar Nasional 3rd CGISE dan FIT ISI*.
- Brillianto, D. E 2019, 'Indonesian Land Administration Approach Of 3d And Multipurpose Cadaster', Diskusi Panel pada International Seminar on Integrated Agrarian, Land And Spatial Planning Policies for Sustainable Development, STPN, Yogyakarta, 19 September.
- Chodiq, R. D. S. A. 2018, 'Pemanfaatan Peralatan Survei Berbiaya Rendah "Expandable-GNSS" dengan Metode *Post Processing Kinematic* dalam Pengukuran Kadastral', Skripsi pada Program Diploma IV Pertanahan, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Hafiz, E. G., Awaluddin, M. & Yuwono, B. D. 2014, 'Analisis Pengaruh Panjang *Baseline* Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi', *Jurnal Geodesi Undip*, Volume 3 Nomor 1, hlm. 318.
- Hariyoko 2008, 'Pemanfaatan *Receiver Global Positioning System single Frequency Spectra Epoch 10* Metode *Rapid Static* untuk Pengukuran Titik Dasar Teknik Orde 4', Skripsi pada Program Diploma IV Pertanahan, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Hadi, I. W. 2019, 'Kajian Ketelitian Hasil Pengukuran Menggunakan *Low Cost GNSS* Dan *GPS Geodetik* Menggunakan Metode *PPP Online*', *Jurnal ITN Malang*.

- Indriyati dan Nugroho, R. 2014, 'Penggunaan *Continuously Operating Reference System (CORS)* di Bidang Pertanahan', *Jurnal Pertanahan*, Volume 4 Nomor 2, hlm. 39.
- Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional 2019, 'Alumni STPN Ciptakan Inovasi GNSS RTK Hemat Baterai', dilihat tanggal 10 Januari 2020, <https://www.atrbpn.go.id/Berita/Siaran-Pers/alumni-stpn-ciptakan-inovasi-gnss-rtk-hemat-baterai-94385>
- Madena, A. Y., Sabri, L. M. & Yuwono, B. D 2014, 'Verifikasi Koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 dengan Pengukuran GNSS *Real Time Kinematic* Menggunakan Stasiun CORS Geodesi UNDIP di Kota Semarang' *Jurnal Geodesi Undip*, Volume 3 No. 1.
- Markaban 2009, *Aproksimasi*, Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Matematika, Yogyakarta.
- Musaura, A. Y 2012, 'Pemanfaatan GNSS CORS untuk Penentuan Titik Dasar Teknik Kadaster Orde 3 Menggunakan Metode *Rapid Static* dengan Moda Radial', Skripsi pada Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Nazir, M 2005, *Metode penelitian*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Nurgiyantoro, B., Gunawan & Marzuki 2009, *Statistik terapan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah.
- Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah.
- Petunjuk Teknis Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Materi Pengukuran dan Pendaftaran Tanah.
- Polaris-GNSS.com 2020, 'Alpha+ RTK *receiver* User Guide', *Polaris-GNSS blog*, web diposting pada 17 Januari, dilihat pada 4 Februari 2020, <https://www.polaris-gnss.com/blog-widget/>
- Pradhana, A. B. B. 2012, 'Perbandingan Hasil Ukuran antara *Receiver* GNSS RTK dengan *Receiver* GNSS Metode RTK-NTRIP (Studi di Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta)', Skripsi pada Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Prasetya, R. B 2011, 'Analisis Ketelitian Koreksi Geometrik Citra QuickBird Menggunakan Titik CORS GNSS', Skripsi pada Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Ramadhon, Syafril 2015, 'Analisis Pengaruh Total Electron Content (TEC) di Lapisan Ionosfer pada Data Pengamatan GNSS RT-PPP' *Swara Patra*, Volume 5 No.1, diposting pada 31 Desember 2015, dilihat pada 02 Mei 2020. <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/>

- Robert, C 2009, *CORS GNSS Network: a superior infrastructure for precision agriculture*. School of Surveying and Spatial Information System, University of New South Wales.
- Saleh, S 2001, *Statistik induktif*, Unit Penerbit dan Percetakan AMP YKPN, Yogyakarta.
- Safi'i, A. N. & Aditya, A. 2017. 'Akurasi Pengukuran GPS Metode RTK-NTRIP Menggunakan INA-CORS BIG', *Prosiding Seminar Nasional Geomatika 2017*, dilihat pada 4 Februari 2020, <http://semnas.big.go.id/index.php/SN/article/view/441/>
- Sugiyono 2002, *Statistika untuk penelitian*, CV. Alfabeta, Bandung.
- Sugiyono 2018, *Metode penelitian manajemen*, CV. Alfabeta, Bandung.
- Sunantyo, T. A 2009, 'GNSS CORS Infrastructure and Standard in Indonesia', *7th FIG Regional Conference*, 19-22 Oktober, Hanoi, Vietnam.
- Sunantyo, T. A 2011, *Modul workshop RTK GNSS-CORS untuk survei kadastral*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Surakhman, A 2017, 'Komparasi Kualitas Hasil Pengukuran Antara Receiver GNSS Low Cost BAP Precision S852 dan Receiver GNSS Geodetik Leica GS08 dalam Variasi Kondisi di Lapangan', Skripsi pada Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Syetiawan, A., Prayoga, O. & Efendi, J 2016. 'Uji Akurasi Penentuan Posisi Metode GPS-RTK Menggunakan Perangkat CHC X91+'. *Prosiding Seminar Nasional Geomatika 2016*, dilihat pada 2 Mei 2020, <http://semnas.big.go.id/index.php/SN/article/view/76>
- Wahyono, E. B 2004, 'Pemanfaatan GPS Navigasi untuk Kegiatan Pengukuran dan Pemetaan Kadastral (Studi Kasus Pada Kantor Pertanahan Kabupaten Malang, Propinsi Jawa Timur)', Laporan Penelitian, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Weston, N. D. & Schwieger, V 2010, 'Cost Effective GNSS Positioning Techniques', *The International Federation of Surveyors (FIG)*, Copenhagen, dilihat tanggal 2 Mei 2020, <https://www.fig.net/pub/figpub/pub49/figpub49.pdf>.
- Wibowo, S. A 2013, 'Aplikasi Metode Penentuan Posisi Real Time Kinematic (RTK) Radio GNSS Untuk Pemetaan Situasi Skala 1:1000', Skripsi pada Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Yayat, M. H 2001, *Dasar-dasar manajemen*, PT. Grasindo, Jakarta.
- Yohanes, S. A. W 2015, 'Kajian Hasil Pengukuran Menggunakan GNSS CORS NTRIP dengan Single Base dan Network Base'. Skripsi pada Fakultas Teknik Geodesi, ITN Malang.

- Yulaikhah, W. N 2004, 'Deteksi Kesalahan Besar dengan Kombinasi Tes Statistik dan Evaluasi Besaran Redundansi', *Media Teknik*, No.4 Tahun XXVI, edisi November, dilihat pada 4 Maret 2020, <http://i-lib.ugm.ac.id/jurnal/download.php?dataId=4441>
- Yustia, W. S 2008, 'Studi Pemanfaatan Sistem GPS CORS Dalam Rangka Pengukuran Bidang Tanah', Skripsi pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.