

STUDI KOMPARASI PEMAKAIAN GPS METODE *REAL TIME KINEMATIC (RTK)* DENGAN *TOTAL STATION (TS)* UNTUK PENENTUAN POSISI HORISONTAL

Fajriyanto¹

Abstract

Measurement of control point by conventional method often given on to some obstacle especially related to low measurement efficiency and speed, strength of figure and spreading point control very suspended condition of field. According to growth and progress of technology with existence of satellite of GPS have watered down work of geodesy with result of able to be pledged. As system determination of position have satellite bases of GPS very useful in determination of geodetical position for the work of mapping and survey. Research conducted by using Total Station Topcon GTS-2R and receiver GPS Leica System 300 at polygon network closed which consist of six points with one of point as reference station, data processing use SKI software and Microsoft office for the calculation of polygon by using method bowdith flattening and flattening program Turbo Pascal. Result of from this research be based to value of confidence region that smaller ellips value mistake from point hence progressively check made polygon network. By using conventional method in the reality more is coming near of order II than GPS method of Real Time Kinematic (RTK). Yielded by Precise Mean GPS method of RTK equal to 0.009 metre, obtained accuaration 0.0965 correctness and metre relative to conventional method is 0.106 metre. In general all located measured points outside ellips standard error at trust 95 %.

Key Words : GPS, Geodetic, Total Station, Real Time Kinematic.

1. PENDAHULUAN

NAVSTAR GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi dengan menggunakan satelit. GPS terdiri dari tiga segmen utama yaitu segmen angkasa yang terdiri dari satelit-satelit yang jumlah keseluruhannya ada 24 buah, segmen kontrol yang terdiri dari 5 stasiun monitor dan pengontrol satelit yang tersebar merata dipermukaan bumi, dan segmen pengguna yang terdiri dari pemakai GPS yaitu alat-alat penerima (*receiver*) yang menerima dan mengolah sinyal serta data waktu dari satelit.

1.1. Penentuan Posisi dengan GPS

Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS adalah seperti pemotongan ke muka (*resection*) pada survei konvensional. Apabila pada pemotongan data yang diukur adalah sudut, maka pada penentuan posisi dengan GPS data yang diukur adalah jarak dari *receiver* ke sekurang-kurangnya tiga satelit, maka posisi *receiver* GPS dapat ditentukan. Untuk penentuan posisi suatu titik (*station*) pengamatan diperlukan data jarak dari stasiun tersebut ke beberapa satelit GPS yang diamat. Jarak tersebut tidak dapat diukur secara langsung tetapi dengan jalan mengukur misalnya waktu rambat sinyal dari satelit ke stasiun pengamat atau jumlah fase gelombang sinyal yang merupakan fungsi waktu rambat sinyal.

Dalam pengamatan satelit dengan menggunakan *receiver* GPS, apabila diperlukan posisi relatif secara *Real Time Kinematic (RTK)*, maka antara kedua antena *receiver* harus ada hubungan telekomunikasi yang langsung dan kontinyu. Karena memerlukan komponen komunikasi elektronik serta *software* pengolah data yang canggih, maka menjadikan

¹ Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145.

receiver GPS dengan tipe ini agak rumit dan mahal. Disamping itu sebaiknya dipilih *receiver* yang dapat mengukur secara *kinematic* dan mempunyai frekuensi ganda

Ada dua macam metode penentuan posisi secara kinematik dengan GPS, yaitu : (1) *Penentuan posisi dengan metode kinematik absolut*. Penentuan posisi kinematik yang menggunakan metode pangamatan absolut, metode ini tidak memerlukan titik acuan yang sudah diketahui posisinya dan cukup menggunakan satu *receiver* saja. Posisi yang dihasilkan merupakan hasil proses data *pseudorange*; dan (2) *Penentuan posisi dengan metode kinematik relatif*. Penentuan posisi kinematik yang menggunakan metode pengamatan relatif/*differential*, metode ini memerlukan titik acuan yang sudah diketahui posisi tiga dimensinya sehingga dibutuhkan minimal dua buah *receiver*. Posisi yang dihasilkan merupakan hasil proses data pengamatan *carrier beat phase* atau data *pseudorange*.

Saat ini penentuan posisi relatif kinematik yang lebih akurat adalah dengan menggunakan metode *differential kinematic positioning*. Kelebihan dari metode ini terletak pada koreksi yang diberikan terhadap hasil ukuran yang dilakukan oleh *station rover*. Pesan koreksi dari stasiun acuan dipancarkan lewat radio modem sebagai data *link* yang diterima oleh pemakai yang sedang bergerak (*rover*). Dengan pesan koreksi tersebut dapat diperoleh deformasi posisi geodetik pada saat itu juga (*instantly*) selama pengambilan data lapangan berlangsung. Metode inilah yang disebut dengan *Real Time Kinematic (RTK)*.

1.2. Penentuan Posisi dengan Total Station

Total station merupakan gabungan EDM, Theodolit, kalkulator dan media rekaman yang dijadikan satu (*compacted*). *Total Station* merupakan alat ukur jarak pendek yang dirancang untuk pengukuran teliti dengan menggunakan sinar inframerah sebagai gelombang pembawa dimana dapat langsung dikoreksi terhadap pengaruh kondisi atmosfer. Alat ini juga dapat menampilkan dua hasil pengukuran dalam satu tampilan, antara lain kombinasi sudut horizontal dengan sudut vertikal, jarak dengan sudut, dan lain-lain. Prinsip utama pengukuran jarak dengan alat ini adalah mendapatkan harga beda fase antar sinyal utama dengan sinyal data. Faktor frekuensi merupakan faktor pokok dalam penentuan ketelitian hasil pengukuran.

Ketelitian suatu poligon akan dipengaruhi terutama oleh kemampuan alat ukur yang dipakai dalam penelitian ini. Kemampuan alat ukur dapat diketahui dengan melihat deviasi standar alat yang digunakan. Ketelitian hasil pengukuran poligon dapat ditunjukkan dengan memperhatikan simpangan baku absis (σ_x) dengan simpangan baku ordinat (σ_y) dari masing-masing posisi titik-titiknya, yang secara grafis dapat digambarkan dengan ellips kesalahannya. Ketelitian pengukuran dapat juga dipengaruhi oleh perencanaan pengukuran itu sendiri.

1.3. Integrasi Pengukuran Posisi Horisontal Teristris dan GPS

Pada praktik sehari-hari di lapangan untuk area tertentu seringkali terjadi pengukuran dengan memanfaatkan konstelasi GPS tidak mungkin dilakukan. Untuk area dengan kondisi tersebut, maka pengukuran teristris harus dilakukan. Dalam hal ini apabila dilakukan pengukuran kombinasi antara penentuan posisi dengan GPS pada salah satu atau beberapa stasiun yang dipakai sebagai stasiun acuan teristris untuk kerangka perapatannya, maka terlebih dahulu koordinat GPS yang diperoleh pada bidang *ellipsoid* referensi diproyeksikan ke bidang fisis permukaan bumi, untuk memperoleh koordinat pada bidang datar, yang selanjutnya koordinat ini dipakai sebagai awal atau akhir

perhitungan pengukuran teristris guna mendapatkan koordinat untuk posisi-posisi yang ditentukan. Sedemikian rupa sehingga kombinasi pengukuran tersebut terintegrasi dalam satu sistem untuk memudahkan pengontrolan kualitas suatu pengukuran teristris sehingga dapat diperoleh ketelitian yang memenuhi syarat spesifikasi teknis.

Kemampuan dari *receiver GPS* dengan menggunakan metode RTK dalam mendukung pekerjaan survei dan pemetaan yaitu untuk membuat kerangka horisontal. Masalah yang akan dipecahkan adalah apakah dengan menggunakan alat dan metode tersebut dapat mencapai ketelitian titik yang dapat digunakan untuk pembuatan poligon yang setingkat dengan orde II. Adapun cara yang digunakan adalah membandingkan poligon yang telah diukur dengan *Total Station* dengan poligon yang diukur dengan menggunakan GPS metode RTK, diharapkan dapat memberikan hasil yang cepat dan mudah dibandingkan dengan pengukuran cara konvensional, sehingga metode ini dapat digunakan sebagai pengganti pengukuran metode konvensional.

Penelitian ini dibatasi pada beberapa hal yaitu : (1) Titik poligon teristris yang digunakan dalam penelitian penentuan posisi metode RTK dianggap mempunyai kualitas ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan ketelitian pengukuran GPS metode RTK; (2) Perhitungan ketelitian penentuan posisi horisontal GPS metode RTK, yaitu relatif terhadap titik poligon teristris dan analisis ketelitian pengukuran yang dihasilkan oleh GPS metode RTK; dan (3) Daerah yang dipakai sebagai areal penelitian merupakan daerah yang relatif terbuka dan datar serta bentuk jaring poligon yang digunakan untuk penelitian adalah poligon tertutup

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji ketelitian yang dihasilkan oleh *receiver GPS*, dalam penerapannya untuk penentuan posisi horisontal pada jaring poligon tertutup orde II dengan metode RTK. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah akan dihasilkan data empirik tentang kemampuan *receiver GPS* metode RTK dalam penerapannya untuk penentuan posisi horisontal pada jaring poligon tertutup yang setingkat dengan orde II.

2. METODE PENELITIAN

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengamatan GPS yang diperoleh dengan *receiver GPS Leica System 300* pada jaring poligon tertutup yang terdiri atas enam titik dengan satu titik dianggap sebagai referensi titik acuan yang telah diketahui koordinatnya. Lokasi yang dijadikan tempat penelitian adalah PT Tambang Timah di Pangkal Pinang, Bangka. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS dan *Total Station* Topcon GTS-2R. Pengamatan satelit GPS dilakukan dititik acuan dan dititik bergerak (*rover*) secara bersamaan.

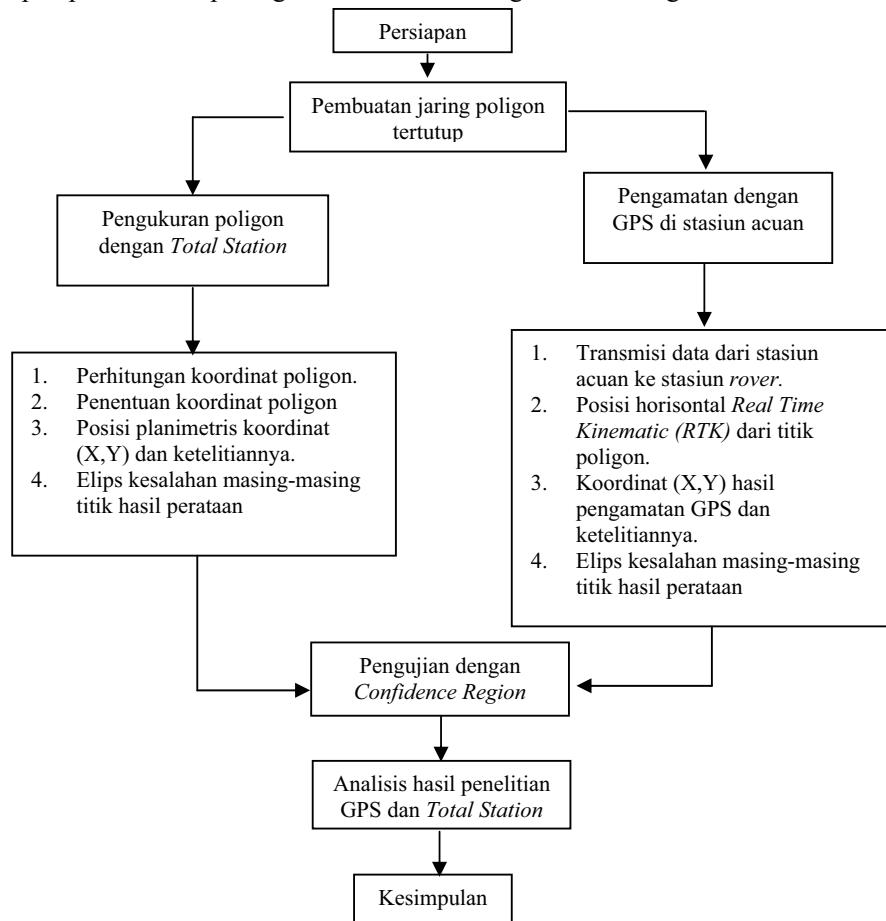
2.1. Pengolahan Data Poligon Teristris

Tahap kegiatan ini didahului dengan menghitung rata-rata sudut dan jarak beserta simpangan baku. Kemudian menghitung koordinat pendekatan dengan menggunakan perataan metode *bowditch* dan program perataan dengan Turbo Pascal. Selanjutnya dari hitungan ini dapat diketahui kesalahan linear poligon tertutup yang dihitung dan menyatakan ketelitian dari poligon tersebut. Perhitungan koordinat poligon dengan metode parameter pada perataan kuadrat terkecil agar diketahui elips kesalahan yang nantinya untuk mengetahui dimensi dan orientasi dari elips kesalahan tersebut.

2.2. Pengolahan data poligon dengan GPS

Dalam pengolahan data hasil penentuan posisi dengan GPS metode RTK dilakukan perhitungan-perhitungan statistik untuk mendapatkan harga rata-rata, presisi pengukuran, dan ketelitian relatif pengukuran GPS metode RTK serta harga elips kesalahan pada masing-masing titik yang diukur.

Tahapan penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut :



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

1. Kualitas pengukuran metode konvensional dengan Total Station

Hasil pengukuran metode teristris dengan *Total Station* dianalisis dengan menerapkan uji statistik *chi-kuadrat* pada jaring poligon hasil perataan dengan mengadakan penilaian varian posteriori terhadap varian apriori. Tingkat kepercayaan yang dipakai adalah 95 % dimana derajat kepercayaan yang dipakai $r = 3$. Kriteria pengujian digunakan *one field test* dimana nilai χ^2 didapat dari tabel statistik. Hasil dari penelitian ini adalah :

$$\chi^2 (df, \alpha/2) = 7.815$$

$$\sigma_o^2 / \sigma_o^2 = 1.702$$

sehingga diperoleh $\chi^2 (df, \alpha/2) > \sigma_o^2 / \sigma_o^2$, artinya hasil pengukuran sesuai dengan hipotesa yang digunakan dan dapat diterima.

2. Perbandingan nilai elips kesalahan.

Besarnya simpangan baku ditunjukkan dengan elips kesalahan yang meliputi harga masing-masing sumbu-sumbu elips dan orientasinya, dan digunakan sebagai prosentase ketelitian data yang diperoleh yang didasarkan pada nilai varian kovarian koreksi parameter hasil perataan poligon.

Tabel 1. Perbandingan nilai elips kesalahan

No Titik	Setengah sumbu panjang (a) dalam meter		Setengah sumbu pendek (b) dalam meter		Arah / orientasi (θ) dalam derajat	
	Metode teristris	Metode real time kinematic	Metode teristris	Metode real time kinematic	Metode teristris	Metode real time kinematic
Tim 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0° 0' 0"	0° 0' 0"
Tim 2	0.00537	0.0814	0.00241	0.0474	17° 33' 30.85"	0° 04' 11.66"
Tim 3	0.00764	0.0732	0.00189	0.0458	158° 09' 30.16"	0° 05' 04.34"
Tim 4	0.00667	0.0692	0.00247	0.0484	158° 54' 53.14"	0° 06' 46.16"
Tim 5	0.00646	0.0587	0.00264	0.0444	154° 30' 11.63"	0° 06' 30.26"

Poligon dengan metode konvensional memberikan hasil nilai sumbu elips kesalahan lebih kecil daripada GPS metode RTK dan dapat disimpulkan bahwa ketelitian jaringan poligon akan semakin teliti manakala nilai elips kesalahan semakin kecil.

3. Derah konfidensi dan orde jaringan

Konsep daerah konfidensi dapat digunakan untuk mengklasifikasikan ketelitian atau orde suatu jaringan poligon, dapat dilihat pada tabel 2 yang berisi hitungan daerah konfidensi dan orde poligon yang diukur dengan Total Station dan dengan GPS metode RTK.

Tabel 2. Radius daerah konfidensi dan orde jaringan

Sisi Poligon	Sumbu panjang ellips (a) dalam sentimeter		C.R untuk 95% atau (r) dalam sentimeter			Keputusan : $a \leq r$	
	Metode teristris	Metode real time kinematic	Orde II	Orde III	Orde IV	Metode teristris Orde (II),	Metode real time kinematic Orde (III)
Tim 1-Tim 2	1.2742	8.1375	1.1467	2.7519	8.8886	Ditolak	Ditolak
Tim 2-Tim 3	1.5272	7.3226	1.3510	3.2425	8.1048	Ditolak	Ditolak
Tim –Tim 4	1.3338	6.9171	1.2313	2.9553	7.3889	Ditolak	Ditolak
Tim 4-Tim 5	1.4928	5.8704	1.4046	3.3711	6.4271	Ditolak	Ditolak

Jaringan yang diukur dengan metode konvensional menggunakan *Total Station* memiliki ketelitian yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan GPS metode RTK dan ternyata metode konvensional lebih mendekati orde II daripada GPS metode RTK.

4. Koordinat hasil penentuan posisi.

Koordinat rata-rata hasil penentuan posisi metode konvensional dan GPS metode RTK disajikan dalam sistem proyeksi yang sama yaitu sistem koordinat UTM.

Tabel 3. Presisi posisi koordinat jaringan

No Titik	Koordinat UTM metode konvensional		Koordinat UTM GPS metode RTK		Simpangan baku		Presisi posisi koordinat [meter] $\sqrt{(\sigma_x)^2 + (\sigma_y)^2}$
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)	absis (σ_x) [meter]	ordinat (σ_y) [meter]	
Tim 1	622328,5880	9766433,3700	622328,5398	9766433,3800	6,13x 10 ⁻³	6,66x 10 ⁻³	9,05x 10 ⁻³
Tim 2	622357,3512	9766427,6520	622357,3248	9766427,6270	6,25x 10 ⁻³	6,62x 10 ⁻³	9,10x 10 ⁻³
Tim 3	622386,8459	9766363,9410	622386,7101	9766363,9180	6,10x 10 ⁻³	6,36x 10 ⁻³	8,81x 10 ⁻³
Tim 4	622367,6188	9766321,8520	622367,4793	9766321,8020	6,34x 10 ⁻³	6,79x 10 ⁻³	9,29x 10 ⁻³
Tim 5	622292,9737	9766353,0460	622292,8760	9766353,0990	6,97x 10 ⁻³	6,45x 10 ⁻³	9,50x 10 ⁻³

Angka presisi posisi ini menunjukkan kedekatan pengukuran berulang yang didapat dari akar penjumlahan varian absis dan varian ordinat data dari kedua metode, dan dapat diketahui bahwa presisi posisi rata-rata yang dihasilkan berkisar 0.009 meter.

5. Akurasi posisi.

Akurasi yang dimaksud adalah penyimpangan posisi ukuran rata-rata GPS metode RTK terhadap data metode konvensional, jika pengamatan dilakukan tepat diatas titik kontrol yang sama. Kemudian apabila penyimpangan posisi tersebut ditambahkan dengan nilai presisi posisi yang diperoleh, maka akan didapat ketelitian relatif pengukuran GPS metode RTK terhadap titik jaringan metode konvensional.

Tabel 4. Penyimpangan koordinat hasil pengukuran GPS metode RTK terhadap koordinat metode Konvensional

No Titik	Koordinat UTM metode konvensional		Koordinat UTM GPS metode RTK		Selisih koordinat	
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y(meter)
Tim 1	622328,5880	9766433,3700	622328,5398	9766433,3800	-0.048	-0.010
Tim 2	622357,3512	9766427,6520	622357,3248	9766427,6270	0.026	-0.025
Tim 3	622386,8459	9766363,9410	622386,7101	9766363,9180	-0.136	-0.023
Tim 4	622367,6188	9766321,8520	622367,4793	9766321,8020	-0.139	-0.050
Tim 5	622292,9737	9766353,0460	622292,8760	9766353,0990	-0.098	0.053

Penyimpangan posisi pengukuran GPS metode RTK terhadap poligon metode konvensional kearah barat-timur sebesar 0.0828 meter dan kearah utara-selatan sebesar 0.0314 meter.

Dalam perhitungan ketelitian relatif, data hasil pengukuran metode konvensional dianggap mempunyai kualitas pengukuran dan ketelitian lebih baik. Perhitungan ketelitian relatif tiap titik poligon diperoleh dengan cara menghitung beda koordinat hasil penentuan GPS metode RTK terhadap metode konvensional dengan melibatkan simpangan baku pengukuran ke arah sumbu X dan ke arah sumbu Y. Hasil perhitungan ketelitian relatif kedua metode tersebut dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Tabel ketelitian relatif koordinat hasil pengukuran GPS metode RTK terhadap koordinat metode konvensional

Nomor Titik	Penyimpangan posisi ukuran GPS metode RTK terhadap konvensional $\Delta D = \sqrt{((\sigma_x)^2 + (\sigma_y)^2)}$ dalam meter	Presisi posisi GPS metode RTK $\sigma_{x,y} = \sqrt{((\sigma_x)^2 + (\sigma_y)^2)}$ dalam meter	Ketelitian relatif GPS metode RTK terhadap metode konvensional dalam meter
Tim 1	0.0492	9.046×10^{-3}	0.0582
Tim 2	0.0364	9.104×10^{-3}	0.0454
Tim 3	0.1377	8.812×10^{-3}	0.1467
Tim 4	0.1483	9.285×10^{-3}	0.1572
Tim 5	0.1111	9.492×10^{-3}	0.1201

Akurasi pengukuran GPS metode RTK adalah sebesar 0.0965 meter dan diketahui pula nilai rata-rata ketelitian relatif pengukuran adalah sebesar 0.106 meter.

6. Pengujian signifikan parameter.

Maksud dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbedaan yang signifikan dari dua ukuran yang berbeda, dengan menggunakan *circullar standard error*. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap signifikansi parameter yang diperoleh dari hasil pengukuran metode konvensional dan GPS metode RTK. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6. Pengujian signifikansi parameter metode konvensional dan GPS metode RTK

Nomor Titik	Penyimpangan posisi ukuran GPS metode RTK terhadap konvensional $\Delta D = \sqrt{((\sigma_x)^2 + (\sigma_y)^2)}$ dalam meter	Simpangan baku posisi GPS metode RTK $SD = \sqrt{((\Delta_x)^2 + (\Delta_y)^2)}$ dalam meter	Keterangan $\Delta D > SD$
Tim 1	0.0492	9.046×10^{-3}	Ditolak
Tim 2	0.0364	9.104×10^{-3}	Ditolak
Tim 3	0.1377	8.812×10^{-3}	Ditolak
Tim 4	0.1483	9.285×10^{-3}	Ditolak
Tim 5	0.1111	9.492×10^{-3}	Ditolak

Hasil akhirnya ternyata GPS metode RTK berbeda secara signifikan terhadap metode konvensional, hal ini dapat dilihat dengan keputusan ditolaknya pengujian terhadap jaringan poligon yang dibuat.

7. Penyimpangan koordinat terhadap elips kesalahan.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah koordinat GPS metode RTK berada didalam atau diluar elips kesalahan koordinat konvensional dengan menggunakan *elips standard error* dengan mengambil selang kepercayaan 95% terhadap nilai C yang terdapat dalam tabel lampiran. Adapun hasil penyimpangan dapat dilihat dalam tabel 7 dibawah ini :

Tabel 7. Pengujian dengan *elips standard error* pada jaring poligon

Nomor Titik	C untuk selang 95 %	$e = ((\Delta x)/(\sigma x))^2 + ((\Delta y)/(\sigma x))^2$ dalam meter	Keterangan didalam jika $e \leq C^2$
Tim 1	0.0492	9.046×10^{-3}	Diluar
Tim 2	0.0364	9.104×10^{-3}	Diluar
Tim 3	0.1377	8.812×10^{-3}	Diluar
Tim 4	0.1483	9.285×10^{-3}	Diluar
Tim 5	0.1111	9.492×10^{-3}	Diluar

Hasil akhir keputusan ternyata semua titik yang diukur terletak diluar *elips standard error* pada selang kepercayaan 95%

3.2. Pembahasan

Dengan menggunakan konsep *Confidence Region* dapat diketahui radius daerah konfidensi dari suatu titik relatif terhadap titik lain dalam suatu jaring poligon. Dari hasil hitungan tersebut kemudian dapat ditentukan orde dari suatu poligon yang diteliti. Dari tabel dapat diketahui bahwa poligon yang diukur dengan TS memiliki klasifikasi orde III, sedangkan poligon yang diukur dengan GPS metode RTK memiliki klasifikasi orde IV, sehingga kedua jenis data ukuran tersebut tidak dapat memenuhi kriteria klasifikasi sebagai orde II. Hal ini disebabkan jaring poligon yang digunakan dalam penelitian memiliki bentuk yang kurang baik dan tidak memenuhi syarat poligon yang baik yaitu ada beberapa sisi poligon yang terlalu pendek. Sedangkan pada pengamatan GPS metode RTK kemungkinan tidak terpenuhinya disebabkan jarak antar titik poligon terlalu pendek.

Hasil dari pengujian tersebut berakibat pada pengujian signifikansi parameter dengan menggunakan *circular standard error* memberikan hasil bahwa pengamatan GPS metode RTK berbeda secara signifikan terhadap metode konvensional. Demikian juga pada penyimpangan kordinat terhadap elips kesalahan yang sedianya dilakukan untuk mengetahui apakah koordinat GPS metode RTK berada didalam atau diluar elips kesalahan, ternyata memberikan hasil semua titik yang diukur terletak diluar *elips standard error* pada selang kepercayaan 95 %.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang dilaksanakan diperoleh kesimpulan seperti diuraikan dibawah ini :

1. Penentuan posisi horizontal menggunakan GPS metode RTK memiliki beberapa keunggulan dalam pengoperasiannya, antara lain :
 - a. Tidak lagi diperlukan *post processing data*, karena data hasil pengamatan selama dilapangan dapat ditampilkan secara langsung saat itu juga (*real time / instantly*)
 - b. Dalam pengoperasiannya hanya dibutuhkan satu orang saja (*one man system*) sehingga tingkat produktifitas kerja dapat lebih meningkat.
 - c. Kualitas data koordinat titik yang diamat dapat secara langsung diketahui melalui *controller* dan sistem koordinat yang digunakan dapat ditentukan dalam koordinat kartesian, geodetik maupun lokal grid.
2. Konsep daerah konfidensi dapat digunakan untuk mengklasifikasikan ketelitian atau orde jaringan poligon. Dari hitungan yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa jaringan poligon yang diukur dengan metode konvensional memiliki ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan poligon GPS metode RTK, dan dapat diketahui

- pula bahwa kedua jenis data ukuran poligon tersebut tidak memenuhi syarat dalam kriteria orde II.
3. Kriteria yang tidak terpenuhi disebabkan jaringan poligon yang dipakai dalam penelitian memiliki bentuk yang kurang baik yaitu beberapa sisinya terlalu pendek. Kondisi tersebut berakibat pada pengukuran jarak dengan TS menjadi tidak teliti. Sedangkan pada pengamatan dengan GPS metode RTK juga memberikan bentuk jaringan yang tidak baik, kemungkinan terbesar terjadi karena jarak antar titik poligon yang pendek. Yang berdampak pada pengujian signifikansi parameter dengan menerapkan pengujian terhadap circular standard error, memberikan ditolaknya hipotesa yang diberikan.
 4. Pada pengamatan GPS metode RTK memberikan hasil bahwa elips kesalahan yang dihasilkan tidak terpengaruh oleh bentuk jaringan poligon yang dibuat, hal ini dapat dilihat dari harga orientasi elips kesalahan yang relatif konsisten

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Apabila dilakukan perencanaan yang lebih baik, sesuai dengan klasifikasi dan bentuk jaringan sesuai dengan acuan tertentu / TOR, prosedur pengamatan yang sesuai dengan prediksi dalam almanak satelit, dan estimasi posisi pengamatan yang tepat, maka sangat dimungkinkan survei GPS dengan metode RTK digunakan untuk keperluan pemetaan dan aplikasi reakayasa lainnya, seperti : pemetaan kadaster, pemetaan situasi, pemetaan drainasi, pemetaan *survey rute* jalan, *survey seismic*, pemindahan rig minyak lepas pantai, pemeruman dan pemetaan bawah laut (*bathymetri*), dengan catatan daerah yang dipakai untuk penelitian harus benar-benar terbuka.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada bentuk jaringan yang lebih baik dan memiliki klasifikasi orde yang lebih teliti, jumlah titik sample yang lebih banyak, dan waktu pengamatan yang lebih lama. Dengan demikian selain ketelitian juga dapat ditinjau aspek yang lain yaitu efisiensi pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

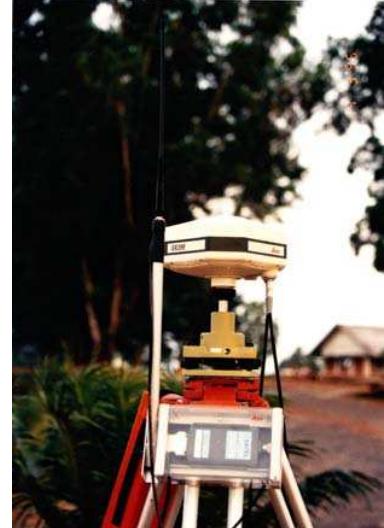
- Anonim, 1994, *Wild GPS System 300 Manual for SKI, SKI Installations Introduction and Guidelines, Guidelines to Real Time Kinematic Survey using RT-SKI*, CH-9434 Heerbrugg, Switzerland.
- Abidin, Z.A, 1994, Studi Rancang Bangun Kerangka Dasar Nasional GPS untuk Pendaftaran Tanah, Lembaga Penelitian, Jurusan Teknik Geodesi ITB, Bandung.
- Abidin, Z.A, 1995, Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, Z.A, Andrew J dan Kahar J, 1995, Survey dengan GPS, PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Brunside, C.D, 1987, *Electrics Distance Measurement*, Second Edition, Blocksburg, Virginia, London.
- Hadiman, 1991, Hitung Kuadrat Terkecil, Jurusan Teknik Geodesi UGM, Yogyakarta.
- Jacub, R., 1991, Menuju Standarisasi, Klasifikasi dan Spesifikasi Jarring Kontrol Dasar Geodesi Nasional, Departemen Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITB, Bandung.
- Mikhail, E.W, 1985, *Analysis and Adjustment of Survey Measurement*, Van Nostrand Reinhold Co, New York.
- Outilla, U.A, 1985, *Adjusment Computations Part I and II*, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Phillis, J.O, 1985, *FGCC-Spesifications to Support Classification Standards of Accuracy and General Specifications of Geodetic Control Survey*, Rockville, Madison Co, Wisconsin.

- Soejoeti, 1985, Metode Statistik, Komunika, Universitas Terbuka, Jakarta
Soeta'at, 1990, Penerapan Konsep Optimalisasi pada Jaring Poligon, Fakultas Teknik
Geodesi, UGM, Yogyakarta.
Wolf, R.P, 1985, *Adjustment Computation (Practical Least Square for Surveyor)*, Second edition, Madison Publishing Co, Wisconsin.

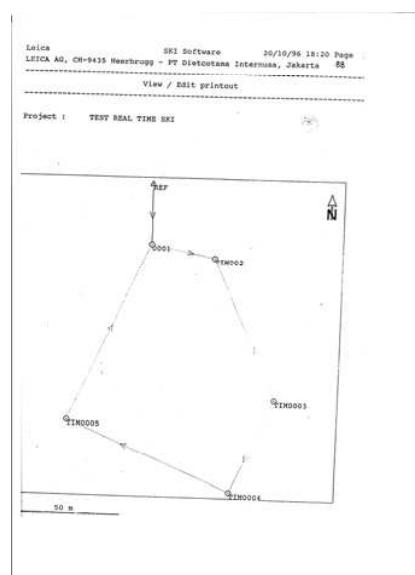
LAMPIRAN



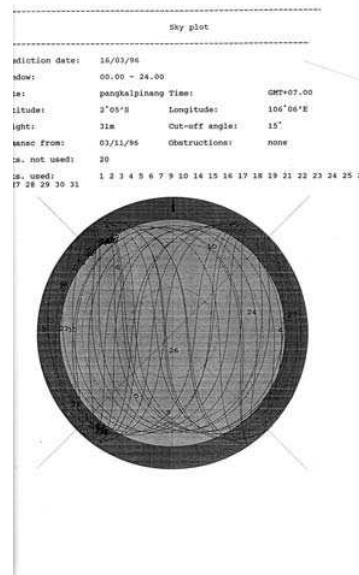
Receiver GPS Leica System 300



Receiver dilengkapi dengan Radio Link



Desain jaringan poligon



Konstelasi satelit GPS saat pengamatan