

**KAJIAN PERFORMA CORS ULPC UNTUK PENENTUAN
POSISI METODE RTK NTRIP BERDASARKAN
PANJANG *BASELINE***

(Skripsi)

Oleh :

**INDAH PERMATA SARI
NPM 1715013016**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

KAJIAN PEFORMA CORS ULPC UNTUK PENENTUAN POSISI METODE RTK NTRIP BERDASARKAN PANJANG *BASELINE*

Oleh

INDAH PERMATA SARI

Stasiun CORS ULPC yang berada di Universitas Lampung merupakan salah satu stasiun CORS di Indonesia yang nantinya akan banyak digunakan untuk pekerjaan dan penelitian terutama di dunia pemetaan, hal ini menyebabkan dilakukannya pengujian kualitas ketelitian untuk mengetahui kemampuan RTK-NTRIP dalam menentukan posisi RTK. Faktor – faktor yang mempengaruhi ketelitian penelitian diantaranya adalah kekuatan komunikasi data tergantung alat yang dipakai, *network area*, *battery rover*, serta jarak antara *rover* dengan *base station*, semakin jauh jaraknya maka semakin menurun kualitasnya. Pada dasarnya RTK-NTRIP hanya dapat memperoleh ketelitian sejauh 30 km. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketelitian hasil pengukuran metode RTK NTRIP.

Data yang digunakan adalah data hasil pengukuran GNSS arah Bakauheni yang di ukur sejauh 79 km. Hasil koordinat pengukuran akan diposes menggunakan *software Microsoft Excel*, untuk mengetahui nilai RMSE akurasi horizontal dan vertikal menggunakan standar deviasi hasil pengamatan, serta melakukan uji korelasi dilakukan untuk melihat pengaruh hubungan antara ketelitian dengan panjang *baseline*.

Hasil dari penelitian kajian CORS ULPC untuk penentuan posisi metode RTK-NTRIP pada panjang *baseline* 1 km hingga 20 km memiliki ketelitian 1 cm hingga 5 cm. Peningkatan kesalahan mulai terlihat pada km 20 hingga 50 dengan nilai ketelitian yang didapatkan 5 cm hingga 10 cm. Kemudian, pada km 50 hingga 79, terlihat peningkatan kesalahan yang meningkat tajam dengan nilai ketelitian melebihi 10 cm. Nilai RMSE yang diperoleh pada hasil pengukuran menunjukkan garis *trendline* yang naik, dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,817 dan 0,799. Hal ini menjelaskan bahwa ada hubungan yang kuat antara panjang *baseline* dengan ketelitian pengukuran. Semakin jauh jarak pengukuran maka nilai ketelitian yang didapat akan semakin berkurang.

Kata Kunci : CORS ULPC, RTK-NTRIP, Akurasi, Panjang *Baseline*

ABSCTRACT

STUDY OF CORS ULPC PERFORMANCE FOR POSITION MEASUREMENT WITH RTK NTRIP METHOD BASED ON BASELINE LENGTH

By

INDAH PERMATA SARI

CORS ULPC station located at the University of Lampung is one of the CORS stations in Indonesia which will later be widely used for work and research, especially in the world of mapping. This has resulted in accurate quality measurements being carried out to determine RTK-NTRIP's ability to determine the RTK position. Factors that influence the accuracy of research include the strength of data communications depending on the equipment used, network area, rover battery, and the distance between the rover and the base station. The farther the distance, the more the quality decreases. Basically, RTK-NTRIP can only obtain accuracy up to 30 km. Therefore, this research aims to determine the accuracy of the RTK NTRIP method measurement results. The data used is data from GNSS measurements in the Bakauheni direction which was measured as far as 79 km. The results of the coordinate measurements will be positioned using Microsoft Excel software, to determine the RMSE value of horizontal and vertical accuracy using the standard deviation of the observation results, as well as carrying out a correlation test to see the effect of the relationship between accuracy and baseline length. The results of the CORS ULPC study for determining the position of the RTK-NTRIP method at a baseline length of 1 km to 20 km have an accuracy of 1 cm to 5 cm. An increase in error begins to appear at km 20 to 50 with an accuracy value of 5 cm to 10 cm. Then, at km 50 to 79, a sharp increase in error can be seen with accuracy values exceeding 10 cm. The RMSE value obtained from the measurement results shows a rising trendline, with correlation coefficient values of 0.817 and 0.799. This explains that there is a strong relationship between baseline length and measurement accuracy. The further the measurement distance, the less accurate the value obtained will be.

Keywords : CORS ULPC, RTK-NTRIP, Accuracy, Baseline Length

**KAJIAN PERFORMA CORS ULPC UNTUK PENENTUAN
POSISI METODE RTK NTRIP BERDASARKAN
PANJANG *BASELINE***

Oleh

INDAH PERMATA SARI

(Skripsi)

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : Kajian Performa CORS ULPC Untuk Penentuan
Posisi Metode RTK NTRIP Berdasarkan Panjang
Baseline

Nama Mahasiswa : *Indah Permata Sari*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715013016

Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika

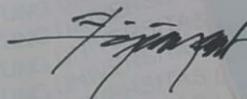
Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

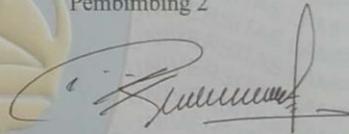
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2



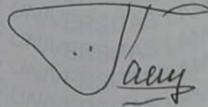
Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.
NIP. 197203022006041002



Romi Fadly, S.T., M.Eng
NIP. 197708242008121001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

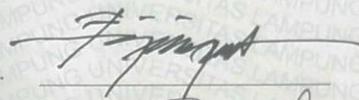


Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP. 196410121992031002

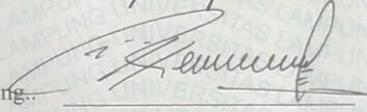
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

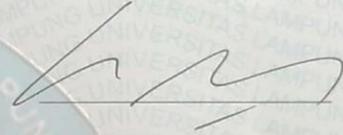
Ketua : Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.



Sekretaris : Romi Fadly, S.T., M.Eng.



Anggota : Eko Rahmadi, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. ↓
NIP: 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **20 Oktober 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Indah Permata Sari dengan NPM 1715013016 menyatakan bahwa apa yang tertulis di dalam skripsi ini merupakan hasil karya saya yang dibimbing oleh komisi pembimbing, 1.) Dr. Fajriyanto, S.T. M.T. 2) Romi Fadly, S.T., M.Eng. dan 3) Eko Rahmadi, S.T., M.T. Skripsi ini dibuat berdasarkan pengetahuan dan informasi yang saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisikan material dan bacaan yang dibuat sendiri dari hasil rujukan dari beberapa sumber lain (buku, jurnal, skripsi, dan lain lain) yang telah dipublikasikan sebelumnya dengan kata lain bukanlah plagiat dari karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandarlampung, Desember 2023
Pembuat Pernyataan



Indah Permata Sari

RIWAYAT HIDUP



Pada hari Sabtu tanggal 4 bulan Maret tahun 2000 di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan telah lahir anak perempuan dari pasangan Ibu Marwiyah dan Bapak Santono yang kemudian diberi nama Indah Permata Sari. Lahir sebagai anak sulung yang memiliki 1 (satu) orang adik yang bernama Muhammad Farhan Fitriansyah dengan usia 21 Tahun yang saat ini juga sedang menempuh pendidikan di Universitas Tridinanti Palembang.

Mengawali masa pendidikan di Taman Kanak – kanak (TK) Kartika II-2 Palembang yang selesai pada tahun 2005, lalu melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SDN 85 Palembang, Sumatera Selatan dan selesai pada tahun 2011. Pada tahun yang sama melanjutkan sekolah menengah pertama di SMPN 10 Palembang dan selesai pada tahun 2014. Setelah itu, memasuki sekolah menengah atas di SMK Teknologi Nasional Palembang jurusan Geologi Pertambangan dan selesai pada tahun 2017.

Tahun 2017 penulis memasuki jenjang perkuliahan dan diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif diberbagai organisasi kampus. Menjadi anggota Departemen Dana dan Usaha HIMAGES 2017, Sekretaris Departemen Dana dan Usaha HIMAGES 2018, dan Anggota Forum Komunikasi (Forkom) Ikatan Mahasiswa Geodesi Indonesia.

Tahun 2020 penulis melaksanakan kerja praktik di Dinas Penataan Ruang Kota Bandung dengan judul laporan “Identifikasi *Existing* Ruang Terbuka Hijau Kota Bandung (Studi Kasus : Sub Wilayah Kota Bandung Timur)”.

Pada tahun 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kecamatan Iir Timur III Palembang. Lalu pada bulan Januari 2023 penulis memulai penelitian dengan judul “**KAJIAN PERFORMA CORS ULPC UNTUK PENENTUAN POSISI METODE RTK NTRIP BERDASARKAN PANJANG *BASELINE***”

PERSEMBAHAN

Rasa syukur atas segala rahmat dan karunia Allah Subhanallahu Wata'ala kepada umat-Nya atas nikmat iman dan islam, shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad Shalallahu 'Alaihi Wassalam

Teruntuk,

Diri sendiri, tercinta..

Kedua orang hebat dalam hidup saya, ibu dan bapak serta keluarga besar yang saya sayangi. Alhamdulillah, saya bisa sampai tahap dimana skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan. Terima kasih atas segala pengorbanan, motivasi dan doa-doa baik yang kalian berikan.

Dan untuk semua orang yang selalu bertanya..

“kapan wisuda?”, kalian juga menjadi alasan ku untuk menyelesaikan skripsi ini secepat mungkin.

MOTTO

“These mountains you are carrying, you were only supposed to climb”

(Najwa Zebian)

“It’s fine to fake it until you make it, until you do, until it true”

(Taylor Swift)

“The scary news is you are on your own now. But the cool news is, you are on your own now”

(Taylor Swift)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(Al – Insyirah (94):6 - 7)”

SANWACANA

Alhamdulillah, tiada henti hentinya penulis mengucapkan syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Performa CORS ULPC Untuk Penentuan Posisi Metode RTK NTRIP Berdasarkan Panjang *Baseline*”. Skripsi ini penulis susun dengan tujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir Program Strata – 1 di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, antara lain:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, ilmu, serta masukan dan saran yang telah bapak berikan;
4. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah mengarahkan dan membimbing, meluangkan waktu untuk memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan selama penelitian berlangsung hingga skripsi ini dapat terselesaikan;
5. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku dosen penguji terimakasih atas kritik dan saran yang bapak sampaikan, sehingga dapat menjadi masukan dan dapat membatu saya untuk menyelesaikan penelitian dan laporan skripsi ini;

6. Kepada kedua orang tua terkasih (Ibu Marwiyah dan Bapak Santono), terima kasih atas segala doa yang dipanjatkan, kesabaran, keikhlasan, cinta dan kasih sayang yang selalu tercurah serta dukungan baik moril maupun materil kepada penulis selama menjalankan masa perkuliahan ini;
7. Kepada Adikku, Muhammad Farhan Fitriansyah, terima kasih atas semangat, hujatan dan motivasi kepada penulis;
8. Kepada Sepupu-Sepupuku (Arina Khaira Azizy, Alike, Syifa Aulya), terima kasih telah menghibur penulis di saat merasa lelah dan bosan. Serta kepada keluarga besar yang telah memberikan semangat dan doa hingga skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan.
9. Kepada Sandi Micka Pratama, yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah, dan menjadi penyemangat yang tidak pernah lelah untuk mengingatkan akan kewajiban menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih untuk waktu yang diluangkan dan segala hal-hal baik yang telah dilakukan;
10. Kepada Sahabatku, UE, terima kasih telah menjadi tempat berkeluh kesah dan tetap membersamai penulis selama proses penyusunan skripsi dari awal hingga akhir. Teman terkasihku, Malinda Rosy Fresia dan Angelina Manalu, terima kasih telah meluangkan waktu untuk menjadi tempat bercerita disaat jenuh, dan terima kasih atas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
11. Teman teman seperjuangan S1 Teknik Geodesi dan Geomatika 2017 (Sekar, Rasta, Mia, Iqbal Adi, Ngesti, Okta, Erin, Thomas, Micco, Ilzam, Ananda, Nicolas, Natayya, Gandi, Intan, Ikhbal Yesa, Hidayatus, Aji, Ilyas, Dewi, Ghifari, Deferson, Sidiq, Aqila, Ane, Deni). Terima kasih atas saran, kritik dan motivasi yang kalian berikan selama masa-masa kuliah ini. See you on top, guys;
12. Kepada Mba Irma, selaku administrator Prodi S1 Teknik Geodesi yang telah banyak membantu segenap berkas yang dibutuhkan selama proses penelitian berlangsung hingga selesai;
13. Dosen beserta staff Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang lainnya, terima kasih atas ilmu, pengetahuan dan wawasan selama masa perkuliahan serta bantuan dalam menyiapkan segenap berkas yang dibutuhkan selama proses penelitian berlangsung hingga selesai.

14. Last but not least, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work even with tears all over my face, I wanna thank me for never quitting and for just being me through this hardest time.

Penulis berdoa agar nantinya segala bantuan yang telah diberikan mendapat balasan baik dari Allah SWT. Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, namun ada sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini akan berguna dan bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya.

Bandarlampung, 06 Juli 2023

Indah Permata Sari

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 <i>Global Navigation Satellite System (GNSS)</i>	7
2.3 Kesalahan dan Bias Survei GNSS	9
2.3.1 Kesalahan <i>Ephemeris</i> (Orbit)	10
2.3.2 Bias Ionsfer.....	11
2.3.3 Bias Troposfer	11
2.3.4 <i>Multipath</i>	12
2.3.5 Ambiguitas Fase	13
2.3.6 Kesalahan Jam Receiver	14
2.4 <i>Continuously Operating Reference Station (CORS)</i>	14
2.5 RTK (<i>Real Time Kinematic</i>)	16
2.6 NTRIP (<i>Network Transport of RTCM via Internet Protocol</i>)	19
2.7 ULPC (Universitas Lampung CORS).....	22
2.8 <i>Baseline</i>	24
2.9 Akurasi dan Presisi	25
2.10 Uji Akurasi.....	26
2.11 Hipotesis	26
III. METODELOGI PENELITIAN	28
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	30
3.1.1 Alat Penelitian	30
3.1.2 Bahan Penelitian	30
3.2 Studi Literatur... ..	31
3.3 Tahapan Persiapan	31
3.4 Tahapan Pengumpulan Data	31
3.5 Pengolahan Data	32
3.5.1 Menghitung Jarak	32

3.5.2 Menghitung <i>Outlier</i>	32
3.5.3 Pengolahan Data Pengamatan Real Time Kinematik.....	33
3.5.4 Tahapan Pembahasan	33
3.5.5 Tahapan Akhir	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Koordinat Hasil Pengamatan RTK-NTRIP	34
4.2 Menghilangkan <i>Outlier</i>	44
4.3 Analisis Perbandingan Ketelitian Koordinat RTK NTRIP	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN A	60
LAMPIRAN B	62
LAMPIRAN C	95

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian terdahulu.....	5
2. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 1km.....	34
3. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 2 km.....	36
4. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 3 km.....	38
5. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 4 km.....	40
6. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 5 km.....	42
7. Hasil hitungan jumlah data sebelum dan sesudah <i>outlier</i>	44
8. Ketelitian horizontal dan ketelitian vertikal.....	46
9. Hasil regresi hrmse dan panjang <i>baseline</i>	50
10. Hasil regresi vrmse dan panjang <i>baseline</i>	50
11. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 6 km.....	63
12. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 7 km.....	63
13. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 8 km.....	64
14. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 9 km.....	64
15. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 10 km.....	65
16. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 11 km.....	65
17. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 12 km.....	66
18. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 13 km.....	66
19. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 14 km.....	67
20. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 15 km.....	67
21. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 16 km.....	68
22. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 17 km.....	68
23. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 18 km.....	69
24. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 19 km.....	69

25. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 20 km.....	60
26. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 21 km.....	70
27. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 22 km.....	61
28. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 23 km.. ..	71
29. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 24 km.....	72
30. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 25 km.....	72
31. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 26 km.....	73
32. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 27 km.....	73
33. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 28 km.....	74
34. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 29 km.....	74
35. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 30 km.....	75
36. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 31 km.....	75
37. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 32 km.....	76
38. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 33 km.....	76
39. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 34 km.....	77
40. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 35 km.....	77
41. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 36 km.....	78
42. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 37 km.....	78
43. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 38 km.....	79
44. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 39 km.....	79
45. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 41 km.....	80
46. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 42 km.....	80
47. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 43 km.....	81
48. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 44 km.....	81
49. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 44 km.....	82
50. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 45 km.....	82
51. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 46 km.....	83
52. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 47 km.....	83
53. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 48 km.....	84
54. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 49 km....	84
55. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 50 km.....	85
56. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 51 km.....	85

57. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 52 km.....	86
58. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 53 km.....	86
59. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 54 km.....	87
60. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 55 km.....	87
61. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 56 km.....	88
62. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 58 km.....	88
63. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 60 km.....	89
64. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 62 km.....	89
65. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 64 km.....	90
66. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 66 km.....	90
67. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 68 km.....	91
68. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 70 km.....	91
69. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 72 km.....	92
70. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 74 km.....	92
71. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 76 km.....	93
72. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 78 km.....	93
73. Hasil koordinat pengukuran rtk ntrip <i>baseline</i> 79 km.....	94
74. Hasil perhitungan <i>outlier</i>	96
74. Hasil perhitungan RMSE	122
75. Hasil ketelitian horizontal dan vertikal	145
76. Hasil regresi HRMSE dan panjang <i>baseline</i>	146
77. Hasil regresi VRMSE dan panjang <i>baseline</i>	146

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kesalahan dan bias pengukuran GNSS.....	10
2. Efek ionsfer terhadap sinyal GNSS	11
3. Efek troposfer terhadap sinyal GNSS.....	12
4. Kesalahan <i>multipath</i>	13
5. Sebaran lokasi CORS BIG di Indonesia	15
6. Konsep pengukuran metode rtk	17
7. Skema komponen <i>streaming</i> ntrip	20
8. Sistem komponen NTRIP	21
9. CHC C220GR2	22
10. Tampilan antena ULPC.....	23
11. Tampilan receiver CHCNAV N72 ULPC.....	24
12. Ilustrasi Tingkat Akurasi dan Presisi	25
13. Lokasi penelitian	28
14. Diagram alir tahapan persiapan.....	29
15. Diagram <i>scatter</i> koordinat titik pengamatan 1	36
16. Diagram <i>scatter</i> koordinat titik pengamatan 2.....	38
17. Diagram <i>scatter</i> koordinat titik pengamatan 3.....	40
18. Diagram <i>scatter</i> koordinat titik pengamatan 4.....	42
19. Diagram <i>scatter</i> koordinat titik pengamatan 5.....	44
20. Diagram <i>Scatter</i> Ketelitian Horizontal.....	49
21. Grafik Garis Hasil Ketelitian Horizontal	50
22. Diagram <i>scatter</i> hasil ketelitian vertikal	51
23. Diagram garis hasil ketelitian vertikal	51

24. Dokumentasi Pengambilan Data di Titik Pengamatan.....	61
25. <i>Plotting</i> Ketelitian Horizontal	147

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Continuously Operating Reference Station (CORS) adalah suatu teknologi berbasis GNSS yang berwujud sebagai jaring kerangka geodetik. Pada setiap titik CORS dilengkapi dengan *receiver* yang bisa menerima sinyal dari satelit-satelit GNSS yang bekerja dengan cara penuh serta kontinu dalam jangka waktu 24 jam. CORS umumnya dimanfaatkan sebagai titik ikat untuk pengukuran GNSS metode *Real-Time Kinematic Networked Transfer of RTCM via Internet Protocol* (RTK NTRIP) (Isioye, dkk., 2015). CORS berfungsi mengikat *rover* yang berada di titik pengamatan. *Rover* menerima koreksi dari CORS yang berperan sebagai stasiun referensi untuk menentukan koordinat titik pengamatan. Sinyal koreksi dilakukan pengiriman dari CORS memakai metode NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) lewat jaringan internet menuju *rover station* (Chiuman, dkk., 2021). NTRIP ialah suatu metode guna melakukan pengiriman koreksi data GPS ataupun GLONASS (dengan format RTCM) lewat jaringan internet, sehingga informasi mengenai posisi dapat diperoleh secara cepat (Widya Rasyid dan Sudarsono, 2016). Tipe stasiun CORS di Indonesia terbagi menjadi 2 jenis, yakni *single base station* serta *network base station*. *Single base station* ialah sistem CORS yang memakai 1 stasiun referensi guna melakukan pengiriman koreksi terhadap *rover*, dengan jangkauan jarak yang bisa diberikan pelayanan pada saat memberikan koreksi adalah dalam kisaran 10 sampai dengan 20 km (Artini, 2018). Adapun *network base station* ialah sistem CORS yang memakai lebih dari satu sistem referensi, dengan jangkauan jarak yang bisa diberikan pelayanan pada saat memberikan koreksi adalah dalam kisaran 50 sampai 70 km (Ramadhon, 2020).

Indonesia sudah memiliki beberapa stasiun CORS, salah satunya adalah CORS yang di hadirkan oleh Universitas Lampung, yaitu CORS di Gedung G Teknik Geodesi selaku stasiun referensi yang memberikan pelayanan aplikasi penentuan

posisi berbasis teknologi GNSS dan sudah mulai beroperasi pada Desember 2021. CORS ULPC menggunakan sistem referensi ITRF 2014 dan *epoch* 2021. CORS ULPC berfungsi selaku stasiun referensi yang memberikan layanan secara *post processing* dan *realtime*. CORS ULPC memberikan bermacam-macam pilihan format data *differential* meliputi RTCM versi 2.3, versi 3.0, versi 3.2, CMR, CMR+, SCMR serta RTD. Dalam proses perekaman data sistem CORS ULPC metode RTK NTRIP, pemilihan versi RTCM berpengaruh terhadap ketelitian koordinat dan waktu pengiriman koreksi data yang dihasilkan melalui pengamatan RTK NTRIP (Setiani, Okta Tri, 2022)

Secara umum, dalam pengamatan RTK (*Real Time Kinematik*) pengaruh panjang *baseline* dari beberapa penelitian didapat temuan bahwa ketelitian data horisontal dan vertikal akan semakin menurun dengan semakin panjangnya *baseline* (Charles, 2007; Fadhila dan Khomsin, 2013; Williams Okey dan Manuel da Silva Fernandes Covilhã, 2015).

Dalam pengukuran RTK-NTRIP terdapat empat solusi pengukuran yaitu pengukuran *fixed*, *float*, *dgps* dan *auto*, ini merupakan solusi yang memiliki ketelitian posisi yang berbeda-beda. Sehingga, dengan adanya solusi pengukuran RTK-NTRIP ini dapat diketahui kualitas layanan CORS ULPC berdasarkan tingkat presisi dan akurasi dari horisontal dan vertikal yang dihasilkan (Prabowo, 2014; Basith dan Meygan Pratiwi, 2015). Faktor – faktor yang berpengaruh pada layanan RTK adalah negara Indonesia dengan garis khatulistiwa, efek *ionosfer*, jangkauan dan kekuatan komunikasi data tergantung alat yang dipakai, *network area*, *battery rover*, jarak antara *rover* dengan *base station* semakin jauh jaraknya maka semakin menurun kualitasnya (± 30 km) (Baybura, dkk, 2019; Sari. Atika dan Khomsin, 2014; Schmitz, dkk., 2014). Berkaitan dengan perkembangan dan kebutuhan survei pemetaan di Indonesia maka dibutuhkan suatu sistem pengukuran yang bisa didapat *real time* namun juga dapat memberikan kualitas data dan posisi yang baik. Dalam penelitian ini, dapat diketahui berapa besar ketelitian horisontal dan ketelitian vertikal yang dihasilkan dari pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP pada pengukuran situasi dengan jarak panjang *baseline* yang semakin jauh.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan pelayanan kepada masyarakat luas khususnya teknologi navigasi saat ini, Universitas Lampung telah memiliki stasiun CORS yang bernama ULPC (Universitas Lampung CORS). Stasiun CORS ini baru mulai beroperasi pada Desember 2021, CORS ULPC memiliki fungsi selaku stasiun referensi yang memberikan layanan *post processing* dan secara *realtime*.

Metode RTK-NTRIP dengan GPS CORS sebagai *base station* memiliki kelebihan praktis dalam bidang penentuan posisi secara *real time* dengan area cakupan yang luas, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan dalam bidang geodesi seperti pemetaan topografi, kadaster, GIS, dan keperluan navigasi lainnya.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, dapat diidentifikasi pertanyaan pertanyaan yang muncul dalam penelitian ini yakni, CORS ULPC sudah dan hendak dipakai pada berbagai kegiatan pengukuran, namun masih belum diketahui seberapa besar ketelitian yang didapatkan dari jarak tertentu untuk menentukan posisi GNSS yang memakai metode RTK NTRIP, serta adakah pengaruh dari panjang *baseline* terhadap ketelitian yang akan didapatkan. Berkaitan dengan hal tersebut maka penulis akan melakukan kajian performa CORS ULPC untuk penentuan posisi dengan metode RTK NTRIP berdasarkan panjang *baseline*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian adalah:

1. Memperoleh nilai ketelitian pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP pada Stasiun CORS ULPC pada *baseline* Bakauheni;
2. Mengetahui pengaruh dari panjang *baseline* terhadap hasil ketelitian pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP;

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pengguna layanan CORS Universitas Lampung sebagai acuan dalam pengukuran GNSS dengan metode RTK-NTRIP yang mana dalam penentuan posisi menggunakan metode RTK-NTRIP dapat memberikan manfaat dalam bidang geodesi terutama untuk survei pemetaan dengan jarak tertentu untuk mendapatkan ketelitian yang relatif tinggi.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Metode penentuan posisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penentuan posisi GNSS metode RTK-NTRIP dengan menggunakan *base* CORS ULPC;
2. Dalam penelitian ini menggunakan alat GNSS HI-TARGET *type* v60 sebagai *rover*;
3. *Provider* yang digunakan pada proses pengamatan RTK-NTRIP yakni Telkomsel;
4. Data yang digunakan meliputi data pengamatan dalam jangkauan maksimum stasiun CORS ULPC hingga jarak 79 km kearah Bakauheni, dimana jarak antar titik pengamatan ialah 1 (satu) km;
5. Dalam setiap titik dilakukan perekaman data dengan interval waktu 5 detik pada masing masing titik untuk mencapai nilai *fix* pengukuran dan apabila tidak bisa mencapai nilai *fix* pengukuran waktunya dibatasi sampai 15 menit dan data *direcord* sesuai dengan nilainya;
6. Hasil akhir dari penelitian ini adalah menyajikan jangkauan penentuan posisi hasil pengamatan RTK NTRIP beserta ketelitian dari masing-masing titik pengamatan menggunakan CORS ULPC.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam pengambilan keputusan tentunya penulis menjadikan penelitian-penelitian terdahulu menjadi referensi, baik itu dalam segi ide, tulisan, hal-hal teknis dan lain sebagainya yang selanjutnya akan digunakan untuk melihat kekurangan serta kelebihan dari penelitian-penelitian tersebut sehingga menjadi bahan penyempurnaan bagi penelitian penulis. Berikut adalah penelitian yang dijadikan referensi dalam penelitian.

Tabel 1. Penelitian terdahulu

No	Peneliti, Tahun, Judul	Metode	Hasil
1	Muhammad Wildan Tahun 2020. Studi Performa Ketelitian Pengukuran Gnss Metode RTK NTRIP Pada Stasiun INACORS BIG Terhadap Fungsi Panjang <i>Baseline</i> (Studi Kasus : Stasiun CBJY, Lampung Tengah)	Metode RTK NTRIP dengan variasi jarak.	Hasil ketelitian pengukuran RTK NTRIP pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa semakin panjang <i>baseline</i> pengukurannya maka ketelitian pengukuran semakin berkurang. Secara keseluruhan dari penelitian mendapatkan solusi pengukuran yang <i>fixed</i> dapat dikatakan bahwa pengukuran RTK-NTRIP dengan menggunakan <i>base station</i> CORS BIG (CBJY) bagus dan memenuhi standar karena selisih koordinat sudah melingkupi fraksi sentimeter.
2	Syafрил Ramadhon Tahun 2020. Pengaruh Lingkungan Pengamatan Pada Ketelitian Horisontal GNSS dengan Metode	Metode RTK- NTRIP pada lokasi- lokasi yang mengakomodir bermacam-macam kemungkinan obstruksi yang di timbulkan oleh	Ketelitian posisi horisontal pada pengukuran GNSS dengan metode RTK-NTRIP sangat dipengaruhi oleh obstruksi di lingkungan pengamatan. Metode RTK-NTRIP amat baik jika dilakukan dalam lingkungan observasi yang bebas obstruksi serta sebaliknya tidak

	RTK-NTRIP.	lingkungan pengamatan. Analisis data dilaksanakan dengan cara deskriptif melalui perbandingan ketelitian horizontal yang sanggup diraih di tiap-tiap wilayah dengan periode guna meraih ketelitian tersebut.	optimal dilakukan di wilayah yang banyak obstruksi, baik itu berupa bangunan dan vegetasi karena memerlukan waktu yang relatif lama untuk mencapai ketelitian <i>fixed</i> (≤ 5 cm).
3	Dzaki Hasni Putera, Silvester Sari Sai ST., MT, Adhka Yulianandha M. ST., MT Tahun 2019. Kajian Panjang Pengaruh <i>Baseline</i> Pada Pengukuran <i>GNSS</i> Metode <i>Single RTK</i> (<i>Real Time Kinematik</i>) Untuk Penentuan Titik Referensi Tambahan Dalam Proses Demarkasi Batas Desa	Penelitian ini menggunakan <i>GNSS</i> metode <i>single RTK</i> dan dilakukan uji hipotesa <i>chi-square</i> dan <i>t-student</i> untuk mengetahui hasil observasi lapangan apakah memenuhi standar yang di harapkan atau tidak.	Pada pengamatan memakai metode <i>single Real Time Kinematic</i> diketahui dengan jarak 500 meter mempunyai selisih nilai koordinat paling sedikit sejauh 2,47 cm dan yang mempunyai selisih nilai koordinat paling banyak berada pada jarak untuk jarak 1.500 m memiliki selisih jarak 271,19 cm. Hal ini membuktikan jika dalam metode <i>single Real Time Kinematic</i> panjang <i>baseline</i> mempengaruhi tingkat ketelitian pengukuran yang mana semakin panjang jarak <i>baseline</i> maka tingkat ketelitian pengukuran semakin berkurang
4	Indah Permata Sari Tahun 2022 Kajian Peforma Kualitas <i>CORS</i> ULPC Berdasarkan Jarak <i>Baseline</i> Dengan Metode <i>RTK-NTRIP</i> (Studi Kasus : <i>Baseline</i> Bakauheni)	Metode <i>RTK NTRIP</i> dengan beberapa kali pengamatan ataupun hingga dalam jarak <i>CORS</i> ULPC tidak memberikan koreksi <i>streaming</i> data.	Diharapkan hasil pengamatan dengan menggunakan <i>CORS</i> ULPC yang mana dalam penentuan posisi menggunakan metode <i>RTK-NTRIP</i> dapat memberikan manfaat dalam bidang geodesi terutama untuk survei pemetaan dengan jarak tertentu untuk mendapatkan ketelitian yang relatif tinggi.

Berdasarkan tabel 1, dapat diketahui perbedaan dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terdapat pada bahan yang dikaji maupun hasil yang ingin dicapai. Pada penelitian ini, hasil yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui ketelitian pengukuran beserta pengaruh panjang *baseline* terhadap ketelitian pengukuran.

Dengan itu, melalui hasil penelitian ini, penulis berharap bahwa penelitian ini bisa memberi informasi kepada pengguna layanan CORS ULPC terkait peforma CORS ULPC untuk penentuan posisi untuk mengetahui ketelitian yang dihasilkan pada jarak tertentu dan pengaruh antar panjang *baseline* dengan ketelitian yang akan didapatkan.

2.2 *Global Navigation Satellite System (GNSS)*

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) adalah sebuah sistem satelit yang terbagi menjadi konstelasi satelit yang memberikan ketersediaan informasi waktu serta lokasi, menghasilkan pemancaran berbagai sinyal pada macam-macam frekuensi dengan cara berulang-ulang, yang ada disemua lokasi diatas permukaan bumi. GNSS mempunyai peranan penting dalam navigasi (UNOOSA, 2011).

GNSS ialah metode penentuan posisi yang dilaksanakan lewat observasi serta pengukuran terhadap satelit ataupun benda angkasa yang lain. *Receiver* GNSS geodetik yang dipakai ialah *rover receiver* GNSS yang memiliki jenis *dual frequency*, sehingga pada saat observasi bisa mendapatkan data pengamatan satelit satelit GNSS dengan wujud data *code* serta data *phase* (Yuwono, dkk., 2017). Di sisi lain, *rover receiver* GNSS yang dipakai mempunyai teknologi komunikasi teknologi radio/*GSM/ GPRS/CDMA* agar bisa berkaitan dengan stasiun referensi ataupun pusat kontrol untuk melakukan pengiriman serta mendapatkan koreksi data koordinat posisi (Kujawa & Rogowski, 2008). Melalui stasiun referensi yang bekerja dibawah kendali *server*, bisa didapatkan koordinat ataupun posisi sebuah titik dengan ketelitian yang amat (Muhr dan Noack, 2006). Hasil yang didapatkan berwujud data pengukuran, pengukuran yang dilaksanakan mesti berlandaskan atas syarat-syarat, yakni lokasi pengukuran mesti mempunyai ruang pandang yang terbuka ke langit supaya sinyal satelit GNSS yang menuju *receiver* bisa didapatkan secara baik ataupun tiada obstruksi (halangan), dan lokasi pengukuran mesti jauh dari objek ataupun benda yang gampang memantulkan sinyal oleh satelit GNSS guna meminimumkan efek *multipath* (Ramadhon, 2020; Sari. Atika dan Khomsin, 2014).

Konsep dasar dilakukannya penentuan posisi dengan GNSS ialah *space resection* (pemotongan ke belakang) dengan jarak, yakni melalui pengukuran jarak ke sebagian satelit GNSS yang sudah diketahui koordinatnya, melalui pengamatan dengan cara simultan ke minimum empat buah satelit guna memperoleh 3 parameter posisi serta 1 parameter waktu. Jarak itu tak bisa dilakukan pengukuran langsung, namun dengan jalan melakukan pengukuran besaran lainnya yakni periode rambat sinyal dari satelit ke stasiun pengamatan. Posisi yang diberi oleh GNSS ialah posisi tiga dimensi (X, Y, Z ataupun ϕ, λ, h) yang disampaikan dengan datum WGS (*World Geodetic System*) 1984 (Abidin, 2000).

Pada saat menentukan posisi memakai GNSS, dikenal dua metode untuk menentukan posisi pada umumnya, antara lain metode menentukan posisi dengan cara *absolute* dan metode *relative* (Aditiya, dkk., 2014). Metode menentukan posisi dengan cara *absolute* atau yang lebih dikenal dengan *point positioning* ialah penentuan posisi sebuah titik secara mandiri dimana suatu posisi suatu titik direferensikan terhadap pusat dari sistem koordinat. Metode tersebut ialah desain awal untuk menentukan posisi yang menggunakan teknologi GNSS (Hegarty dan Chatre, 2008). Posisi titik yang ditentukan tak tergantung dengan titik yang lain. *Receiver* yang dipakai hanyalah 1 buah, sedangkan metode menentukan posisi dengan cara relatif biasanya melalui pengamatan posisi satelit GNSS pada konstelasi yang serupa dengan cara bersama sama dengan jangka waktu yang serupa serta memiliki tujuan guna mengetahui posisi relatif dua atau lebih stasiun pengamatan serta menentukan jarak antara dua stasiun atau lebih yang dikenal dengan jarak basis (*baseline*) (Raharjo, dkk., 2018). Dalam metode ini posisi sebuah titik ditentukan relatif terhadap titik lain yang sudah diketahui koordinatnya (Chiuman, dkk, 2021)

Dengan adanya kedua penentuan posisi dengan cara *absolute* serta *relative* dijelaskan menjadi sebagian metode penentuan posisi yakni pengukuran posisi metode statik, menentukan posisi yang tahapan pengolahannya dilaksanakan usai pengamatan selesai ataupun yang kerap diketahui sebagai metode *post-processing* dari pengukuran posisi dengan memakai statik, setelah itu berkembang menjadi metode pengamatan kinematik meliputi *rapid static*, *stop and go* serta *pseudo-*

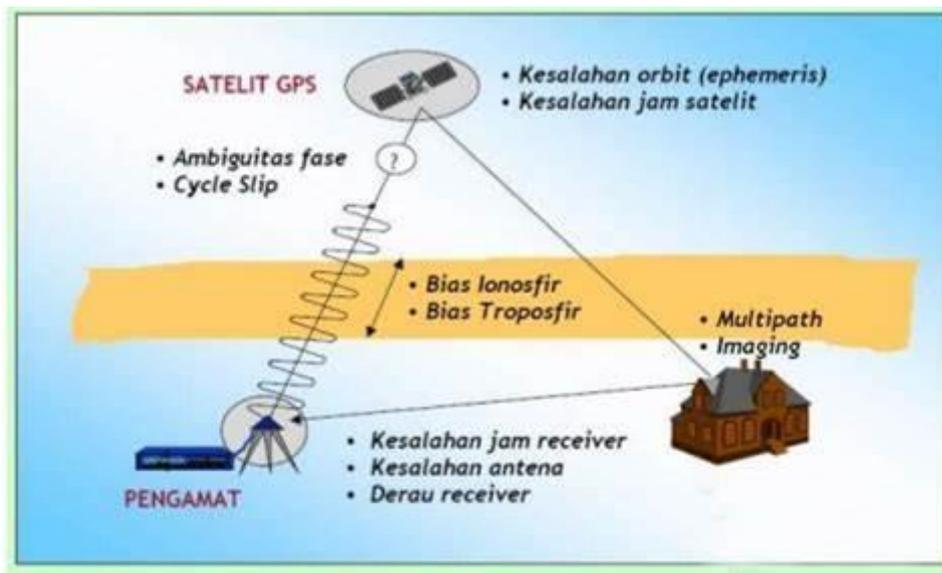
kinematic (Chodiq, 2018). Pengamatan yang memakai metode statik bisa memberi ketelitian data yang lebih tinggi yang dapat meraih fraksi milimeter (mm) akan tetapi membutuhkan periode yang tidak sebentar. Berlainan dengan metode pengamatan kinematik yang memerlukan periode yang lebih singkat, akan tetapi dalam ketelitian sekedar meraih fraksi desimeter (dm) (Aditiya, dkk., 2014). Setelah itu berkembang menjadi metode RTK (*Real Time Kinematic*) yang diinginkan menjadi solusi masalah yang ada. Metode RTK ialah metode pengamatan relatif dengan memakai data fase yang posisinya didapatkan dengan cara diferensial disaat pengamatan dengan cara *real time* yang dikirimkan dari *base* menuju *rover* (Sudiyanto Sitohang, dkk, 2014). Metode RTK digolongkan dalam dua metode, yakni RTK UHF serta RTK NTRIP. Melalui dua metode itu bisa memberi ketelitian dengan fraksi sentimeter (cm), akan tetapi dalam metode RTK UHF hanyalah bisa meraih jangkauan 1 sampai dengan 2 kilometer jika diukur dari *base*. Sekarang sudah dilakukan pengembangan sistem CORS (*Continually Operating Reference Station*) yang menjadi stasiun referensi yang berkerja dengan cara terus-menerus alhasil bisa dipakai selaku pedoman untuk menentukan posisi GNSS dengan cara *real-time* ataupun *post-processing* (Chiuman, dkk, 2021)

GNSS yang ada saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*) yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat, GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) milik Rusia, GALILEO milik Uni Eropa, dan COMPASS atau BEIDOU milik Cina. India serta Jepang sudah melakukan pengembangan kemampuan GNSS regional melalui peluncuran sebagian satelit menuju antariksa guna menambahkan kemampuan yang telah dilakukan penyediaan dari sistem global pada saat menyediakan tambahan cakupan regional. (UNOOSA, 2011).

2.3 Kesalahan dan Bias Survei GNSS

Dalam perkembangannya Survei GNSS dapat dipengaruhi oleh beberapa kesalahan dan bias, dapat dilihat pada gambar 1. Kesalahan dan bias pada dasarnya dapat diklasifikasikan atas kesalahan dan bias sebagai berikut (Ramadhon, 2020):

1. Satelit, seperti kesalahan orbit;
2. Medium propagasi, seperti bias ionosfer dan bias troposfer;
3. *Receiver* GNSS, seperti kesalahan jam *receiver*;
4. Data pengamatan, seperti ambiguitas fase;
5. Lingkungan sekitar GNSS *receiver* seperti *multipath*.



Gambar 1. Kesalahan dan bias pengukuran GNSS
(Sumber : <http://www.jasaukurtanah.com>.)

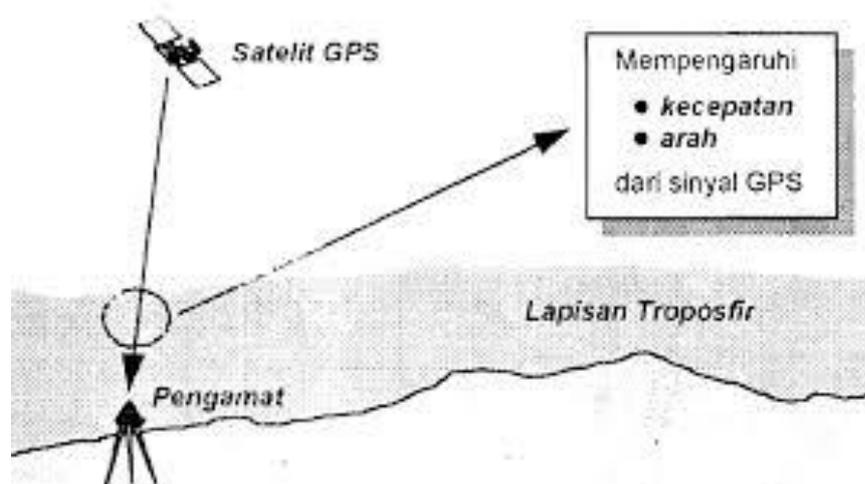
Kesalahan dan bias secara karakteristik akan dijelaskan secara umum (Baybura, dkk., 2019), sebagai berikut :

2.3.1 Kesalahan *Ephemeris* (Orbit)

Kesalahan *ephemeris* (orbit) adalah kesalahan dimana orbit satelit yang dipancarkan oleh satelit tidak sama dengan orbit yang sebenarnya. Dengan kata lain posisi satelit ini tidak sama dengan posisi satelit yang sebenarnya. Kesalahan orbit ini akan mempengaruhi ketelitian dari koordinat titik-titik yang akan ditentukan. Seperti pada penentuan posisi secara relatif makin panjang *baseline* yang akan diamati maka efek bias dan kesalahan orbit nya akan semakin besar (Artini, 2018).

2.3.2 Bias Ionsfer

Ionosfer adalah bagian dari lapisan atas atmosfer dimana jumlah elektron dan ion bebas mempengaruhi perambatan gelombang radio. Lapisan ionosfer ini diantara 60-1000 km diatas permukaan bumi. Jumlah elektron dan ion bebas ini bergantung pada besarnya radiasi matahari, ion-ion bebas dalam lapisan ionosfer akan mempengaruhi propagasi sinyal GNSS. Dimana akan berpengaruh terhadap kecepatan, arah dan kekuatan dari sinyal GNSS. Ionosfer akan memperlambat *pseudorange* dan mempercepat fase dengan bias jarak yang relatif sama (Ekawati, 2010). Efek ionsfer terhadap survei GNSS dapat dilihat pada gambar 2.

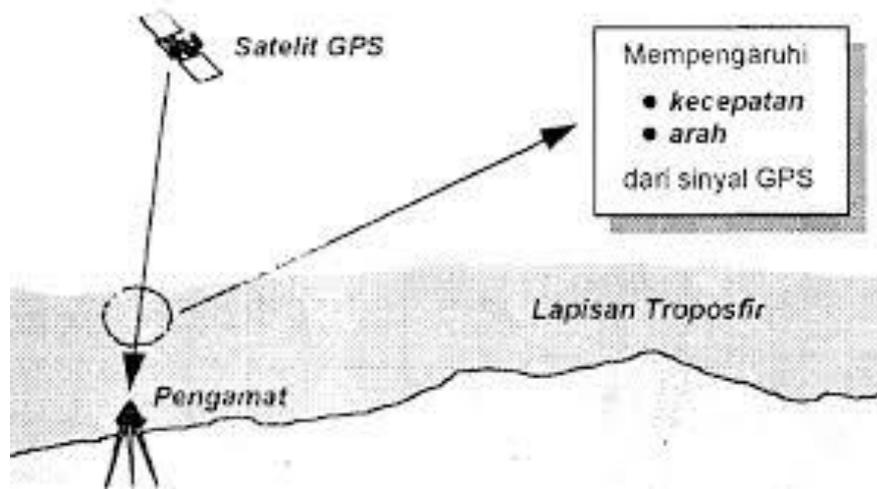


Gambar 2. Efek *ionosfer* terhadap survei gnss (Abidin, 2007)

2.3.3 Bias Troposfer

Sinyal dari satelit GNSS untuk sampai ke antenna akan melewati lapisan troposfer. Lapisan troposfer adalah lapisan atmosfer netral yang berbatasan dengan permukaan bumi dimana temperatur akan menurun dengan membesarnya ketinggian. Lapisan ini mempunyai ketinggian sekitar 9-16 km tergantung pada tempat dan waktu. Ketika melalui troposfer sinyal GNSS akan mengalami pembelokkan (refraksi) yang menyebabkan perubahan pada kecepatan dan arah sinyal GNSS, efek utama dari troposfer ini pada umumnya sama dengan ionosfer

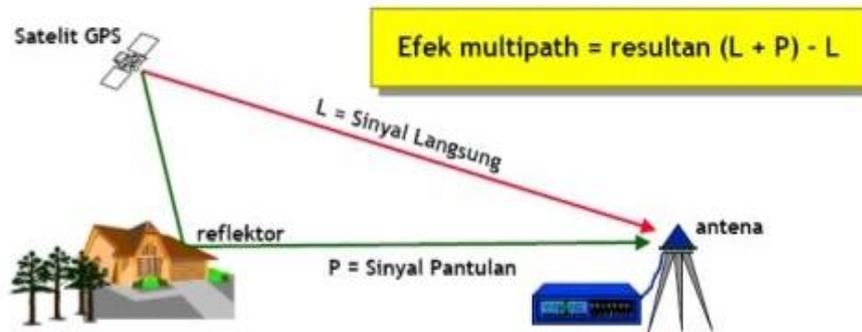
yaitu terhadap kecepatan atau hasil ukuran jarak (Sholihah, dkk., 2018).Efek troposfer terhadap survei GNSS dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Efek *Troposfer* Terhadap Survei GNSS (Abidin, 2007)

2.3.4 *Multipath*

Multipath adalah suatu keadaan dimana sinyal dari satelit sampai di antena GNSS melalui dua atau lebih dari tempat yang berbeda. Dalam hal ini satu sinyal merupakan sinyal langsung dari satelit ke antena, sedangkan lainnya merupakan sinyal-sinyal hasil pantulan benda-benda yang ada disekitar, seperti jalan raya, gedung, dan kendaraan. Bidang-bidang pantulan bisa berupa bidang horizontal, vertikal maupun bidang miring. Kesalahan *multipath* ini akan menyebabkan sinyal-sinyal GNSS berinteraksi dengan gelombang yang tidak sesuai saat sampai di antena, kemudian menyebabkan kesalahan pada hasil pengamatan sehingga jarak ukuran tidak sesuai (Yulaikhah, dkk., 2018) Kesalahan akibat *multipath* pada hasil jarak ukuran dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Efek *Multipath* Terhadap Survei GNSS (Abidin, 2007)

Pada metode pemrosesan dalam *receiver*, efek *multipath* dapat mereduksi sinyal GNSS secara *real-time* di dalam *receiver*. Efek *multipath* itu sendiri sudah direduksi kelevel yang relatif rendah, namun dalam satelit juga dapat terjadinya efek *multipath* akan tetapi pada umumnya relatif kecil dan dapat diabaikan.

2.3.5 Ambiguitas Fase

Ambiguitas fase adalah jumlah gelombang penuh yang tidak terukur oleh *receiver* GNSS. Setiap pengamatan fase mempunyai suatu ambiguitas fase yang berbeda-beda antara satu dan lainnya. Apabila pengamatan GNSS dilakukan secara kontinyu maka ambiguitas fase nya akan sama halnya dengan setiap epok tertentu. Secara umum terdapat 3 aspek yang akan direduksi pada ambiguitas sendiri yaitu: eliminasi kesalahan dan bias dari data pengamatan GNSS, geometri satelit dan teknik resolusi ambiguitas itu sendiri (Yulaikhah, dkk., 2018). Walaupun data pengamatan sudah dapat direduksi dengan resolusi ambiguitas fase ini tetapi data pengamatan masih mengandung sisa residu dari kesalahan-kesalahan orbit, ionosfer, dan troposfer. Faktor yang mempengaruhi membesarnya residu ini adalah dengan panjangnya *baseline* pengamatan dengan stasiun referensi pengamatan yang dipakai (Geng dan Li, 2019; Zharkov, dkk., 2018).

2.3.6 Kesalahan Jam Receiver

Pada umumnya kesalahan ini mempunyai dua faktor yaitu kesalahan jam satelit dan kesalahan jam *receiver*, akan tetapi jam *receiver* mempunyai kesalahan yang lebih besar dibandingkan dengan kesalahan jam pada satelit, karena jam satelit sudah menggunakan jam atom yang memiliki daya relatif besar dibandingkan jam osilator yang dipakai dalam jam *receiver* dan juga dari segi stabilitas dan ketelitian jam atom lebih besar dibandingkan jam osilator, oleh sebab itu dapat diperkirakan komponen kesalahan pada ukuran jarak disebabkan oleh jam *receiver* daripada kesalahan jam satelit (Ekawati, 2010; Yulaikhah, dkk., 2018).

2.4 Continuously Operating Reference Station (CORS)

CORS (*Continuously Operating Reference Station*) merupakan stasiun yang sanggup menerima sinyal-sinyal yang diberikan oleh GNSS (*Global Navigation Sattelite System*). CORS melakukan pengamatan dengan durasi 24 jam tiap harinya secara static (Fadhila dan Khomsin, 2013; Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional, 2013). Penempatan dan pemasangan CORS dilakukan dengan memperhatikan kebebasan terhadap obstruksi di sekitarnya (diruang terbuka) alhasil efek *multipath* dari hasil pengamatan yang dilakukan relatif kecil. (Baybura, dkk., 2019; Ramadhon, 2020)

Umumnya, CORS dijadikan sebagai referensi dalam mengontrol jaring-jaring kerangka geodesi yang disebarkan diseluruh pulau Indonesia. CORS memiliki ketelitian yang tinggi alhasil sering dijadikan *base* dalam pengikatan dan pemrosesan *baseline*. Posisi titik yang sudah dihubungkan dengan CORS, bisa diketahui apakah berlangsung perubahan ataupun tidak serta besar ataupun tidak perubahan posisi yang berlangsung (Fadilla K dan Khomsin 2013).

Pemasangan stasiun CORS di Indonesia sudah dilaksanakan bagi sebagian instansi pemerintah semacam BIG serta BPN (Aditiya, dkk., 2014). Sejak tahun 1996 rintisan awal Ina-CORS sudah dikembangkan BIG namun sampai saat ini Ina-CORS dapat dikatakan belum ideal apabila dibandingkan dengan jaringan CORS negara-

negara lain, contohnya Jepang dengan daratan seluas 377.972 km² sudah memiliki 1.240 stasiun CORS pada tahun 2012, sedangkan Indonesia dengan daratan seluas 1,91 juta km² hanya memiliki sekitar 285 stasiun CORS pada tahun 2018 (Chiuman, dkk, 2021).

Pulau Jawa merupakan pulau dengan jumlah stasiun CORS terbanyak, yaitu sejumlah 71 stasiun. Dengan jumlah tersebut stasiun CORS ini diharapkan dapat berkembang menjadi sistem yang aktif dan serbaguna di tahun-tahun mendatang. Sebaran stasiun CORS milik BIG ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Sebaran lokasi CORS BIG di Indonesia
(Sumber: <https://srgi.big.go.id/jkg-active>)

Sistem CORS memungkinkan mendapatkan akurasi posisi mendekati beberapa sentimeter relatif terhadap *National Spatial Reference System*, baik secara *horizontal* maupun *vertical*. *Continuously Operating Reference Station (CORS)* dari *receiver GNSS* mendukung banyak aplikasi akurasi tinggi dalam survei, pemetaan, navigasi dan geodesi pembentukan jaringan CORS semakin meningkat diseluruh dunia, dan akan digunakan jangka panjang untuk studi *geoscientific* serta memberikan dasar *positioning GNSS-RTK (Real Time Kinematic)* dan pembesaran (termasuk *Assisted GNSS* atau *A-GNSS*) (Isioye, dkk., 2015).

Agar bisa mendapatkan akses terhadap GNSS-CORS, *receiver* mesti dilengkapi dengan sambungan internet selaku komunikasi data dari stasiun GNSS-CORS

menuju *receiver*. Melalui perihal tersebut, data GNSS-CORS tersedia lewat *web* dengan format RINEX (*Receiver Independent Exchange*) ataupun *streaming* NTRIP (*Network Transport RTCM via Internet Protocol*). NTRIP ialah suatu metode guna melakukan pengiriman koreksi data GPS ataupun GLONASS (dengan format RTCM) lewat jaringan internet, sehingga informasi mengenai posisi dapat diperoleh secara cepat. RTCM sendiri ialah singkatan dari *Radio Technical Commission for Maritime Services*, yang menjadi komite khusus yang melakukan penentuan terhadap standar radio navigasi serta radio komunikasi maritim internasional. (Kujawa dan Rogowski, 2008; Schmit, dkk., 2014)

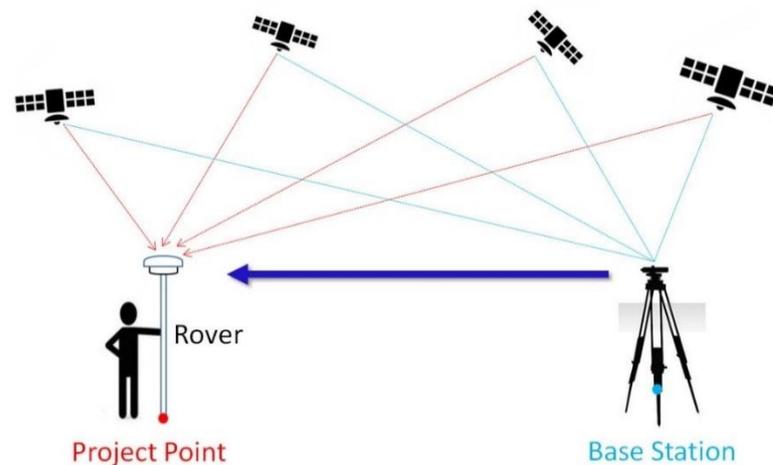
2.5 RTK (*Real Time Kinematic*)

Sistem RTK ialah sistem untuk menentukan posisi *real-time* dengan cara diferensial memakai data fase. Guna mewujudkan tuntutan *real time*-nya, stasiun referensi mesti melakukan pengiriman data fase serta *pseudorange*-nya terhadap pemakai dengan cara *real-time* memakai sistem komunikasi data khusus (Yuwono et al., 2017). Stasiun referensi serta pemakai mesti dilengkapi dengan perangkat pemancar serta penerima data. Ketelitian posisi yang diberi dari sistem RTK adalah sekitar 1 sampai dengan 5 cm, dengan asumsi jika ambiguitas fase bisa dilakukan penentuan dengan cara yang tepat (Muhr dan Noack, 2006). Untuk mencapai tingkat ketelitian tersebut, sistem RTK harus bisa melakukan penentuan terhadap ambiguitas fase dengan memakai banyaknya data yang terbatas serta juga selagi *receiver* bergerak. Mekanisme penentuan fase ambiguitas yang kerap dinamakan *on the fly ambiguity* ini bukanlah hal yang mudah dilaksanakan. Melalui hal tersebut, guna bisa melakukan penentuan terhadap ambiguitas dengan cara yang cepat serta tepat biasanya dibutuhkan pemakaian data fase serta *pseudorange* dua frekuensi, geometri satelit yang relatif baik, algoritma perhitungan yang relatif handal, mekanisme eliminasi kesalahan serta bias yang relatif baik serta benar (Yan, dkk., 2003)

Komponen RTK ada dua yaitu *base station* dan *rover*. *Base station* adalah *receiver* GNSS yang berada pada lokasi tertentu dan berguna sebagai titik referensi untuk

menentukan posisi titik yang diamat oleh *receiver* GNSS yang lain (pengguna). Dalam metode penentuan posisi RTK, *base station* berfungsi untuk memancarkan sinyal koreksi ke *rover*, sedangkan *rover* adalah receiver GNSS yang menerima koreksi dari *base station*, *rover* bergerak dari lokasi satu ke lokasi lain selama pelaksanaan survei RTK (Abidin, 2000)

Sistem RTK bisa dipakai guna menentukan posisi obyek-obyek yang diam ataupun bergerak, sehingga sistem RTK tidak hanya dapat merealisasikan survei *GPS real-time*, tetapi juga navigasi berketelitian tinggi. Aplikasi-aplikasi yang dapat dilayani oleh sistem ini cukup beragam, antara lain *staking out*, melakukan penentuan serta rekonstruksi batas persil tanah, survei pertambangan, survei rekayasa serta utilitas, serta aplikasi-aplikasi lainnya yang memerlukan informasi posisi *horizontal* secara cepat (*real-time*) dengan ketelitian yang relatif tinggi dalam orde beberapa cm (Mukti dan Hanafi, 2022).



Gambar 6. Konsep pengukuran metode rtk
(Sumber : <https://www.aasmyanmar.com/Services.html>)

Terdapat tiga kategori solusi pengukuran dalam metode RTK(Safi'i, 2018), yakni:

1. *Fix Rover* telah dihubungkan dengan *base station*, mempunyai ketelitian posisi 1 sampai dengan 5 cm, ambiguitas fase telah terkoreksi, banyaknya satelit yang diterima > 4 , bias *multipath* terkoreksi.

2. *Float Rover* telah dihubungkan dengan *base station*, mempunyai ketelitian posisi > 5 cm, ambiguitas fase belum terkoreksi, jumlah satelit yang ditangkap ≤ 4 , bias *multipath* belum terkoreksi.
3. *Standalone Rover* tidak terhubung dengan *base station*, memiliki ketelitian posisi > 1 m, ambiguitas fase belum terkoreksi, banyaknya satelit yang diterima ≤ 4 , bias *multipath* belum terkoreksi.

Metode penentuan posisi dengan cara *real time kinematic* dibagi dalam dua bagian (Feng dan Wang, 2008), yakni:

1. *Single base RTK*. Pengamatan yang dilakukan pada metode *single base RTK* ialah pengamatan dengan cara diferensial dengan memakai minimum 2 *receiver GNSS* yang bekerja dengan cara simultan melalui penggunaan data fase. Koreksi data dilakukan pengiriman dengan cara satu arah dari *base station* menuju *rover* lewat transmisi radio. Keterbatasan dari metode RTK ini adalah semakin panjang *baseline* antara *rover* dengan stasiun referensi, maka tingkat ketelitiannya akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh adanya kesalahan *distance dependent* (seperti perlambatan sinyal satelit GNSS akibat pengaruh *ionosfer*) yang semakin tinggi, karena semakin jauh jarak diantara *rover* dan stasiun referensi sehingga proses pemecahan resolusi ambiguitas (*ambiguity resolution*) antara *base station* dengan *rover* sukar untuk dilakukan.
2. *Network RTK Metode Network Real Time Kinematic (NRTK)* ialah suatu metode untuk menentukan posisi dengan cara relatif dari pengamatan GNSS. NRTK merupakan pengembangan dari metode *single base RTK*. Prinsip kerja NRTK secara umum adalah sebagai berikut. Stasiun referensi merekam data dari satelit GNSS dengan cara kontinu yang setelah itu dilakukan penyimpanan serta atau dikirim ke server *network RTK* lewat jaringan internet dengan cara yang bersamaan. Data yang dikirim oleh stasiun referensi adalah data dalam format *raw data* atau data mentah yang kemudian oleh server *network RTK* dipakai selaku bahan guna melaksanakan koreksi data yang bisa dipakai bagi pemakai (*rover*). Data yang memakai format *raw* itu dilakukan pengiriman dengan cara kontinu dengan interval khusus terhadap server *network RTK* lewat jaringan internet (Kujawa dan Rogowski, 2008). Oleh server, data itu

dilakukan pengolahan serta dilakukan penyimpanan dengan wujud *RINEX* yang bisa dipakai guna *post processing*, maupun dengan wujud *RTCM* yang dilakukan pengiriman menuju *rover* yang memerlukan koreksi data dari stasiun referensi. Sekarang, NRTK diberikan anggapan lebih memberi banyak keuntungan pada dunia penentuan posisi yang memakai GNSS, dibanding dengan pemakaian metode *single base* RTK (Feng dan Wang, 2008). Perihal tersebut karena dalam *single base* RTK sekedar ada satu master referensi alhasil kendala jarak diantara *rover* serta stasiun referensi (*base station*) menjadi permasalahan pokok. Jarak mempengaruhi ketelitian posisi yang dihasilkan. Makin jauh jarak diantara *rover* serta stasiun referensi (*base station*), kualitas posisi juga akan mengalami penurunan (Hafiz, dkk., 2014; Putera, dkk., 2019) Faktor jarak yang jauh tersebut menjadi permasalahan disaat penyelesaian *ambiguity resolution*, sama halnya dengan jangkauan radio komunikasi yang jauh alhasil memungkinkan terjadinya data *loss* dalam penyampaian informasi data dari stasiun referensi (*base station*) ke *rover* (Ramadhon, 2020).

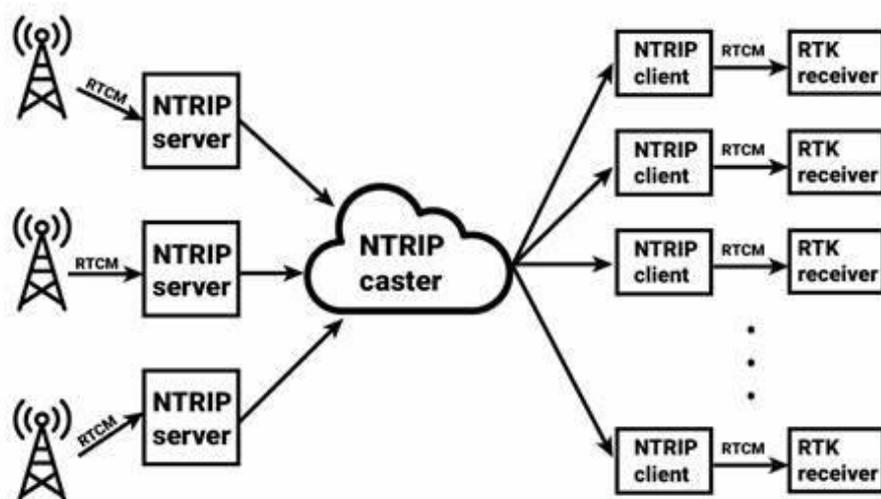
2.6 NTRIP (*Network Transport of RTCM via Internet Protocol*)

Teknologi NTRIP (*Network Transport of RTCM via Internet Protocol*) merupakan sebuah protokol standar yang didesain untuk menangani penerimaan dan pendistribusian data koreksi GNSS berupa *Radio Technical Commission for Maritime Service* (RTCM) dari stasiun-stasiun referensi CORS terhadap pemakai *rover* lewat akses internet dengan cara *real-time*. RTCM pun menjadi format standar dari pesan-pesan koreksi (Weber, G; Wiyono, 2021).

RTK-NTRIP menggunakan jaringan internet sebagai pengganti sinyal radio sebagai media komunikasi antar *base* serta *rover*. Metode pengukuran dengan menggunakan RTK-NTRIP dilansir lebih baik dikarenakan mampu menjangkau daerah yang lebih luas dibandingkan dengan RTK Radio (Wiyono, 2021).

Metode NTRIP sudah dapat dipakai di Indonesia dengan data dari Stasiun CORS yang dapat digunakan secara gratis untuk umum. Tipe stasiun CORS di Indonesia terdiri atas dua tipe, yaitu *single base station* serta *network base station*. *Single base station* adalah sistem CORS yang memakai satu stasiun referensi guna melakukan pengiriman koreksi terhadap *rover*, yang memiliki jangkauan jarak yang bisa dilayani pada saat memberi koreksi ialah dengan jangkauan 10 sampai dengan 20 km (Artini, 2018). Adapun *network base station* ialah sistem CORS yang memakai lebih dari satu sistem referensi, yang memiliki jangkauan jarak yang bisa dilayani pada saat memberikan koreksi adalah dalam kisaran 50 sampai dengan 70 km (Ramadhon, 2020).

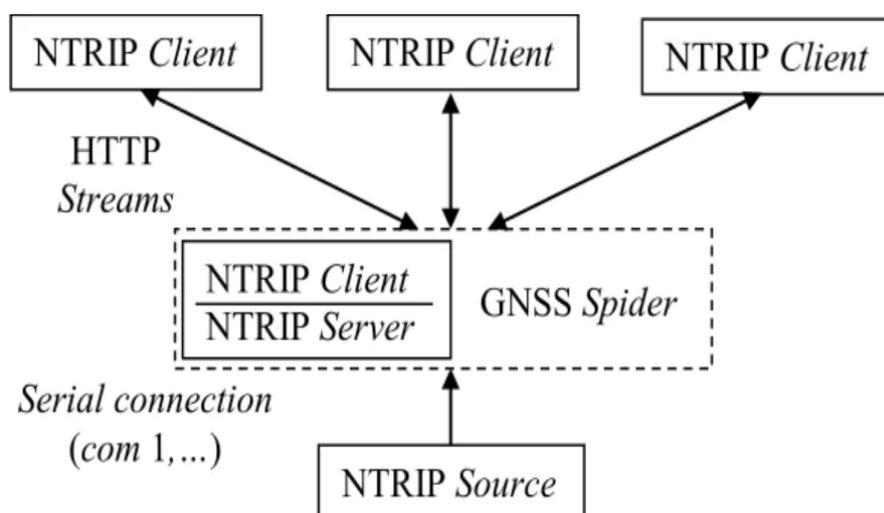
NTRIP dirancang menjadi *protocol non-profit* yang sudah diakui secara internasional sebagai sarana untuk mengirimkan data GNSS. *Transfer* data GNSS menggunakan NTRIP memanfaatkan layanan HTTP. NTRIP didesain untuk mengirimkan koreksi data GNSS dari stasiun GNSS CORS. Koreksi data melalui NTRIP dapat diterima oleh *clients* melalui PC, Laptop, PDA, dan *receiver* GNSS. *Streaming* data NTRIP dapat dilakukan dengan menggunakan internet secara *Wi-fi* dan *mobile internet* (GSM, EDGE, GPRS, dan UMTS). NTRIP terdiri dari 4 komponen yaitu: NTRIP *source*, NTRIP *server*, NTRIP *caster*, dan NTRIP *client*. Skema komponen *streaming* NTRIP tersaji pada gambar 7.



Gambar 7. Skema komponen *streaming* ntrip
(Sumber : <https://www.ardusimple.es/rtk-explained/>)

NTRIP terbagi menjadi empat komponen sistem (Romi Nugroho dan Agus Salim, 2014; Syetiawan, dkk., 2016):

1. *NTRIP Source*, ialah tahapan penyediaan data GNSS dengan cara kontinu semacam *streaming* data dari antenna GNSS menuju *NTRIP Server*.
2. *NTRIP Server*, melakukan transfer data RTCM menuju *NTRIP Caster* yang memakai jaringan TCP/IP. *NTRIP Server* butuh untuk disetujui terlebih dulu dari *NTRIP Caster* serta apabila mendapatkan perijinan alhasil data RTCM bisa dilakukan pengiriman menuju *NTRIP Caster*. *NTRIP Server* pun melakukan identifikasi nama *NTRIP Source* serta parameter informasi yang lain yang berkaitan dengan *NTRIP Source*.
3. *NTRIP Caster*, ialah suatu *server* internet yang mengelola serta membedakan kemana serta dari mana aliran data *NTRIP Server*. *Caster* melakukan pemeriksaan pesan permintaan dari *NTRIP Client* serta *Server* melakukan pemeriksaan apakah *Client Server* telah teregistrasi serta sah guna menerima ataupun memberi aliran data RTCM.
4. *NTRIP Client*, memperoleh *streams* data RTCM, *NTRIP Client* terlebih dulu mesti didapatkan oleh *NTRIP Caster*, apabila diterima alhasil *NTRIP Client* hendak menerima data GNSS dari *NTRIP Caster*. Guna memperoleh data RTCM, *client* mesti melakukan pengiriman parameter yang diberikan akses (pengguna ID serta *password*) dalam *NTRIP Caster*.



Gambar 8. Sistem komponen NTRIP
(Charles dalam Hapsoro, 2010)

2.7 ULPC (Universitas Lampung CORS)

ULPC merupakan singkatan dari Universitas Lampung CORS yang mulai beroperasi pada tanggal 8 Desember 2021. ULPC berada di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. ULPC melakukan penyediaan layanan data RINEX dengan sebagian *sampling rate* serta *streaming* NTRIP guna aplikasi RTK serta DGPS. Untuk menggunakan data dari ULPC, pengguna dapat menghubungi pihak pengelola stasiun CORS Universitas Lampung.

ULPC ini merupakan produk dari CHC Navigation Shanghai dengan tipe antena C220GR2 dan dilengkapi dengan *receiver* CHC N 72, adapun dapat dilihat gambarannya sebagai berikut :

1. CHC Navigation C220GR2 Geodetic GNSS Antenna



Gambar 9. CHC C220GR2

(Sumber: https://img.directindustry.com/images_di/photo-mg/174453-12748873.webp)

Desain *multi-band* CHC Navigation C220GR2 mendukung semua sinyal GNSS di masa sekarang serta masa depan, termasuk GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS, IRNSS, SBAS, dan L-band. Desain *multipath* yang kompak dan rendah yang unik. Antena ini memiliki fitur LNA *gain* tinggi dan lebar berkas lebar untuk memberikan fleksibilitas yang amat baik dalam aplikasi yang membutuhkan

penerimaan satelit elevasi rendah dan ketersediaan sinyal GNSS yang tinggi, terutama dalam situasi terhalang. Keakuratan pusat fase antenna mencapai tingkat milimeter dengan stabilitas dan pengulangan yang sangat tinggi untuk memastikan pemrosesan data GNSS yang sempurna terlepas dari *baseline*. CHC Navigation C220GR2 dirancang untuk tahan terhadap semua jenis cuaca, termasuk fluktuasi suhu tinggi dan rendah, dan dilindungi oleh *radome anti-ultraviolet* yang tahan air. Antena CHC Navigation C220GR2 dapat beroperasi terus menerus tanpa gangguan untuk penggunaan jangka panjang.



Gambar 10. Tampilan antenna ULPC
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Antena CHC Navigation C220GR2 menggabungkan kinerja antenna *choke-ring* seperti GNSS tetapi dalam wadah yang ringkas dan ringan. Pelacakan elevasi rendah dengan penolakan *multipath* yang optimal, polarisasi melingkar sudut lebar dan pusat fase yang stabil membuatnya cocok untuk aplikasi geodetik presisi tinggi termasuk GNSS CORS.

2. Receiver GNSS CHCN72a



Gambar 11. Tampilan receiver CHCNAV N72 ULPC

(Sumber: <https://chcnavigation.jianguoyun.com/p/Dbqdug4OutyuBhjF5bIE>)

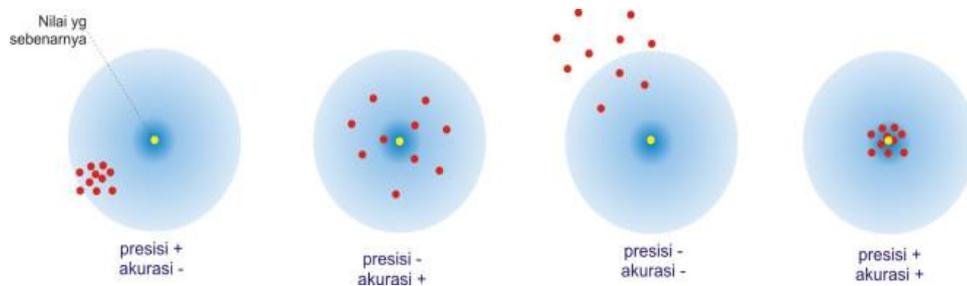
Receiver CHC N72 GNSS ialah bagian dari tipe *receiver* dari merk CHC Navigation dengan spesifikasi dapat menerima hingga 220 *channel satellite*, mempunyai kapasitas memori internal 32 Gigabyte dan 1 Terrabyte memori eksternal, dapat diakses dengan *Bluetooth*, *Wifi*, *Ethernet*, beberapa jenis seri penghubung dan *USB*.

2.8 *Baseline*

Menurut Standar Nasional Indonesia Tentang Jaring Kontrol Horizontal Badan Standardisasi Nasional, No. 19-6724-2002 Hal.65, *baseline* ialah vektor koordinat relatif tiga dimensi (dX, dY, dZ) antara dua titik pengamatan. Pada survei GPS konfigurasi jaringan *baseline* mempengaruhi ketelitian hasil pengukuran. Jumlah *baseline* yang terikat ke suatu titik merupakan salah satu faktor yang menentukan nilai kekuatan jaring (*strenght of figure*). Secara teoritik, semakin tinggi koneksi titik dalam suatu jaring, maka semakin banyak jumlah *baseline* yang terikat ke suatu titik. Dengan demikian nilai kekuatan jaring tersebut akan semakin baik.

2.9 Akurasi dan Presisi

Akurasi didefinisikan sebagai derajat kedekatan pengukuran terhadap nilai sebenarnya. Sedangkan Presisi didefinisikan sebagai derajat kedekatan antara pengukuran antara satu dengan yang lainnya. Bila hasil pengukuran saling berdekatan maka dapat dikatakan hasilnya memiliki presisi yang tinggi, begitupun sebaliknya. Ukuran presisi yang sering digunakan ialah standar deviasi (σ) (Prasidya dan Riyadi, 2018). Data yang memiliki akurasi yang tinggi belum tentu memiliki tingkat presisi yang tinggi. Namun, suatu data dapat memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi. (Hidayat, dkk, 2019)



Gambar 12. Ilustrasi tingkat akurasi dan presisi
(Sumber : <https://beniraharjo.wordpress.com/2011/03/17/presisi-dan-akurasi/>)

Ketelitian koordinat yang diperoleh pada penelitian ini dengan mencari residu data pengukuran di lapangan yang berupa titik koordinat dari pengukuran GNSS, nilai residu koordinat x, y, z digunakan untuk mencari nilai *RMS error*. Rumus yang dipakai dalam nilai *RMS error* yaitu *Horizontal Root Mean Square* (HRMS) dan *Vertikal Root Mean Square* (VRMS) pengukuran. Semakin kecil HRMS dan VRMS, maka semakin teliti pengukuran yang didapat. Berikut nilai HRMS dan VRMS dirumuskan pada persamaan 1 dan 2 :

$$\text{HRMS} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{VRMSE} = \sqrt{\sigma_z^2} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

σ_x = Simpangan baku koordinat x

σ_y = Simpangan baku koordinat y

σ_z = Simpangan baku koordinat

2.10 Uji Akurasi

Uji Akurasi dalam penelitian ini bertujuan untuk menghitung seberapa akurat atau teliti hasil koordinat pengukuran RTK NTRIP. Ketelitian koordinat yang diperoleh pada penelitian ini dengan mencari residu data pengukuran di lapangan yang berupa titik koordinat dari pengukuran GNSS, nilai x,y,z digunakan untuk mencari nilai *RMS error* yang nantinya akan digunakan sebagai uji akurasi dalam penelitian ini. RMSE adalah akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat data dan nilai koordinat dari sumber independen yang akurasinya lebih tinggi (Alifia, dkk., 2022). Analisis akurasi posisi menggunakan RMSE, yang menggambarkan nilai perbedaan antara titik uji dengan titik sebenarnya. Sesuai dengan teori RMSE yaitu semakin kecil RMSE yang dihasilkan (mendekati nilai 0) akan menghasilkan akurasi yang lebih baik (Dammalage dan Samarakoon, 2008; Prabandaru, 2022).

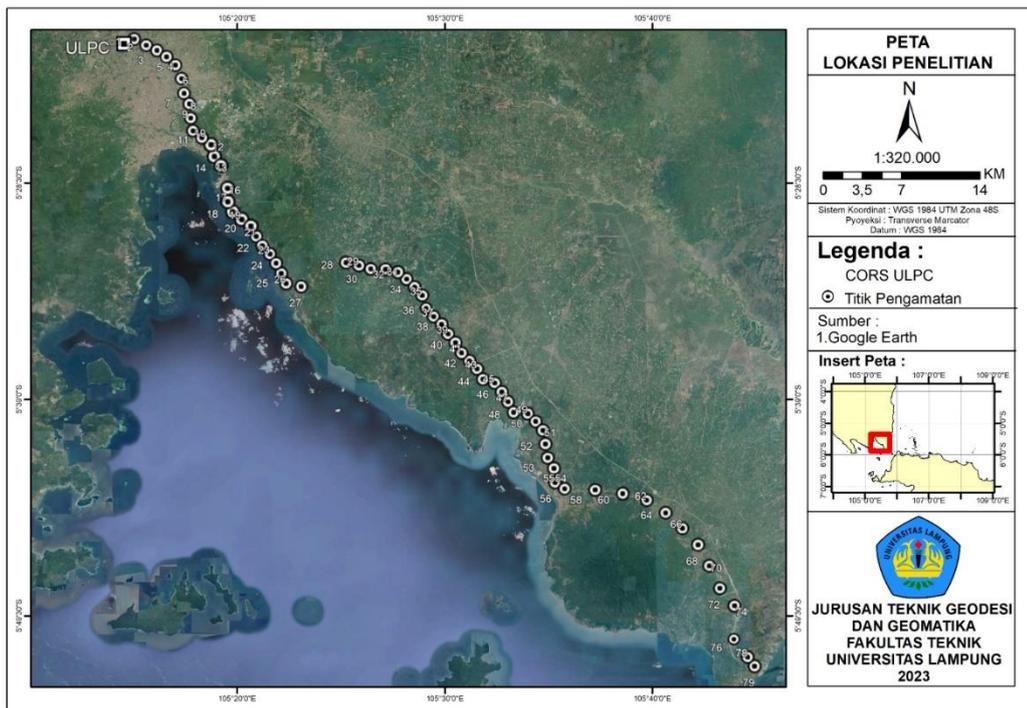
2.11 Hipotesis

Berdasarkan sumber masalah penelitian, rumusan masalah penelitian dan literatur yang didapatkan bahwa pengukuran geodetik GNSS memiliki ketelitian yang sangat bagus, salah satunya pengukuran statik. Pengukuran statik adalah pengukuran GNSS yang mana titik yang akan ditentukan posisinya tidak bergerak, ketelitian yang didapatkan mencapai orde sentimeter sampai dengan millimeter dengan pengamatan mencapai 2 jam, dengan hal ini pengamatan yang dilakukan cukup lama (Ramadhon, 2020). Seiring berkembangnya teknologi maka muncul penentuan posisi secara RTK NTRIP (*Real Time Kinematic Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) untuk mempercepat kegiatan pemetaan. Ketelitian pengukuran metode RTK NTRIP ini mencapai sentimeter (Haasdyk, dkk., 2010). Berdasarkan penelitian lainnya menunjukkan bahwa penentuan posisi metode RTK NTRIP hanya sampai jarak *baseline* 30 km masih mencakupi ketelitian sentimeter (Dammalage dan Samarakoon, 2008).

Pengujian ketelitian pengukuran RTK NTRIP harus mengetahui akurasi dan presisi pada horizontal dan vertikal salah satunya adalah menggunakan rumus HRMS dan VRMS, dimana semakin rendah nilai RMSE maka ketelitian posisi yang dihasilkan akan semakin teliti (Prabandaru, 2022; Pratama, Sandi Micka, 2023). Sehingga didapatkan hipotesis, bahwa pengukuran metode RTK NTRIP masih bisa dilakukan penelitian untuk menguji kualitas CORS ULPC berdasarkan panjang *baseline* .

III. METODELOGI PENELITIAN

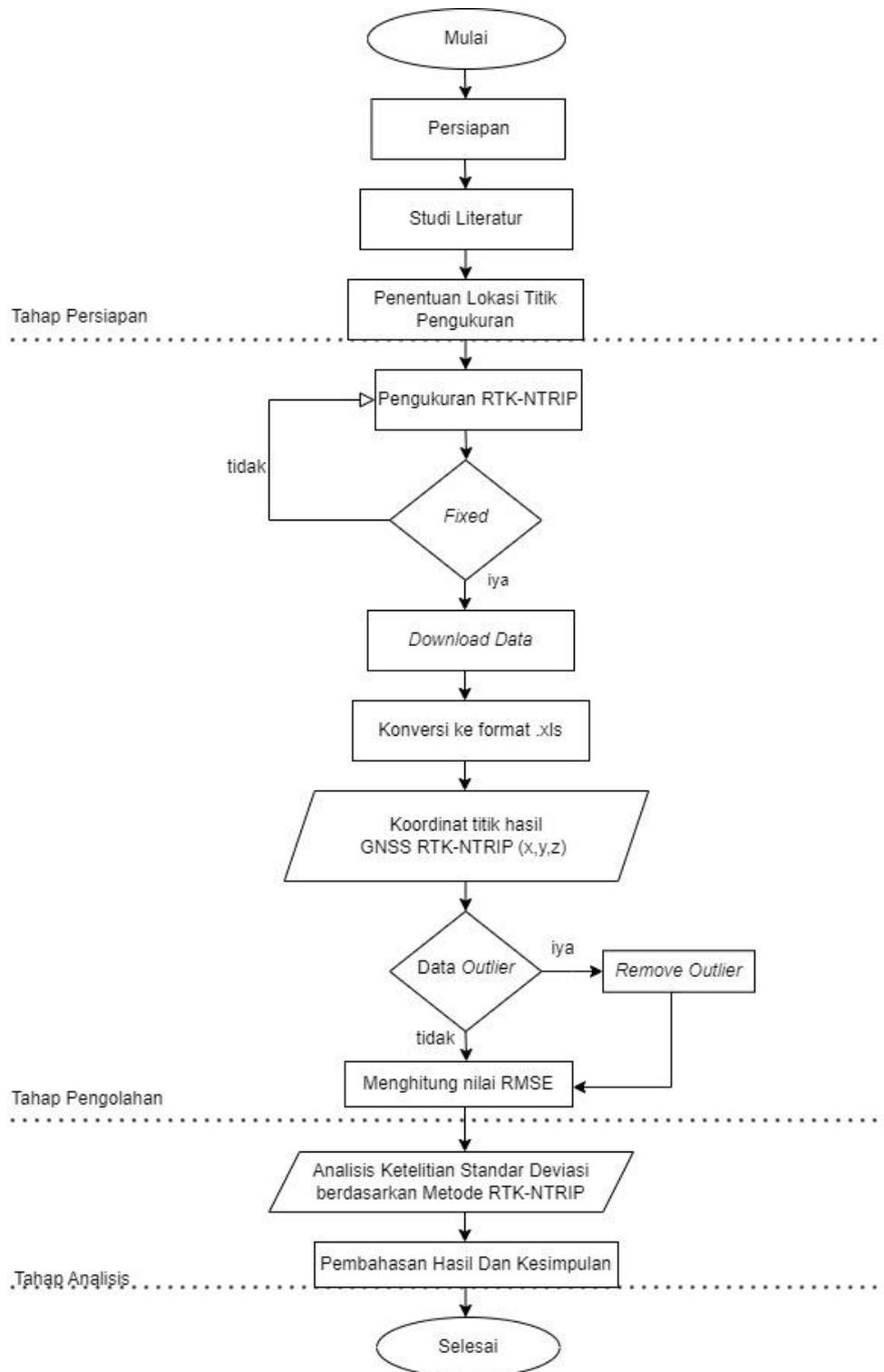
Titik pengamatan RTK NTRIP yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada gambar dibawah ini:



Gambar 13. Lokasi penelitian
(Sumber: Modifikasi dari *Google Earth*)

Penelitian metode RTK-NTRIP ini dilaksanakan di Stasiun CORS ULPC yang berada di Gedung G Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Universitas Lampung, Kota Bandar Lampung hingga ke Bakauheni dengan titik pengamatan berjumlah 68 titik yang diukur sejauh 79 km.

Secara umum perencanaan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat dari diagram alir berikut :



Gambar 14. Diagram alir tahapan persiapan

Penjelasan Gambar 14 dapat dijelaskan lebih lanjut seperti dibawah ini :

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang digunakan sebagai pendukung dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

3.1.1 Alat Penelitian

Alat penelitian digunakan untuk menunjang kegiatan penelitian dari awal sampai dengan tahap akhir, maka diperlukan peralatan yang digunakan yaitu:

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan digunakan yaitu:

- a) 1 (satu) unit GPS Geodetik Hi-Target V60;
- b) 1 (satu) unit *controller* Hi-Target *ihand* 20;
- c) 1 (satu) unit *stick* GPS;
- d) 1 (satu) unit meteran 3m;
- e) 1 (satu) unit Laptop Asus;
- f) Alat Tulis.

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan digunakan, yaitu:

- a) *Microsoft Word* 2019, digunakan untuk penulisan laporan;
- b) *Microsoft Excel* 2019, digunakan untuk pengolahan data;
- c) *Microsoft Power Point* 2019, digunakan untuk presentasi hasil penelitian.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian yaitu :

1. Data hasil pengamatan GNSS metode RTK NTRIP pada 68 (enam puluh delapan) titik pengamatan dengan *base* CORS ULPC;

3.2 Studi Literatur

Tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi serta teori-teori sebagai bahan acuan dan referensi untuk menambah pemahaman peneliti. Referensi tersebut berisi tentang :

1. GNSS (*Global Navigation Satellite System*)
2. Penentuan posisi menggunakan GNSS
3. *Receiver* GNSS
4. CORS (*Continuously Operating Reference Station*)

Dalam Tahapan studi literatur, penulis mengumpulkan informasi-informasi serta melihat tujuan pustaka pada penelitian sejenisnya baik dari berbagai jurnal penelitian dan buku serta untuk memperkuat teori juga penulis melihat dan mengikuti pembelajaran materi dari berbagai seminar tentang GNSS di Indonesia.

3.3 Tahapan Persiapan

Tahapan ini merupakan tahapan yang terdiri dari mengidentifikasi dan melakukan perumusan masalah beserta penetapan tujuan penelitian, serta orientasi lapangan untuk penentuan titik-titik yang nantinya akan digunakan sebagai lokasi pengamatan dengan menggunakan *tools* radius pengukuran pada aplikasi *Google Earth*. Radius pengukuran itu sendiri terdiri dari 68 titik yang tersebar dengan jarak antar titik sejauh 1 km dengan acuan titik CORS ULPC sebagai titik 0 km-nya. Untuk pemasangan patok titik titik pada penelitian ini dilakukan dengan orientasi langsung dilapangan dengan menggunakan acuan koordinat pendekatan yang sudah dibuat pada *Google Earth* sebelumnya.

3.4 Tahapan Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dengan alat GPS *geodetic* menggunakan metode RTK NTRIP dimana metode ini memanfaatkan stasiun ULPC sebagai *base* yang akan merekam masing-masing titik pada titik pengamatan yang telah ditentukan. Pada tahap ini alat GNSS *Hi-Target* diletakkan pada titik pengamatan, kemudian

dilakukan *setting* alat untuk menyambungkan dengan *base* ULPC. Setelah tersambung, maka perekaman data siap dilakukan. Pengamatan data dilakukan pada 68 (enam puluh delapan) titik, dimana setiap titik akan dilakukan sebanyak kurang lebih 50 (lima puluh) kali perekaman data dengan interval 5 detik yang bertujuan untuk memperoleh variasi ketelitian data terhadap perubahan panjang *baseline*. Setelah perekaman data selesai, maka dapat dilanjutkan dengan proses pengolahan dan analisis data.

3.5 Pengolahan Data

Data hasil pengamatan RTK-NTRIP berupa nilai koordinat yang dapat langsung di unduh dari *controller* GPS Geodetik *Hi-Target*. Nilai koordinat yang digunakan yaitu koordinat UTM (*easting, northing*). Selanjutnya data hasil pengamatan RTK-NTRIP akan dilakukan proses perhitungan data yaitu melakukan perhitungan jarak, proses menghilangkan *outlier*, dan analisi perhitungan nilai koordinat serta RMSE-nya dengan bantuan *software Microsoft Excel 2019*.

3.5.1 Menghitung Jarak

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan jarak pada 68 (enam puluh delapan) titik pengamatan yang menggunakan *base* ULPC.

3.5.2 Menghitung *Outlier*

Tahap ini dilakukan pada nilai jarak dengan tujuan untuk memilih data yang tidak baik. Data yang tidak baik ini dapat diketahui dari kurva normal dan standar deviasi data. Kurva normal digunakan untuk melihat distribusi data, sedangkan nilai standar deviasi digunakan untuk menentukan batasan data yang akan dipakai. Nilai batasan data yang dipakai ialah nilai $< -2 \sigma$ atau $< 2 \sigma$, untuk nilai data yang $> -2 \sigma$ atau $> 2 \sigma$ akan dihilangkan. (Hadi, dkk., 2016)

3.5.3 Pengolahan Data Pengamatan Real Time Kinematik

Pengolahan data koordinat dari *Real Time Kinematik* (RTK) dilakukan *secara real time* saat pengukuran sehingga langsung mendapatkan koordinat *fixed*, sedangkan untuk mendapatkan nilai RMSE koordinat pengamatan dilakukan perhitungan dengan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Setelah mendapatkan koordinat ini maka dapat dilakukan penggambaran persebaran titik berdasarkan panjang *baseline*.

3.5.4 Tahapan Pembahasan

Tahapan ini bertujuan untuk menganalisa performa ketelitian disetiap panjang *baseline* yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan metode RTK NTRIP. Pada tahap ini dilakukan juga uji ketelitian horizontal dan *vertical* dengan konsep akurasi dan presisi dari hasil pengukuran. Data hasil pengukuran yang diperoleh ialah perbandingan ketelitian pengukuran GNSS metode RTK NTRIP. Dengan adanya hasil analisa ini dapat ditarik kesimpulan bagaimana hasil dari ketelitian pengukuran GNSS metode RTK NTRIP pada stasiun CORS ULPC.

3.5.5 Tahapan Akhir

Pada tahapan ini dilakukan penyusunan dan penulisan laporan dari hasil yang didapat berupa performa ketelitian dari pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP berdasarkan panjang *baseline* arah Bakauheni.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian performa CORS ULPC untuk penentuan posisi metode RTK NTRIP terhadap panjang *baseline*, maka peneliti dapat menyimpulkan bahwa:

1. Nilai ketelitian penentuan posisi dengan metode RTK NTRIP pada panjang *baseline* km 1 hingga km 20 terlihat bahwa ketelitian yang didapatkan yaitu 1 cm hingga 5 cm. Pada km 20 hingga 50, mulai ada peningkatan kesalahan dengan nilai ketelitian yang didapatkan yaitu 5 cm hingga 10 cm. Pada km 50 hingga 79, kesalahan meningkat tajam dengan nilai ketelitian yang didapatkan melebihi 10 cm. Namun, secara keseluruhan penentuan posisi CORS ULPC metode RTK NTRIP dengan menggunakan *provider* Telkomsel. memiliki hasil yang bagus dan memenuhi standar karena secara keseluruhan ketelitian yang didapat masih berada pada orde *centimeter* (cm).
2. Dari hasil uji korelasi, diperoleh koefisien korelasi sebesar 0,817 dan 0,799 yang menunjukkan bahwa semakin panjang *baseline* maka akan semakin berpengaruh terhadap ketelitian pengukuran yang dihasilkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disampaikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut;

1. Pelaksanaan penelitian ini dibebberapa titik berada pada lokasi yang mempunyai obstruksi cukup tinggi, oleh karena itu diharapkan dalam penentuan posisi lokasinya dapat diperhatikan dengan benar karena hal ini akan berpengaruh pada hasil ketelitian yang akan didapatkan.

2. Sebelum melakukan pengukuran langsung ke lapangan sebaiknya memahami dengan benar alat yang akan digunakan, hal ini berguna untuk meminimalisir kesalahan- kesalahan yang terjadi ketika akan melakukan perekaman data.
3. Pada saat penelitian perlu memperhatikan koneksi jaringan internet yang stabil agar pada saat melakukan pengukuran tidak mengalami gangguan sehingga tidak berpengaruh pada kualitas dari nilai koordinat dan nilai ketelitian yang diperoleh selama proses pengambilan data.
4. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan arah mata angin dan hari pengamatan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2007. Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya (1st Ed). Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Aditiya, A., Efendi, J., dan Arief, M. 2014. InaCORS : Infrastructure of GNSS CORS in Indonesia. FIG Congress 2014. Engaging the Challenges – Enhancing the Relevance. Kuala Lumpur, Malaysia 16-21 June 2014
- Alifia, M., Budiarni, R., Irsa, R., dan Noviarti. 2022. Pengukuran Akurasi Koordinat Pada Aplikasi Pemetaan Lokasi Air Terjun Di Kabupaten Lima Puluh Kota Berbasis Web. In *Jurnal Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi*.
- Artini, S. R. 2018. Pendefinisian Ulang Nilai Koordinat dan Kecepatan Pergerakan Station Akti fGNSS CORS GMU1. *Pilar Jurnal Teknik Sipil, Vol.13 No.02*.
- Basith, A., dan Meygan Pratiwi, D. 2015. Studi Awal Penggunaan Modul GPS Murah untuk Pengukuran RTK NTRIP Optimizing the Development and Use of Positioning Infrastructure using the Spatial Knowledge Infrastructure View project Tsunami Modeling using high resolution of bathymetry and topography model in Sadeng View project Dedi Atunggal. <http://www.geodesi.ugm.ac.id>
- Baybura, T., Tiryakioğlu, İ., Uğur, M. A., Solak, H. İ., dan Şafak, Ş. 2019. Examining the Accuracy of Network RTK and Long Base RTK Methods with Repetitive Measurements. *Journal of Sensors, 2019*. <https://doi.org/10.1155/2019/3572605>
- Charles, M. 2007. *NTRIP- the future of differential GPS?* www.trignet.co.za. Diakses 10 Februari 2023.
- Chiuman, N., Atunggal, D., dan Widjajanti, N. 2021. Analisis Tingkat Ketersediaan dan Cakupan dari Continuously Operating Reference Station (CORS) di Pulau Jawa. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering, 4(1)*, 30. <https://doi.org/10.22146/jgise.63277>
- Chodiq, R. D. S. Al. 2018. Pemanfaatan Peralatan Survei Berbiaya Rendah “Expandable GNSS” Dengan Metode Post-Processing Kinematic Dalam Pengukuran Kadastral. *Jurnal Tunas Agraria Vol. 1 No.1 September 2018*.
- Dammalage, T. L., dan Samarakoon, L. 2008. Test Results Of Rtk And Real-Time Dgps Corrected Observations Based On Ntrip Protocol. *The International*

Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing 2008

- Ekawati, S. 2010. Pengaruh Geometri Satelit Dan Ionosfer Dalam Kesalahan Penentuan Posisi Gps. *Jurnal Lapan Berita Dirgantara*, No. 2 Vol 11, 59–65.
- Fadhila, K. A. El, dan Khomsin. 2013. Analisis Perbandingan Ketelitian Posisi GPS Cors RTK-NTRIP Dengan Metode Rapid Statik. In *Jurnal Teknik Pomits* Vol. X, No. X, (Jun, 2013) Issn: 2301-9271
- Fadilla, L., Subiyanto, S., dan Suprayogi, A. 2017. Analisis Deformasi Di Wilayah Jawa Timur Dengan Menggunakan Cors Big. *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 517–525.
- Feng, Y., dan Wang, J. 2008. GPS RTK Performance Characteristics and Analysis. In *Journal of Global Positioning Systems* (Vol. 7, Issue 1).
- Geng, J., dan Li, G. 2019. On the feasibility of resolving Android GNSS carrier-phase ambiguities. *Journal of Geodesy*, 93(12), 2621–2635. <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01323-0>
- Haasdyk, J., Roberts, C., dan Janssen, V. 2010. FS 1H-GNSS CORS Networks-Positioning Infrastructure, Analysis and Applications I Automated Monitoring of CORSnet-NSW using the Bernese Software.
- Hadi, A. L., Anjasmara, I. M., dan Yusfania, M. 2016. Analisa Kecepatan Pergeseran Wilayah Jawa Tengah Bagian Selatan Menggunakan GPS CORS Tahun 2013-2015. *Jurnal Teknik ITS*, vol 5.
- Hafiz, G., Awaluddin, M., dan Yuwono, D. 2014. Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan GNSS Metode RTK-NTRIP. In *Jurnal Geodesi Undip Januari* (Vol. 3, Issue 1).
- Hegarty, C. J., dan Chatre, E. 2008. This growing civil aviation system is expected to replace a significant number of ground based navigation systems and allow for more efficient use of the world wide airspace. *Proceedings of the IEEE*, 96(12), 1902–1917. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2008.2006090>
- Hidayat, R. N., Sabri, L. M., dan Awaluddin, M. 2019. Analisis Desain Jaring Gns Berdasarkan Fungsi Presisi (Studi Kasus : Titik Geoid Geometri Kota Semarang). In *Jurnal Geodesi Undip Januari* (Vol. 8).
- Isioye, O. A., Combrinck, L., Botai, J. O., dan Munghemezulu, C. 2015. The potential for observing African weather with GNSS remote sensing. In *Advances in Meteorology* (Vol. 2015). Hindawi Publishing Corporation. <https://doi.org/10.1155/2015/723071>

- Kujawa, L., dan Rogowski, J. 2008. Possibility of Precise Positioning and Precise Inshore Navigation Using RTK and Internet. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*.
- Muhr, T., dan Noack, P. O. 2006. Mobile Data Repeaters Enchanging The Availability Of RTK Correction Data in The Field.
- Mukti, F. D., dan Hanafi, F. 2022. Uji Ketelitian Data GNSS dengan Metode NTRIP terhadap Variasi Multipath di Lingkungan Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 19(2), 46–53. <https://doi.org/10.15294/jg.v19i2.39094>
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.
- Prabandaru, M. 2022. Proses Georeferencing Citra Sentinel-2 dengan Menggunakan Software ArcGIS. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 2(1), 12. <https://doi.org/10.31315/imagi.v2i1.7481>
- Prasidya, A. S., dan Riyadi, G. 2018. *Kajian Ketelitian Pengukuran Kerangka Kontrol Vertikal Menggunakan Total Station Akurasi Sudut 1" dan 5"*.
- Putera, D. H., Silvester, S., Sai, S. T., Yulianandha, A., dan St, M. 2019. Kajian Pengaruh Panjang Baseline Pada Pengukuran Gns Metode Single Rtk (Real Time Kinematic) Untuk Penentuan Titik Referensi Tambahan Dalam Proses Demarkasi Batas Desa. *Jurnal Geodesi Undip*.
- Raharjo, S., Paripurno, E. T., Hartadi, D., Alfiani, O. D., dan Apriyanti, D. 2018. *Pemantauan Gerakan Tanah Menggunakan Gps Geodetik*.
- Ramadhon, S. 2020. Pengaruh Lingkungan Pengamatan pada Ketelitian Horisontal GNSS dengan Metode RTK-NTRIP. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 2(1), 27–35. <https://doi.org/10.37525/mz/2020-1/249>
- Romi Nugroho, I., dan Agus Salim, J. H. 2014. Penggunaan Continuously Operating Reference System (CORS) Di Bidang Pertanahan Penggunaan Continuously Operating Reference System (CORS) Di Bidang Pertanahan Continuously Operating Use Reference System (CORS) In The Land. *Jurnal Pertanahan, Vol 4 No. 2, 35-52*
- Safi'i, A. N. 2018. Akurasi Pengukuran Gps Metode Rtk-Ntrip MENGGUNAKAN INA-CORS BIG. *Seminar Nasional Geomatika*, 2, 455. <https://doi.org/10.24895/sng.2017.2-0.441>
- Sari. Atika, dan Khomsin. 2014. *Analisa Perbandingan Ketelitian Penentuan Posisi Dengan GPS RTK-NTRIP Dengan Base Cors Badan Informasi Geospasial (BIG) Dari Berbagai Macam Mobile Provider (Studi Kasus : Surabaya)*. In *Jurnal GEOID Vol.10, No. 01, Agustus 2014 (47-51)*

- Schmitz, M., Wübbena, G., dan Bagge, A. 2014. Network Based Techniques for RTK Applications Network–Based Techniques for RTK Applications. www.geopp.de
- Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional. 2013. “*Peran Geospasial Dalam Pengelolaan Sumber Daya Agraria Secara Berkelanjutan*” (*Peringatan Tahun Emas Pendidikan Tinggi Agraria*).
- Sholihah, S., Kuntjoro, W., dan Wijaya, D. D. 2018. Pencitraan Distribusi Vertikal Uap Air Di Kawasan Bandung Menggunakan Teknik Gps Tomografi 1d. In *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* (Vol. 5, Issue 1).
- Standar Nasional Indonesia Jaring kontrol horizontal Badan Standardisasi Nasional.
- Sudiyanto Sitohang, L., Darmo Yuwono, B., dan Awaluddin, M. 2014. Analisis Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan Metode Rtk Ntrip Dengan Beberapa Provider Gsm. In *Jurnal Geodesi Undip Juli* (Vol. 3, Issue 3).
- Syetiawan, A., Prayoga, O., dan Efendi, J. 2016. Accuracy Test Analysis of GPS-RTK Positioning using CHC X91+. Presented at the *GPS Symposium, GPS JIN 2001, GPS Society, Japan Institute of Navigation*, November 14.–16., 2001, Tokyo, Japan.
- Weber, G. 2006. *Streaming Real-Time IGS Data And Products Using NTRIP*. www.igs-ip.net, *Federal Agency for Cartography and Geodesy (BKG)*.
- Widya Rasyid, R., dan Sudarsono, B. 2016. Analisis Pengukuran Bidang Tanah Dengan Menggunakan GNSS Metode RTK-NTRIP Pada Stasiun CORS Undip, Stasiun CORS BPN Kabupaten Semarang, Dan Stasiun CORS Big Kota Semarang. In *Jurnal Geodesi Undip Oktober* (Vol. 5).
- Williams Okey, O., dan Manuel da Silva Fernandes Covilhã, R. 2015. Implementation Of NTRIP And Management System In NIGNET Network Computer Science And Engineering (2nd Study Cycle). UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR ISBN 979-8-4806-1142-7
- Wiyono, N. E. P. 2021. Uji Akurasi Pengukuran GNSS Comnav T300 dan South G1 Menggunakan Metode RTK-NTRIP Pada Variasi Jarak Terhadap Base-Station.
- Yan, T., Omar, S., Musa, T. A., Rizos, C., Yan, T., Omar, S., Musa, T., dan Kinlyside, D. 2003. Implementing network-RTK: the SydNET CORS infrastructure. *Presented at SatNav 2003 The 6 th International Symposium on Satellite Navigation Technology Including Mobile Positioning & Location Serivces Implementing network-RTK: the SydNET CORS infrastructure*.
- Yulaikhah, Y., Pramumijoyo, S., dan Widjajanti, N. 2018. Correlation of GNSS Observation Data Quality Resulted from TEQC Checking and Coordinate’s

Precision. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 1(1). <https://doi.org/10.22146/jgise.38387>

Yuwono, B. D., Awaluddin, M., dan Hapsari, W. 2017. Analisis Kecepatan Pergerakan Station Gns Cors Udip. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 23(1), 27. <https://doi.org/10.24895/jig.2017.23-1.616>

Zharkov, M. V., Veremeenko, K. K., Antonov, D. A., dan Kuznetsov, I. M. 2018. Attitude Determination Using Ambiguous GNSS Phase Measurements and Absolute Angular Rate Measurements. *Gyroscopy and Navigation*, 9(4), 277–286. <https://doi.org/10.1134/S2075108718040090>