

TUGAS AKHIR

**PENINGKATAN KETELITIAN POSISI HORIZONTAL DENGAN
MENGUNAKAN ALAT GPS HANDHELD GARMIN 12 XL**



Disusun Oleh :

SANTY WIJAYA S

01.25.043

Bidang Ilmu :

Kelompok Bidang Keahlian Geodesi

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2007**

1971

1971

REPUBLICAN DEMOCRATIC PARTY
NATIONAL COMMITTEE
WASHINGTON, D.C.

REPUBLICAN DEMOCRATIC PARTY

WASHINGTON, D.C.

1971

1971

1971

REPUBLICAN DEMOCRATIC PARTY
NATIONAL COMMITTEE
WASHINGTON, D.C.

1971

LEMBAR PERSETUJUAN

PENINGKATAN KETELITIAN POSISI HORIZONTAL DENGAN MENGUNAKAN ALAT GPS HANDHELD

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Mencapai Gelar
Sarjana Teknik Strata Satu (S-1)

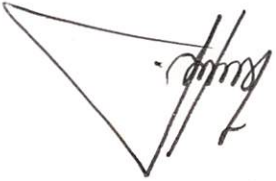
Oleh :

SANTY WIJAYA S

01.25.043


Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Hery Purwanto, ST, Msc.

Dosen Pembimbing II



Sylvester Sari Sai, ST, MT.

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



Hery Purwanto, ST, Msc.

LEMBAR PENGESAHAN

Dipertahankan di depan Panitia Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi.
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, dan
diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana S-1 Teknik Geodesi :

Pada hari / Tanggal : Sabtu / 24 Maret 2007

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua


(Ir. Nurul Hidayati, MTP)
Dekan FTSP ITN Malang

Sekretaris

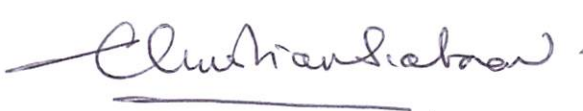
(Hery Purwanto, ST, Msc.)
Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1

Anggota Penguji :

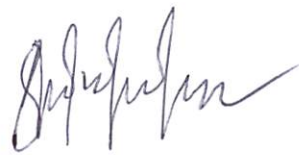
Penguji I


Ir. Agus Darpono, MT

Penguji II


Christian T Siahaan, ST

Penguji III


Sylvester Sari Sai, ST, MT

LEBAR PERSEMBAHAN

Pertama aku ingin mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan Rizky-Nya, sehingga aku dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik, walaupun musti penuh dengan ujian dari-Mu namun aku berusaha dengan baik mungkin untuk jadi seorang pemenang seperti yang Engkau mau diriku...
 untuk papa Suprianto dan mama Kustini yang telah menerima atas semua dorongan semangat dan doa yang senantiasa kalian berikan untukku tanpa hentihentinya sehingga bisa mengantarkan aku menjadi seorang sarjana, walau mengantarkan aku sangat keras dan berat, dengan perjuangan yang sangat keras dan berat, membanting tulang sekuat tenaga dan pikiran demi untuk menggapai sebuah mimpi dan harapan besar yang kalian cita-citakan untukku. Tak terhingga rasanya untuk membalas semuanya, kasih dan sayang mama



dan papahlah yang membuat aku selalu bangkit dan tetap berjuang sehingga membebaskan hasil yang memuaskan dan menjadi sebuah kebanggaan bagi kalian. Tanpa perjuangan kalian entah aku akan menjadi apa? Aku persembahkan **piala** keberhasilan untuk mama dan papa bangga akan diriku.



Kalianlah yang selalu membuat aku tersenyum bangga, kalian adalah cahaya hidupku dan kalianlah yang memberikan gairah dalam menghadapi hidup ini.

Untuk keluarga besar, Neveke terima kasih atas doa dan semangatnya, Tante Ret dan Pak Tih buat orderannya karena mereka aku bisa ke-Net tiap 3x seminggu, dan atas semua jasa-jasa yang sudah kalian berikan pada keluargaku selama ini. Yang uti makasih buat mobilnya, yang udah 2 hari mengantarku dan kekuatan untuk tetap bisa tegar dan menjadi yang terbaik.

Bunda terima kasih atas semua yang sudah engkau berikan buat aku, doamu selalu menyertaku, ajaramu masih aku ingat sampai dengan hari ini, dorongan semangatmu yang tak pernah pupus buatku, hatimu yang selalu menyertaku walau kita jarang bertemu. Bunda aku rindu memelukmu, aku rindu akan kasihmu.



Kalo untuk yang satu ini aku cuman bisa bilang **'TAK I LOVE YOU'** gak tau akan seperti apa aku tanpa mengenalmu, benar-benar seorang katak yang hebat, ada dalam suka maupun duka.. "Tak tnx ya udah mau nemenin aku panas-panas demi SP, dan demi Tugas Akhir ini" katak adalah sumber inspirasi, tanpa katak gak tau kapan selesaiin nih Tugas Akhir, tanpa lelah menyemangati, tanpa pernah meyakini. Tetap semangat Gago buat DonutBoy's...hehehe



dahinya hari bersamamu tak, canda tawa tak pernah luput sekalipun itu lagi BT inget. Dan akhirnya tak penentian selama ini telah ku selesaikan juga..hehe sekarang



Buat kak Yane, terima kasih atas semua yang udah kakak berikan buat aku..Pekerjaan yang pernah aku jalankan kurang lebih 2 tahun (tanpamu aku tak akan bertahan selama itu) semangattmu yang luar biasa yang kau tunjuki buat aku, sms yang membuat aku tersadar akan lemahnya diriku. Sekali lagi Thx kak.

Abang makasih ya buat supportnya, kasih sayangny, perhatiannya, kesabarannya dan do'anya buat dek. Makasih karena abang udah kasih kepercayaan yang besar buat dek. Abang telan memberi satu warna indah dalam hatiku. Dek tuanggu semua cita2 yang selalu kita bahas setiap malam. Makasih buat suasana gembira, sedih, ketawa gilaanya, sampe gak terasa ngolah data sampai pagi. Ikutan gak tidur nemuin dek nemuin dek nu ini yang selalu jutek en sukanya marah2in abang he he ya maap ya abang". Abang tetap semangat ya ma' kita wujudkan impian kita untuk buat kebahagiaan orang2 yang menyayangi kita..! **luv u bang**



teman-teman PROJEK 3 MILLYAR yang udah baikk

bangget..walaupun panas menyengat dan rasa lelah yang tak tertahan tapi kalian tetap semangat dan tetap tersenyum tanpa pamrih ngabantu aku sampai 3x pengukuran..**Sulton** (ayo boss udang lu2 udang kerjo udang rabi he he, thx buat semua waktu yang disempatkan buat ajarin aku autocad dan lain2, dan trima kasih buat sebutan "ranjan"nya). **Yasin** (ayo loe bantu buat pengukuran pada lu2 diluan he he maap ya).



Amin dan Tiny (Finally..lu2 juga kita wala penuh

dengan keringat dan air mata, semua itu ternyata gak sia2 teman..semoga kalian berdua langgeng selalu, di bet banyak anak yang lutu2 sampai kakak ne nek) thx banget tanpa kalian gak tau akan seperti apa hasil pengukuranku, dan karena kalian lah aku berhasil melalui semua ini dengan bangga. Allah SWT memberkahi kalian semua (sorry kalo aku selalu ngbuat kalian kepotan, tanpa kalian gak tau aku yo oyo jadinya data-data ku he he, bukannya aku gaterk sign tapi otakku lagi gak loading aja..he he)

Buat Pak Hery dan Pak Sylvester (sungguh tanpa bapak aku gak tau gimana caranya jalani softwarenya) makasih buat semua alat2 yang udah di pinjamkan ke aku, gak tau kaya apa jika kalian tidak sebaik itu mau pinjami aku, pasti penelitian ini tidak akan pernah selesai. Bu tulis makasih ya buat korannya..setidaknya aku jadi sedikit pintar dengan membaca koran he he he, pak Christ makasih buat komputernya dengan gitu saya bisa olah data di kampus.



Christien (ndak makasih yo kameranya, tanpa kameramu kita gak bakal bisa gaya e he he), tinity, desy (makasih wis berpamasa ria), sukeron, yasin, amin, ardi, iman, lan juga LP (P makasih mobilnya ya) yang udah mau Bantu aku pada saat

pengukuran pertama.



Buat para sahabat senasib dan seperjuangan Geodesi, Ugh..ugh..ugh..jati, Awenk, Bohn (selamat bro loe pede luas duluan jangan lupa kasih info kerja ya don't forget pokok e) Amin, Sukron, Yasin (gila perjuangan kita bener2 gila, tapi akhirnya finish juga he he he, tanpa kalian mboh keoyo opo) Ronny (ayo ron semangat) Ughk (thx ya ughk nan baik yang selalu Bantu aku kerjain PR2ku) Theo (ayo coy rataranya mau di Bantu he he) Joshua, Danel, Aris, Yerenias (gere trinakasih laptohnya) Azis, Singo, Taufan (hal boy loe jangan sibuw ma bisnis aja cepet relatin tu kullian, Romo, Guruh, Lanang, Pak lek, Mahyudin, Amrudin, Ilyas, Farhan (semangat ya coy) Dhanj, iman, ayo teman2 semangat eling unur wis podu tuo (dan para sahabat kalo ada yang kelupaan ya map).. Christien (thx kamau dan mau jadi sahabat terbaikku selama 6 tahun ini, ya wala e bujukan kita di masa titike jenuh sehingga jarang komunikasi karena resibukan masing2. ayo semangat terus kan perjuanganmu.) Lima (makasih laptohnya ya tanpa itu aku gak akan selesai ngukur, thx juga buat supportnya, aku pasti Bantu kamuu.. tetep semangat ya lin) tinity (thx for everything kamuu jadi orang baik banget tulis dan yang jelas aku suka gaya kamuu yang apa adanya..aku buka konsultasi 27 jam kok jangan kuatir kalo butuh ketawa gila tinggal sms aku jam 12 malem pun aku layani gratis he he he) Desi (thx buat support kamuu, dan hadiah2 recelnya buat aku) Yani (thx buat buku2 TA nya, tanpa kamuu mau bisa aku bawa pulang tu buku.. semangat yan) Asni (makasih buat info gimana cara isi tinta he he he jadi malu karena kelihatan begonya..as semangat berjuang ya) Ifa (semangat bukk..) Novi (remanu loe tenggelam gak kangen ta sama teman2 yang lucu2) Tyas (ayo gas terus kan perjuanganmu)

Nita (Nit ajak2 ya).
Dafass crew (Pak Maman-makasih karena aku gak perlu ke situ-bondo lagi balikin alat, Mas Amin-thx udah kasih kepercayaan ma aku, Pak aku lupa nama anda tapi aku cuma bisa bilang thx selalu nganterin aku ke terminal dan belin aku makan siang, Mas Rldho yang pernah jemput aku) Thx banget buat GPS nandhelidnya yang udah dengan ikhlas meminjamkan padaku selama kurang lebih 50 hari tanpa ada komplain walaun jauh2 ke situ-bondo aku rela pulang pergi sampai musti tersesat jam 1 malam..fiwh tanpa orang baik kaya Pak Maman gak tau lagi remana aku musti cari.

Tante uliy makasih buat tahajud dan do'anya selama ini, mbah wat, Bu Nurul, tante indah dan saudara2ku dan semua orang yang mensupport, menyayangi dan mendo'akan aku sehingga aku bisa bernasib seperti sekarang ini terima kasih semua. ITS crew thx buat Blmo tanpa inspirasi dan buku2mu aku gak bakal bisa proposal makasih banyak buat semua kesempatanmu, Tyo yang selalu antar jemput aku di buungur..Rico makasih buat tempat istirahatnya, BK, Landung, Yanto, makasih wes temeni aku ngempur jam 2 pagi makan nasgor aroma mbek..he he he..

Mbak Dian (aku luas mbare mana traktirannya he ne rebalike ya?), Mid samald
zu lulus pisan he he he, koto, potter, Yur ne, mas Ardhan, mas Smith, Mbak Salis
ekeke aku luas.. ojo di seneni terus..sake lre aku wes gede temanan..
Akhir kata aku cuma bisa ucapkan banyak terima kasih karena kalian
egitu berarti dalam hidupku..semoga kita semua selalu dalam lindungan Allah
SWT..penuh dengan limpahan berkah dan rahmad..selalu diberi kesahatan, dan umur
panjang..serta rejeki yang berlimpah..Amin **Do the Best and Never Give Up..**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur alhamdulillah kehadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul “PENINGKATAN KETELITIAN POSISI HORIZONTAL DENGAN MENGGUNAKAN GPS HANDHELD” dengan sebaik-baiknya. Adapun maksud dan tujuan penyusunan tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat yang wajib dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S-1) Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan pernyataan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Hery Purwanto, ST, MSc, selaku pelaksana Harian Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sylvester Sari Sai, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Christian Siahaan, ST., selaku dosen wali Jurusan Teknik Geodesi angkatan '01
4. Bapak Ir. Pradono Joanes De Deo, Msi., yang memberikan judul, masukan, dan saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Abdurachman, yang memberikan kepercayaan untuk meminjamkan alat GPS Handheld untuk Penelitian dalam Tugas akhir ini.
6. Sahabat-sahabat GEODESI angkatan '01, terima kasih untuk waktu kebersamaan yang sudah kita jalin bersama
7. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, baik langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan jurusan Teknik Geodesi dan pembaca pada umumnya. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan, karena keterbatasan kemampuan, pengetahuan serta pengalaman, oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam penyempurnaan laporan skripsi ini. Trima Kasih...

Malang, 24 Maret 2007

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2

BAB II DASAR TEORI

2.1 Global Positioning System (GPS).....	3
2.2 Klasifikasi Receiver GPS.....	4
2.2.1 Receiver Tipe Navigasi.....	5
2.2.2 Receiver Tipe Pemetaan.....	6
2.2.3 Receiver Tipe Geodetik.....	6
2.3 Sinyal GPS.....	7
2.4 Karakteristik Survey GPS.....	8
2.4.1 Ketelitian Posisi yang Diperoleh.....	11
2.5 Orbit GPS.....	12
2.5.1 Broadcast Ephemeris.....	14
2.5.2 Rapid Ephemeris.....	15
2.5.3 Ultra Rapid Ephemeris.....	16
2.5.4 Precise Ephemeris.....	16
2.6 Penentuan Posisi dengan GPS.....	17
2.6.1 Metode Pengamatan Statik Singkat.....	19
2.6.2 Metode Pengamatan Stop and Go.....	20
2.6.3 Metode Pseudo Kinematik.....	21
2.7 Data Pengamatan GPS.....	22
2.8 Kesalahan dan Bias.....	24

2.8.1	Kesalahan Ephemeris.....	24
2.8.2	Medium Propagasi.....	25
2.8.3	Kesalahan Pada Receiver.....	26
2.8.4	Kesalahan Data Pengamatan.....	27
2.8.5	Kesalahan Lingkungan Sekitar GPS.....	28
2.9	Standart Pengukuran dan Ketelitian.....	30
2.9.1	Standart Survey pada Penentuan Posisi Relatif Statik.....	30
2.9.2	Prosedur Lapangan.....	31
2.10	Hitung Perataan Jaring GPS.....	32

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1	Persiapan Penelitian.....	35
3.1.1	Bahan dan Materi Penelitian.....	35
3.1.2	Spesifikasi Alat.....	35
3.2	Tahap Perencanaan.....	36
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	38
3.4	Tahap Pengambilan Data.....	40
3.4.1	Pengambilan Data untuk GPS Geodetik.....	40
3.4.2	Pengambilan Data untuk Navigasi.....	41
3.5	Proses Download Data.....	42
3.5.1	Download Data Hasil Pengukuran GPS Geodetik.....	42
3.5.2	Download Data Hasil Pengukuran.....	44
3.5.3	Download Data Hasil Pengukuran GPS Handheld Garmin 12XL....	53

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1	Data Hasil Perhitungan.....	56
4.1.1	Hasil Perhitungan NMEA.....	56
4.1.2	Perhitungan RMSE.....	57
4.1.3	Hasil Perhitungan RINEX.....	62
4.2	Analisa.....	64

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA.....	67
----------------------------	-----------

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penentuan posisi di permukaan bumi bisa dilakukan secara terestris dan juga ekstraterestris. Penentuan secara terestris berdasarkan pengukuran dan pengamatan yang semuanya dilakukan di permukaan bumi. Sedangkan ekstraterestris penentuan posisi dilakukan dengan pengukuran atau pengamatan ke objek atau benda di angkasa, baik yang alamiah (seperti bulan, bintang dan quasar) maupun yang buatan manusia seperti satelit. Salah satu metode penentuan posisi secara ekstraterestris yang dikenal saat ini yaitu survei dengan GPS (*Global Positioning System*).

GPS adalah suatu sistem satelit navigasi dan penentuan posisi, milik Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi secara tiga dimensi dan informasi waktu secara terus-menerus tanpa terpengaruh waktu dan cuaca di seluruh dunia. Sistem GPS ini sendiri terdiri dari 24 buah satelit dan 6 orbit dan letaknya pada ketinggian 20.200 km di atas permukaan bumi, dengan mengacu pada satu datum global yaitu *World Geodetic System 1984 (WGS84)*.

Dalam perkembangannya penentuan posisi ini, memicu timbulnya berbagai peralatan untuk mengakses satelit ini untuk berbagai keperluan mulai dari penentuan kerangka vertikal dan horisontal, selain itu juga bisa dimanfaatkan sebagai sistem navigasi. Dan seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga memicu timbulnya peralatan yang fleksibel untuk dapat mengakses satelit tersebut secara gratis, dalam hal ini adalah GPS handheld. Dan seiring dengan berkembangnya teknologi dan juga meningkatnya persaingan antara produsen pembuat alat ini sehingga banyak perusahaan produsen alat ini yang berlomba – lomba menciptakan alat terbaru dan dengan ketelitian yang semakin tinggi pula. Akan tetapi bisa terjadi kalau iklan yang ada untuk mempromosikan suatu produk GPS tersebut tidaklah benar, hal tersebut dilakukan untuk menarik minat para konsumen. Sehingga hal yang demikian ini perlu dibuktikan secara ilmiah sehingga para konsumen tidak salah dalam membeli produk GPS.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian di atas terdapat permasalahan yaitu spesifikasi teknis yang menyangkut ketelitian dari GPS handheld tersebut perlu dibuktikan secara ilmiah. Selain dari pada itu aspek lain yang dibahas adalah upaya meningkatkan ketelitian GPS Handheld dengan memberikan nilai koreksi dari titik referensi berdasarkan observasi dalam waktu bersamaan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan tentang spesifikasi teknis GPS handheld tersebut sehingga dapat digunakan sebagai referensi bagi aplikasi pekerjaan survey. Kemudian tujuan lain adalah memaksimalkan tingkat keakuratan dari hasil ukuran tersebut dengan melakukan pengolahan secara relatif dengan GPS geodetik.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah menggunakan metode pelaksanaan Jaring Radial, dan pengukurannya menggunakan GPS tipe Geodetik (referensi maupun rover). Sedangkan pengukuran dengan GPS Navigasi (handheld) menggunakan tipe Garmin 12 XL dengan external antena. Dan penelitian ini membahas bagaimana membandingkan *fix point* dari pengamatan pertama menggunakan GPS Geodetik dan Handheld dengan memberikan koreksi selisih perbedaan absis dan ordinat dari GPS Handheld di referensi terhadap GPS Handheld yang bergerak.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Global Positioning System (GPS)

Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*). GPS adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara berkelanjutan di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan. GPS merupakan salah satu metode penentuan posisi secara ekstra terestris, yaitu penentuan posisi yang dilakukan dengan melakukan pengukuran atau pengamatan ke obyek atau benda di angkasa, baik yang alamiah (misal : bulan, bintang dan quasaes) maupun yang buatan manusia (misal : satelit). Pada saat ini sistem GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia, karena GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan banyak keuntungan, baik dari segi operasionalisasinya maupun kualitas posisi yang diberikan.

Beberapa keunggulan dari GPS adalah :

1. Dapat digunakan setiap saat tanpa bergantung waktu dan cuaca.
2. Dapat meliputi wilayah yang luas, sehingga akan dapat digunakan oleh banyak orang pada saat yang sama serta tidak bergantung pada batas politik dan alam.
3. Tidak terlalu terpengaruh dengan kondisi topografis daerah survey.
4. Dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas.
5. Pemakaian sistem GPS tidak dikenakan biaya.
6. Pengoperasian alat penerima GPS untuk menentukan posisi suatu titik relatif mudah dan tidak mengeluarkan banyak tenaga.
7. Receiver GPS dari waktu ke waktu cenderung menjadi lebih kecil ukurannya, lebih murah harganya, lebih baik kualitas data yang diberikan, dan lebih tinggi kendalanya.
8. Pengumpulan data (surveyor) GPS tidak dapat memanipulasi data pengamatan.

Survey GPS umumnya dikategorikan atas fungsi aplikasinya yang biasanya langsung terkait dengan ketelitian posisi dari titik-titik yang diperlukan. Dalam hal ini ada beberapa jenis kategori survey berdasarkan tingkat ketelitiannya.

Tabel 2.1 Kategori Survey GPS dan ketelitian yang diperlukan (Seeber, 1993)

No.	Kategori	Ketelitian Relatif (ppm)	Ketelitian dalam cm (bergantung jarak)
1.	Survey Topografi	10	20-100
2.	Survey Rekayasa Skala Kecil		
3.	Survey Kadaster	1-5	1-20
4.	Survey Rekayasa Ketelitian Menengah		
5.	Survey Kontrol Geodetik	0.5-1	< (1-5)
6.	Survey Rekayasa Ketelitian Tinggi		
7.	Survey Geodinamika	0.1	0.1-2
8.	Survey Rekayasa Ketelitian Sangat Tinggi		

2.2 Klasifikasi Receiver GPS

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk pengklasifikasian receiver GPS (seeber, 1993), yaitu antara lain berdasarkan fungsi, data yang direkam, jumlah kanal ataupun penggunaannya.

Dilihat dari fungsinya, secara umum receiver dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Receiver GPS

1. Penentuan posisi :
 - a. Tipe Navigasi : - tipe sipil
- tipe militer
 - b. Tipe Pemetaan
 - c. Tipe Geodetik : - tipe satu frekuensi
- tipe dua frekuensi

2. Penentuan waktu : timing receiver

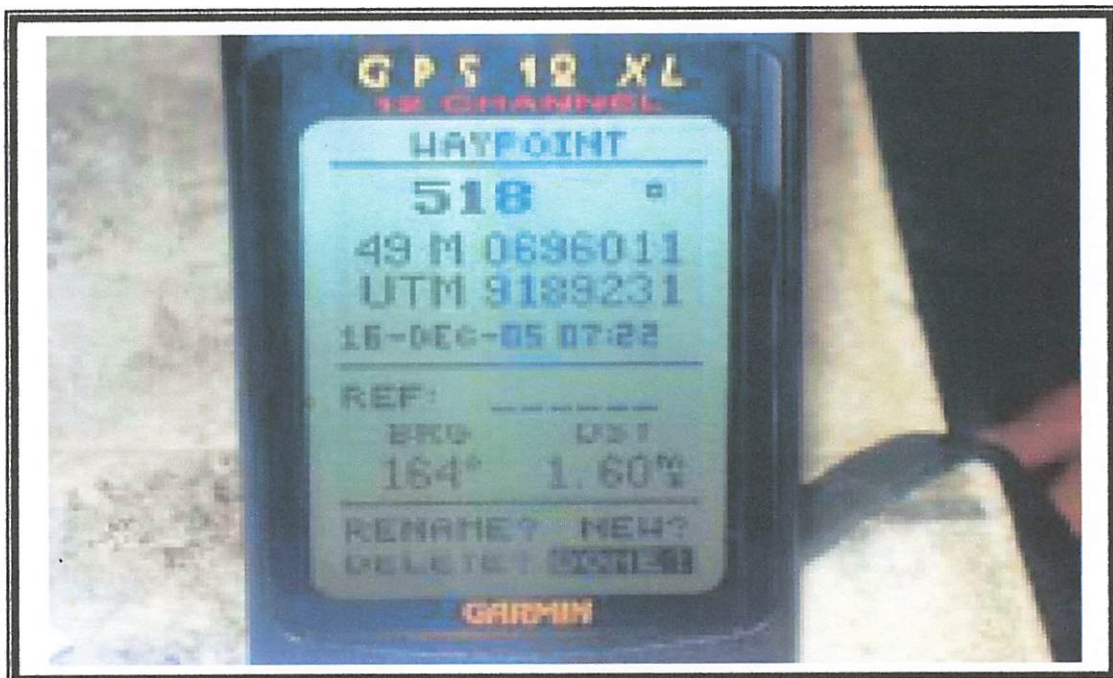
Berdasarkan jenis data yang direkam atau diberikan, receiver GPS juga dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- ❖ Receiver kode-C/A (contohnya receiver tipe navigasi dan tipe pemetaan)
- ❖ Receiver kode-C/A + fase L1 = fase L2 (contoh receiver tipe geodetik dua frekuensi yang menggunakan teknik signal squaring).
- ❖ Receiver code-C/A = kode-P = fase L1,L2 (contohnya receiver tipe geodetik dua frekuensi kode-P)

Receiver GPS untuk penentuan posisi dibagi 3 yaitu tipe navigasi, tipe pemetaan dan tipe geodetik.

2.2.1 Receiver Tipe Navigasi

Kadang disebut tipe genggam (*handheld receiver*) umumnya digunakan untuk penentuan posisi absolut secara instan yang tidak menuntut ketelitian terlalu tinggi. Receiver navigasi tipe sipil dapat memberikan ketelitian posisi sekitar 50-100 m, dan tipe milimeter sekitar 10-20 m. harga dari receiver navigasi ini umumnya juga relatif lebih murah. Data yang diberikan adalah data *pseudorange* (kode-C/A).



Gambar 2.1 GPS Tipe Navigasi

2.2.2 Receiver Tipe Pemetaan

Seperti pada tipe navigasi, receiver tipe pemetaan juga memberikan data pseudorange (kode-C/A). Hanya bedanya pada receiver tipe pemetaan, data tersebut direkam dan dapat kemudian dipindahkan (*download*) ke komputer untuk diproses lebih lanjut. Oleh sebab itu, tidak seperti hanya receiver tipe navigasi, receiver tipe pemetaan ini dapat digunakan untuk penentuan posisi secara diferensial, dan dalam hal ini ketelitian yang dapat diperoleh adalah sekitar 1-5 m. Contoh aplikasi yang dapat dilayani oleh receiver tipe pemetaan ini antara lain adalah survey dan pemetaan geologi dan pertambangan, peremajaan peta, serta pembangunan dan peremajaan basis data SIG. Beberapa merek *receiver* yang beredar dipasaran yang dapat diklasifikasikan dalam tipe ini antara lain adalah *Trimble Pro-XRTM*, *Magellan PrMARK XTM*, dan *Ashtech RelianceTM*.

2.2.3 Receiver Tipe Geodetik

Dari ketiga tipe receiver GPS untuk penentuan posisi, tipe geodetik adalah tipe receiver yang relatif paling canggih, paling mahal, dan juga memberikan data yang paling presisi. Oleh sebab itu receiver tipe geodetik umumnya digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang menuntut ketelitian yang relatif tinggi (dari orde mm sampai dm), seperti untuk pengadaan titik-titik kontrol geodesi, pemetaan deformasi dan studi geodinamika.

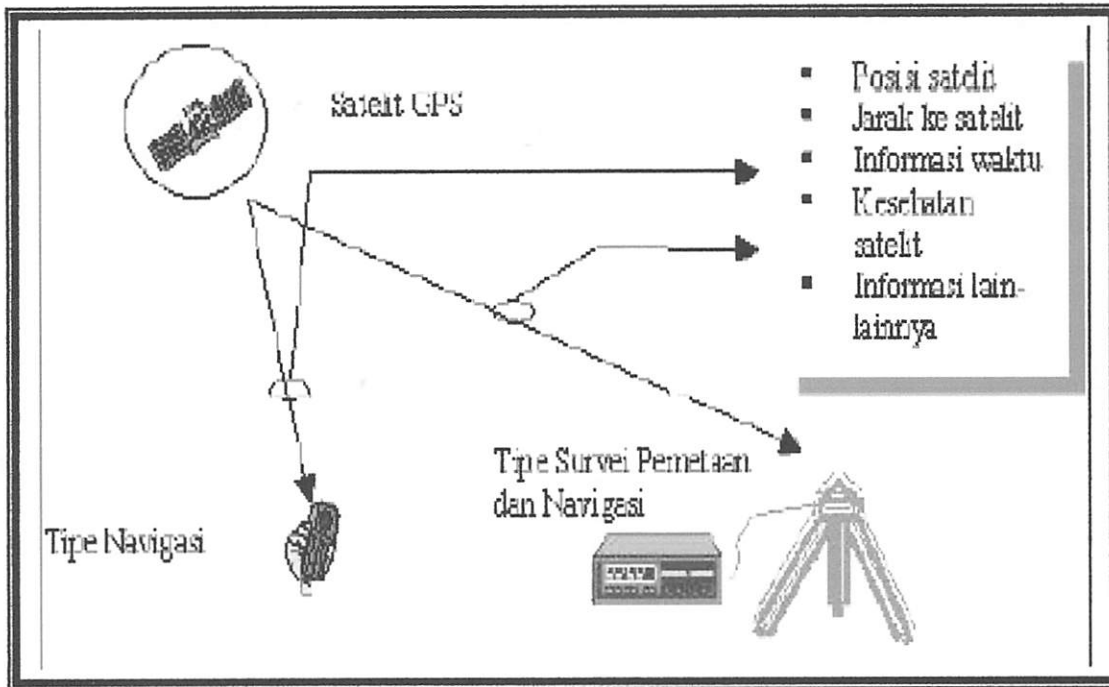


Gamabr 2.2 GPS Tipe Geodetik

2.3 Sinyal GPS

Satelit GPS memancarkan sinyal, pada prinsipnya untuk “memberi tahu” si pengamat tersebut tentang posisi satelit yang bersangkutan serta jarak dari si pengamat lengkap dengan informasi waktunya.

Sinyal GPS juga digunakan untuk menginformasikan kelayakan (kesehatan) satelit kepada sipengamat. Dengan mengamati satelit jumlah yang cukup, pengamat dapat menentukan posisinya.



Gambar 2.3 Skema Jalannya Sinyal GPS ke Receiver

Pada dasarnya sinyal GPS dapat dibagi atas 3 komponen yaitu : (Abidin 2000)

1. Penginformasian Jarak (kode)

Ada dua *pseudo-random noise* (PRN) yang digunakan sebagai penginformasian jarak, yaitu :

- P-code (P = *Precise* atau *private*)
- C/A code (C/A = *Coarse Acquisition* atau *Clear Acces*)

Code ini merupakan rangkaian kombinasi tertentu bilangan-bilangan 0 dan 1 secara umum jarak perbandingan P-code 10 kali lebih presisi dibandingkan dengan C/A-code.

2. Penginformasi posisi satelit (*Navigation Massage*)

Navigation massage menginformasikan pengamat tentang posisi satelit beserta kelakannya, disamping informasi-informasi lainnya.

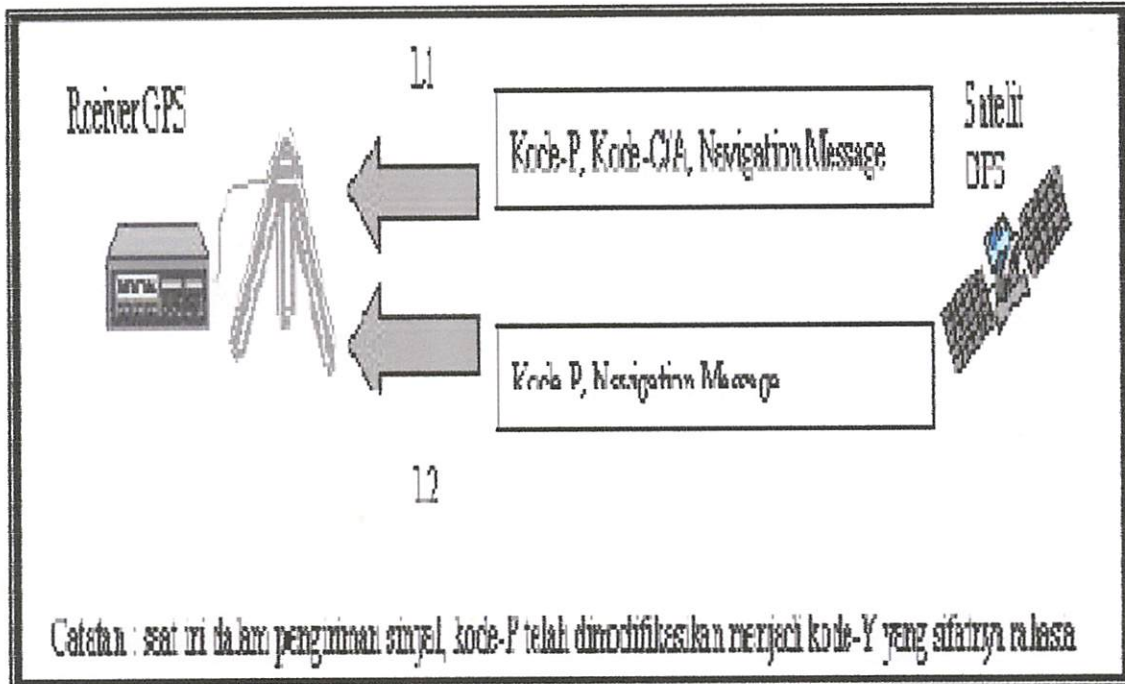
3. Gelombang pembawa (*Carrier Wave*)

Bertugas membawa code dan *navigation message* dari satelit ke pengamat.

Ada dua gelombang pembawa yang digunakan, yaitu :

L1 = membawa code P-code dan C/A-code beserta *navigation message*

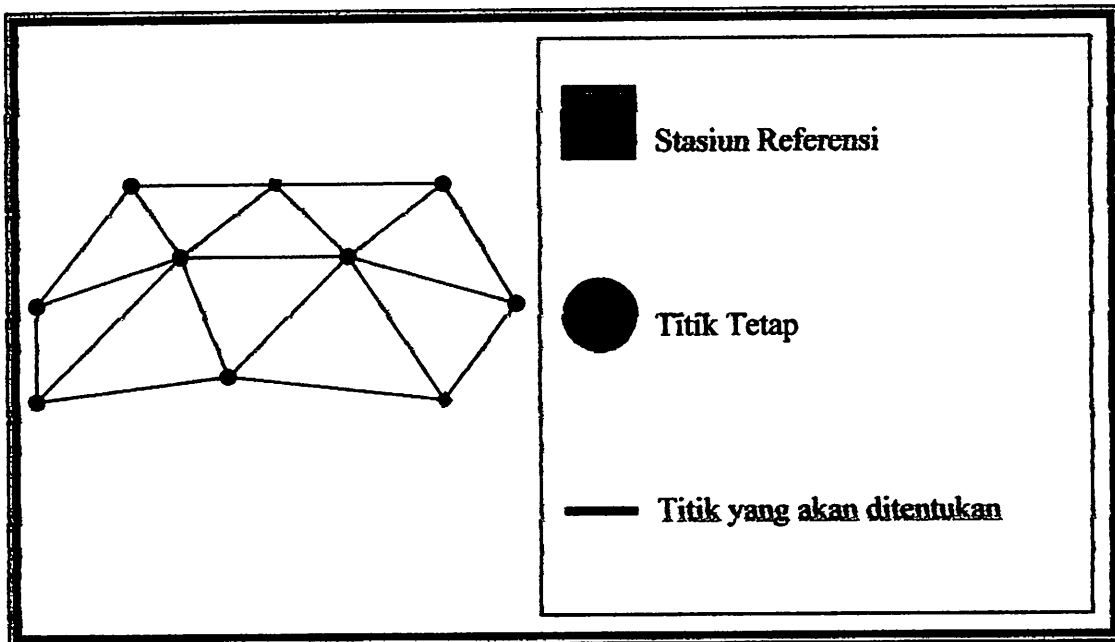
L2 = membawa P-code dan *navigation message*



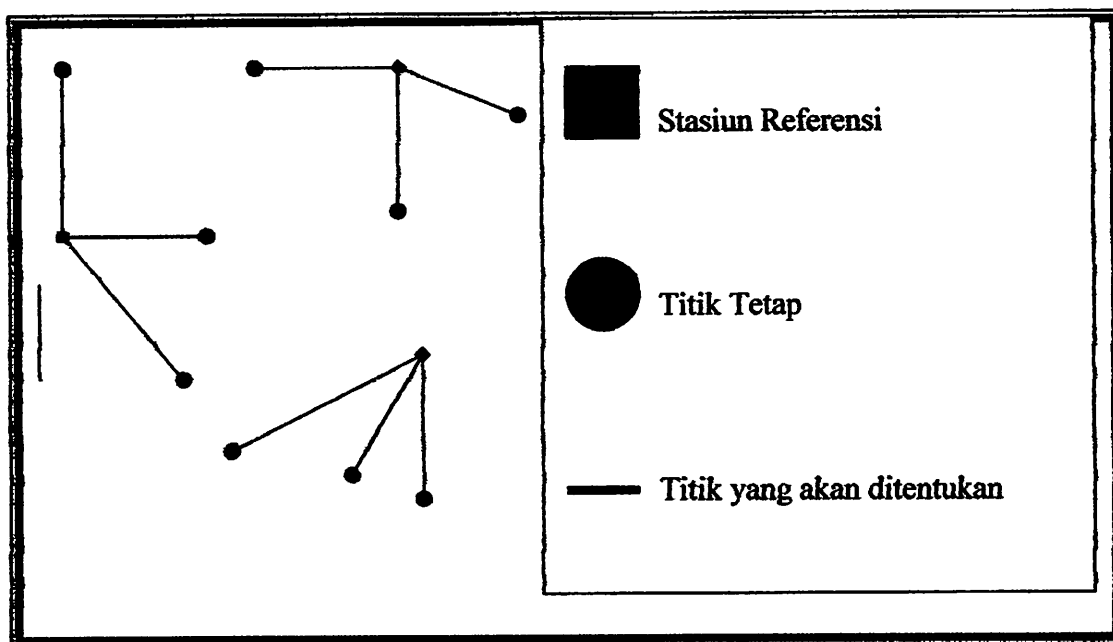
Gambar 2.4 Komponen Sinyal GPS

2.4 Karakteristik Survey GPS

Pada prinsipnya survey GPS bertumpu pada metode penentuan posisi statik secara diferensial dengan menggunakan data fase. Dalam hal ini pengamatan satelit GPS. Umumnya dilakukan baseline per baseline selama selang waktu tertentu (beberapa menit sampai beberapa hari bergantung pada tingkat ketelitian yang diinginkan), dalam suatu jaringan (kerangka) dari titik-titik yang akan ditentukan posisinya. Bila menggunakan lebih dari dua receiver GPS, maka pada satu sesi pengamatan (*observing session*) dapat diamati lebih dari satu baseline sekaligus.



Gambar 2.5 Penentuan Posisi Titik-Titik Dengan metode Survey GPS (metode jaringan). [Abidin, 2000]



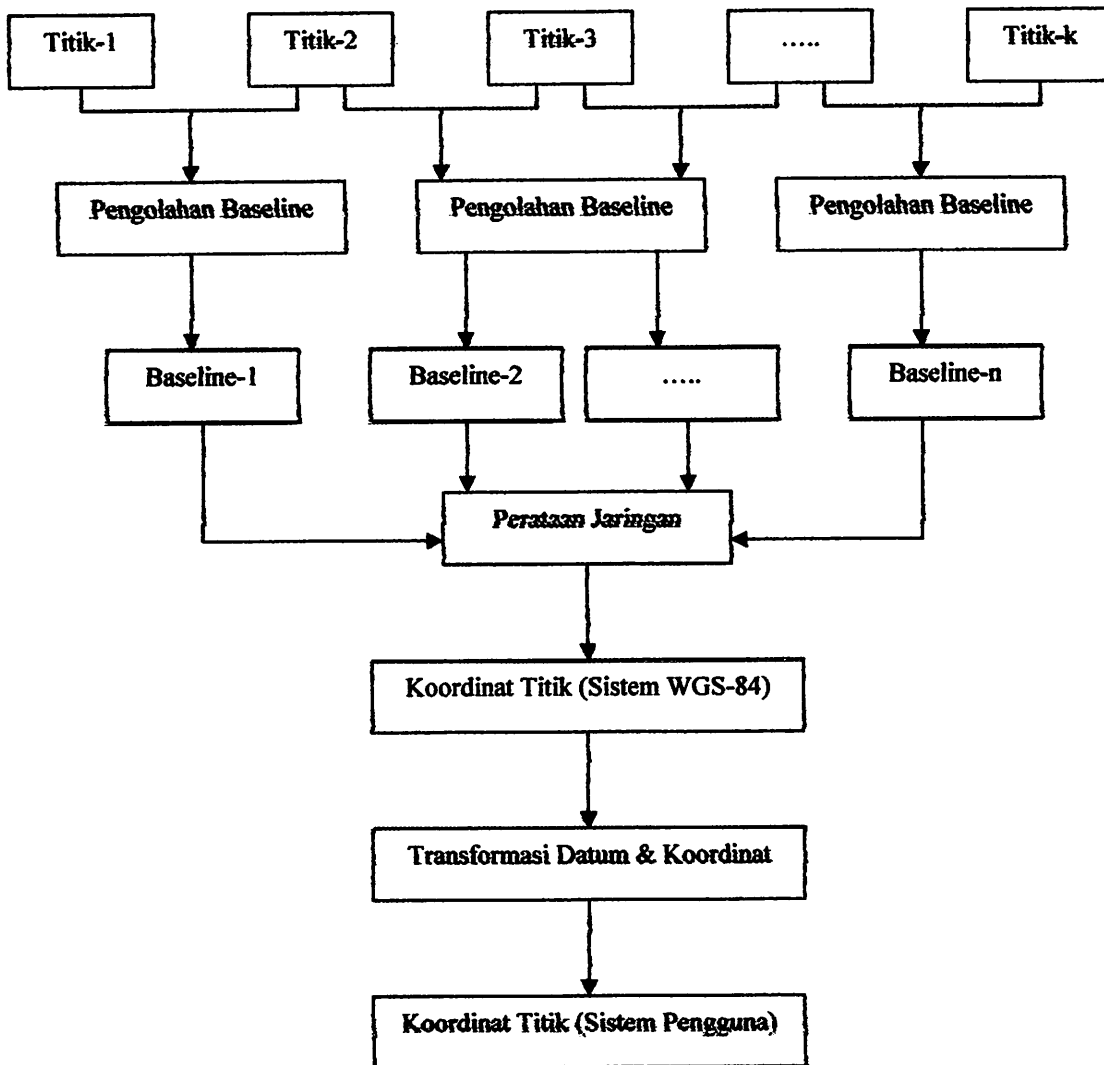
Gambar 2.6 Penentuan Posisi Titik-Titik Dengan metode Survey GPS (metode Radial). [Abidin, 2000]

Pada survey GPS, proses penentuan koordinat dari titik-titik dalam suatu jaringan pada dasarnya terdiri atas tiga tahap, yaitu :

- Pengolahan data dari setiap baseline dalam jaringan.

- Perataan jaringan yang melibatkan semua baseline untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan.
- Transformasi koordinat titik-titik tersebut dari datum WGS'84 ke datum yang diperlukan oleh pengguna.

Penentuan vektor baseline ini dilakukan dengan metode hitung perataan kuadrat terkecil (*least squares adjustment*), selanjutnya diolah dalam suatu proses hitungan perataan jaringan (*network adjustment*) untuk mendapatkan koordinat final dari titik-titik yang diinginkan.



Gambar 2.7 Diagram Alir Perhitungan Koordinat Titik-Titik Jaringan GPS
[Abidin,2000]

2.4.1 Ketelitian Posisi yang Diperoleh

Ketelitian posisi yang didapat dari suatu survay GPS secara umum akan bergantung pada empat faktor yaitu : ketelitian data yang digunakan, geometri pengamatan, strategi pengamatan yang digunakan dan strategi pengolahan data yang diterapkan.

Ketelitian data GPS pada dasarnya akan bergantung pada tiga faktor yaitu jenis data (*pseudorange* atau *fase*), kualitas dari receiver GPS yang digunakan pada saat pengamatan, serta level dari kesalahan dan bias yang mempengaruhi data pengamat.

Geometri pengamatan yang mencakup geometri pengamat dan geometri satelit juga akan mempengaruhi ketelitian posisi titik yang diperoleh dengan survey GPS. Dalam survey GPS, geometri pengamatan harus didesain dengan sebaik mungkin, karena pengaruhnya tidak hanya pada ketelitian titik yang diperoleh tetapi juga pada aspek-aspek operasional yang berdampak finansial.

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian survey GPS :

1. **Ketelitian Data** : - jenis data
 - kualitas receiver GPS
 - level kesalahan dan bias
2. **Geometri Pengamatan** : - lokasi titik
 - jumlah titik
 - konfigurasi jaringan
 - karakteristik baseline
 - jumlah satelit
 - lokasi dan distribusi satelit
3. **Strategi Pengamatan** : - metode pengamatan
 - waktu pengamatan
 - lama pengamatan
 - pengikatan ke titik tetap

Hal yang terkait dengan perencanaan strategi pengamatan adalah metode pengamatan, waktu pengamatan, lama pengamatan serta peningkatan ke titik tetap. Strategi pengamatan tersebut disamping harus optimal dipandang dari segi ketelitian biaya, waktu juga harus mengandung implisit suatu mekanisme kontrol kualitas.

Metode pengamatan dalam survey GPS biasa digunakan adalah metode survey statik, metode survey statik singkat, *stop and go*, dan *pseudo-kinematik*. Pemilihan metode survey memperhatikan tuntutan ketelitian yang akan dicapai, efisiensi dan efektifitas.

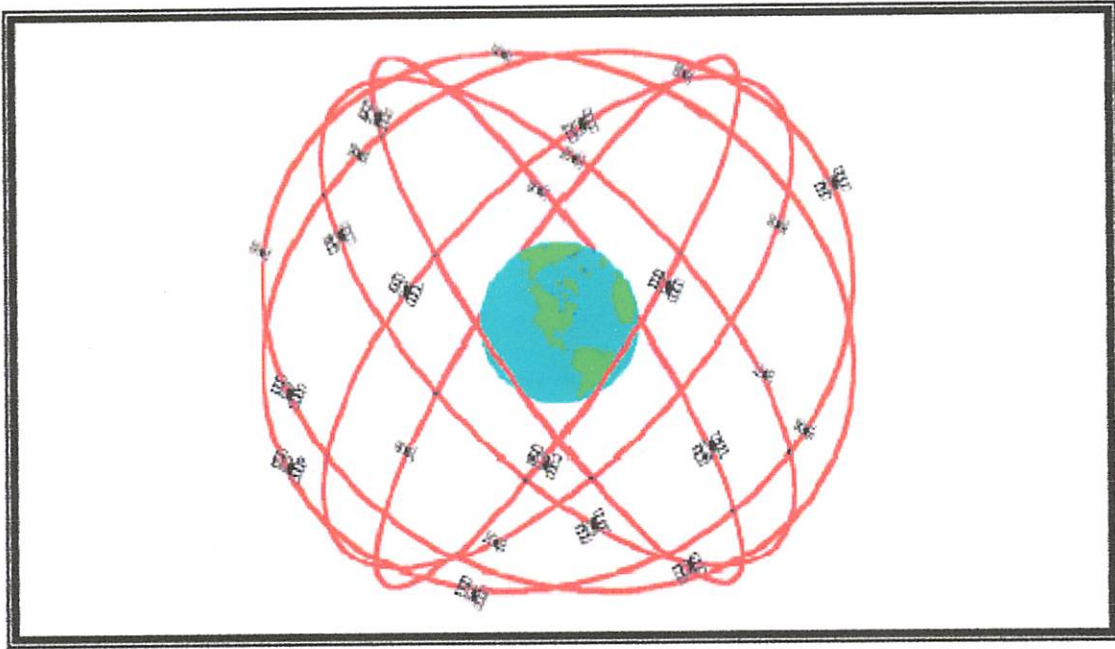
Waktu dan lama pengamatan harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Jumlah satelit GPS yang harus diamati.
- b. Kekuatan dari geometri satelit (ditunjukkan dengan *DOP*)
- c. Aktifitas ionosfer.
- d. Obstruksi sekitar titik pengamatan.
- e. Jenis receiver GPS yang digunakan (*single* atau *dual frekuensi*)

Pada dasarnya konsep dasar penentuan posisi dengan GPS adalah dengan pengikatan kebelakang dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan kebeberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui.

2.5 Orbit GPS

Satelit GPS mempunyai konstelasi 24 satelit dalam 6 orbit yang mendekati lingkaran. Setiap orbit ditempati oleh empat buah satelit dengan interval antara yang tidak sama. Orbit satelit GPS berinklinasi 55° terhadap bidang equator dengan ketinggian rata-rata dari permukaan bumi sekitar 20.200 km. Satelit GPS bergerak dalam orbitnya dengan kecepatan kira-kira 3,87 km/detik. Dengan adanya 24 satelit di angkasa, 4 sampai dengan 10 satelit GPS setiap saat akan selalu dapat diamati di seluruh permukaan bumi. Sinyal satelit GPS dipancarkan secara *broadcast* oleh satelit GPS secara berturut-turut. Dengan mengamati sinyal satelit menggunakan *receiver* GPS dapat ditentukan posisi (lintang, bujur) dipermukaan bumi. Informasi lainnya yang didapat dari satelit GPS selain posisi adalah kecepatan, arah, jarak, dan waktu.



Gambar 2.8 Konstelasi Satelit GPS

Suatu orbit satelit GPS dinyatakan berkualitas apabila satelit berada pada titik berat dari satelit GPS sendiri, bumi hanya bergravitasi pada jagat raya (bumi itu sendiri), bumi mempunyai luasan gravitasi spherikal yang simetris, tidak ada bidang magnet, tidak terpengaruh atmosfer, tidak terpengaruh gaya yang lain. Selain itu satelit mengikuti orbit Kepplerian yang sempurna, tidak ada efek relativitas, gaya gravitasi bulan dan matahari, efek relatif yang lain, meliputi : tekanan radiasi (matahari), *Athmospheric drag* dan bidang *geomagnetic*. Periode orbit nominal dari satelit ini adalah kurang lebih 12 jam (tepatnya 11 jam 58 menit) diulang setiap 12 jam sideral. Akibat beberapa gaya yang mempengaruhi pergerakan satelit pada orbitnya, agar satelit tetap di dalam orbitnya maka digunakan perataan pada orbit satelit dari waktu ke waktu, menggunakan *onboard thrusters*, membuat satelit mendekati angka 12 waktu sideral. Variasi dari parameter orbit dibawa oleh pesan navigasi (*navigation message*) oleh receiver GPS yang memberikan serangkaian elemen orbit terkini. Saat di up-date, terjadi banyak penyimpangan kecil dari pesan navigasi tersebut sehingga timbul beberapa kesalahan pada waktu melakukan pengamatan posisi. Kualitas posisi dalam pengukuran GPS diartikan berkualitas apabila posisi yang akan ditentukan mempunyai titik ikat dengan titik-titik yang ditetapkan IGS. Sehingga hasil pengolahan baseline antara titik tetap IGS maupun dengan titik yang ditentukan akan relatif sama. Hal ini dengan memperhatikan standar

deviasi yang dihasilkan baik dari setiap koordinatnya maupun standar deviasi baseline, semakin kecil standar deviasinya, maka semakin teliti hasil pengolahan baseline. Selain itu dapat diketahui dari nilai PDOP maupun GDOP saat pengamatan dilakukan, jumlah satelit yang terekam cukup banyak, tidak terjadi *cycle clip*, sehingga hasil *ambiguitas fase* maksimal.

2.5.1 *Broadcast Ephemeris*

Merupakan tipe data GPS yang didapatkan secara langsung pada saat pengamatan, tipe data ini biasa disebut tipe navigasi yang ketelitiannya sangat rendah. Biasa digunakan pada *survey* secara *real time* dan untuk keperluan praktis yang tidak membutuhkan ketelitian yang tinggi. Bentuk datanya berupa *navigation file*. Ketelitian yang dihasilkan relatif kecil sekitar 260 cm.

Broadcast Ephemeris ditentukan dalam dua tahap :

1. Ephemeris referensi ditentukan berdasarkan data pengamatan GPS selama 7 hari dari 5 monitor station (proses *off-line*), dengan menggunakan program perhitungan orbit yang canggih.
2. Pada tahap ini (proses *off-line*) perbedaan-perbedaan antara hasil pengamatan dari monitor station yang terbaru dengan ephemeris referensi diturunkan, dan kemudian diproses menggunakan metode *Kalman Filtering* untuk memprediksi koreksi-koreksi bagi ephemeris referensi.

Untuk penentuan *Broadcast Ephemeris* pengamatan *pseudorange* dan *fase* dilakukan dari semua monitor station terhadap semua satelit yang terlihat. Data tersebut kemudian dikoreksi terhadap efek-efek dari *refleksi ionosfir* dan *troposfir*, serta efek *relativistic*. Data yang telah dikoreksi kemudian di smooting dalam interval waktu 15 menit, dan untuk setiap interval dihasilkan 2 data pengamatan untuk setiap station dan satelit. Data-data tersebut diproses menggunakan metode *Kalman Filtering* untuk mengestimasi parameter-parameter berikut :

- 6 elemen orbit untuk setiap satelit
- 3 parameter jam untuk setiap satelit
- 3 koefisien tekanan radiasi matahari untuk setiap satelit
- 2 parameter jam untuk setiap monitor station
- 1 faktor skala toposfir untuk setiap monitor station, dan
- 3 parameter pergerakan kutub.

Broadcast Ephemeris pada dasarnya berisi parameter waktu, parameter orbit satelit, dan parameter perturbasi dari orbit satelit.

Parameter orbit satelit terdiri dari 6 parameter yaitu akar dari sumbu panjang elips, eksentrisitas, inklinasi, *right ascension of the ascending node*, *argument of perigee*, dan anomali mengengah. *Broadcast Ephemeris* dikirim setiap 1 jam.

2.5.2 *Rapid Ephemeris*

IGS memproduksi super rapid orbit untuk keperluan satelit GPS dengan yang dihitung satu hari setelah pengamatan terakhir. Hasil yang diproduksi tersebut berupa *IGR*, yang ditentukan dari hasil rata-rata perhitungan yang diperoleh dari IGS *analysis centres* yang berbeda. Ketelitian yang dicapai dari tipe orbit ini sebesar kurang lebih 5 cm.

Informasi *IGR* pada orbit ini tersedia dalam format SP3, sedangkan penamaan file *IGR* terdiri dari ‘angka dari minggu’ (*weeknumbers*) dan ‘angka dari hari’ (*daynumbers*), yaitu angka 0...6, diman 0 sama dengan hari minggu.

Pada tipe orbit *RAPID ORBIT COMBINATION* ini sangat berhubungan dengan agensi pengolah data dari *IGR* (*file headers*). Pusat analisis yang berpartisipasi dalam perhitungan orbit *IGR* seperti yang tercantum di bawah ini (dilengkapi dengan akronim tiap agensi).

Tabel 2.2. Daftar Pusat Analisis (*Analysis Centre*) IGS

Akronim	Agensi (Pusat Analisis/Analysis Centre)
COD	Centre of Orbit Determination for Europe (CODE) Universitas Bern, Switzerland
EMR	Geodetic Survey Division, Department of Natural Resources Canada (NRCan), Ottawa, Canada, Former Energi Mining and Resources
ESA	European Space Agency, Darmstadt, Jerman
GPZ	Geoforschungszentrum, Postdam, Jerman
JPL	Jet Propulsion Laboratory, Pasadena CA, Amerika Serikat
SIO	Scripps Institution of Oceanography, San Diego CA, Amerika Serikat

2.5.3 *Ultra Rapid Ephemeris*

Berawal pada tanggal 6 november 2000 (minggu 1087 hari ke-1), *IGS Ultra Rapid Products (IGU's)* menjadi produk dari *IGS*. *IGS Ultra Rapid Products (IGU's)* adalah sebuah data layanan orbit dengan ekstensi orbit file (.sp3), *Earth Rotation file (IGS/IERS format)* dan kombinasi dari *summary file*.

Konvensi penamaan dari IGU product adalah

Igu WWWWD_HH.EXT

Dimana :

WWW : GPS week (minggu GPS)

D : Hari dalam minggu/Day of week (0,...,6: Sun,...,Sat)

HH : Jam dimulainya orbit yang terprediksi.

HH berupa "00" yang ditampilkan pada jam 03:00 UTC

HH berupa "12" yang ditampilkan pada jam 15:00 UTC

EXT : Extensi produk IGU. Antara lain : sp3, erp and sum

Catatan : WWW dan D merupakan hari dimana prediksi orbit dimulai.

IGU didasarkan dari file *RINEX* tiap jamnya dari jaringan *IGS*, *IGU* produk terdiri dari 48 jam waktu orbit, 24 jam pertama berhasil dari orbit nyata (*real orbit*) yaitu pengamatan secara aktual. Sedangkan 24 jam selanjutnya berisi orbit prediksi. Bagaimanapun orbit harus dilanjutkan pada *boundary* antara bagian yang nyata dan prediksi.

Saat ini, *ultra rapid (IGU) product* dikembangkan selama 2 kali setiap harinya, yaitu pada jam 03:00 dan 15:00 *UTC*, serta mempunyai sebuah *time-log* (waktu sesudah pengamatan terakhir yang digunakan *ultra rapid (IGU) product* dapat diaplikasikan untuk pengukuran secara *real-time*).

Kualitas dari *Ultra Rapid (IGU) products* bisa mencapai level 20 cm terutama untuk aplikasi (*near-*) *real-time-applications*. Sebuah hasil yang cukup signifikan dan ekspek untuk menghasilkan pada stasiun-stasiun *IGS* yang mengirim file *RINEX*.

2.5.4 *Precise Ephemeris*

Merupakan data orbit GPS yang memiliki ketelitian paling tinggi, karena data yang diperoleh ± 7 hari setelah pengamatan. Dari data ini ketelitian yang dihasilkan mencapai kurang dari 3 cm.

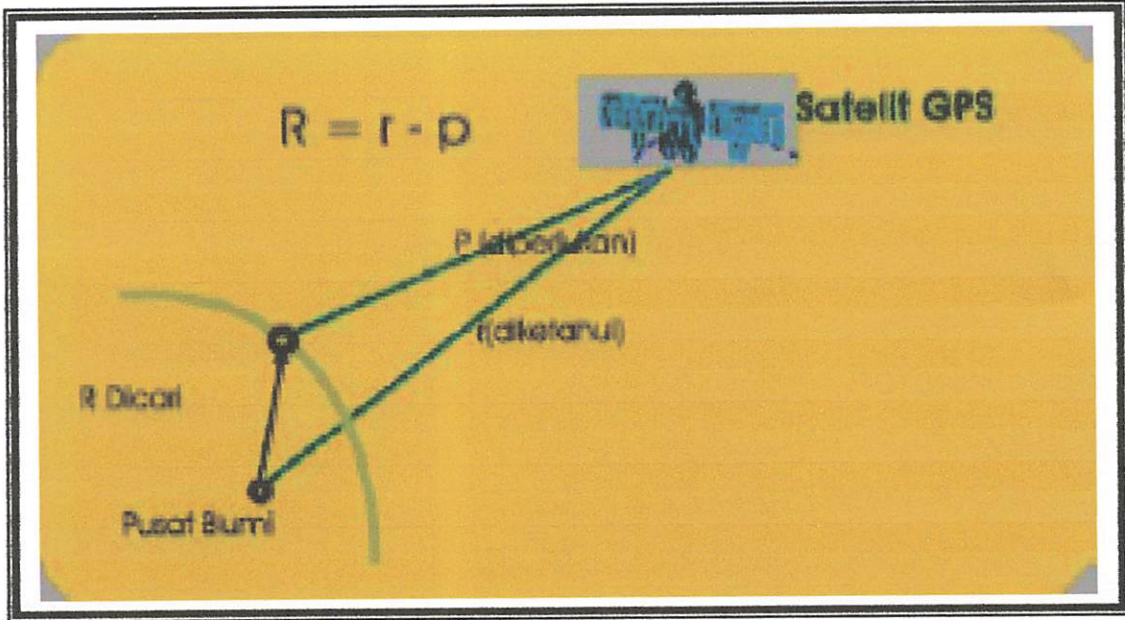
Bentuk data dari *ultra rapid* , *rapid*, dan *precise ephemeris* dapat berekstensi *.sp3*, *.erp*, *.sum*, yang dapat diperoleh pada data IGS (*International GPS Service*) yang merupakan pusat data orbit GPS yang telah diakui dunia. Pada instansi ini data rapid disebut *IGR (IGS Rapid Product)*, *Ultra Rapid IGU (IGS Ultra-Rapid Product)*, dan *Precise Ephemeris* disebut *IGS (Final Product)*. Untuk pengolahan baseline digunakan data yang berekstensi *.nav* untuk *broadcast orbit* dan *.sp3* untuk data *rapid-ultra-precise orbit*.

Pada tipe orbit ini data informasi-informasi yang diperoleh dari *broadcast* diolah lagi dengan menggunakan teori-teori perhitungan orbit yang sangat rumit dan kompleks untuk kemudian menentukan koordinat satelit dalam sistem *INERTIA* yang selanjutnya ditransformasikan ke sistem bumi (*ECEF*).

Secara teori hasil dari *Final Product* ini diteliti, karena telah dihitung menggunakan hitungan matematika yang rumit dan kompleks berdasarkan data satelit selama lebih dari tujuh hari.

2.6 Penentuan Posisi dengan GPS

Pada dasarnya konsep dasar penentuan posisi dengan GPS adalah dengan pengikatan kebelakang dengan jarak, yaitu dengan GPS adalah dengan pengukuran jarak secara simultan kebeberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Dan secara prinsip dasar ditentukan parameter yang diketahui adalah *posisi geosentrik* pengamat (r). Untuk itu karena vektor *posisi geosentrik* satelit GPS (r) telah diketahui, maka yang perlu ditentukan adalah vektor posisi *toposentris* satelit terhadap pengamat (Abidin, 2000)



Gambar 2.9 Prinsip Dasar Penentuan Posisi dengan GPS

Penentuan posisi dengan GPS dilakukan oleh 24 satelit dengan ketinggian 20.200 km di atas permukaan bumi. Ini menyebabkan GPS dapat meliputi wilayah yang cukup luas, dimana penentuan posisi ini didukung oleh tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri dari stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, segmen sistem kontrol (*control system segment*) dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS.

Berdasarkan mekanisme pengaplikasian, metode penentuan posisi dengan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metode yaitu *absolute* dan *relative (differential)*, berikut karakteristik metode penentuan posisi tersebut :

Tabel 2.3 Penentuan Posisi dengan GPS

Metode	Absolut (1 receiver)	Relatif (2 receiver)	Titik	Receiver
Statik	√	√	Diam	Diam
Kinematik	√	√	Bergerak	bergerak
Rapid Statik	-	√	Diam	Diam (singkat)
Pseudo_kinematik	-	√	Diam	Diam & bergerak
Stop and go	-	√	Diam	Diam & bergerak

2.6.1 Metode Pengamatan Statik Singkat

Metode penentuan posisi dengan survey statik singkat (*rapid static*) pada dasarnya adalah survey statik dengan waktu pengamatan jauh lebih singkat, yaitu 5-20 menit. Prosedur operasional lapangan dari survey statik singkat adalah sama seperti statik hanya selang waktunya yang lebih singkat.

Untuk merealisasikan hal tersebut metode statik singkat sangat bertumpu pada proses penentuan *ambiguitas fase* secara cepat. Untuk itu disamping memerlukan perangkat lunak yang handal pengamatan ini memerlukan geometri pengamatan yang lebih baik tingkat residu dan bias relatif lebih rendah serta lingkungan pengamatan tidak menimbulkan efek multipath. Mengikat persyaratan yang relatif cukup ketat maka metode ini sangat sesuai jika dilakukan untuk panjang baseline lebih kecil dari 5 km. (Abidin,2002). Aplikasi utama dari metode statik singkat ini adalah pada survey dan pemetaan (orde yang tidak terlalu tinggi)

Kalau dibandingkan dengan metode statik singkat dengan metode statik maka ada beberapa hal yang patut untuk dijadikan catatan :

- Survey statik singkat mempunyai tingkat produktifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan statik, karena waktu pengamatan yang relatif lebih singkat.
- Metode Survey statik memberikan ketelitian yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan statik singkat.

- Metode survey statik singkat membutuhkan perangkat lunak yang lebih canggih dan modern.
- Karena harus memastikan nilai ambiguitas fase secara benar dengan data pengamatan yang lebih sedikit, metode statik singkat kurang fleksibel dalam hal spesifikasi pengamatan dibandingkan metode statik.
- Metode statik singkat relatif lebih rentan terhadap efek dari kesalahan dan bias.

Untuk keperluan survey dan pemetaan bisa digunakan metode gabungan antara metode statik dan statik singkat. Dalam hal ini metode statik digunakan untuk sebagai titik kontrol dan metode statik singkat digunakan untuk penentuan koordinat titik kontrol yang relatif dekat.

2.6.2 Metode Pengamatan Stop and Go

Metode *stop and go* adalah salah satu metode survey penentuan posisi dengan GPS, yang kadang juga disebut semi kinematik. Pada metode ini titik yang akan ditentukan posisinya tidak bergerak, sedangkan receiver yang bersangkutan diam beberapa saat di titik tersebut.

Dalam operasionalnya penentuan posisi secara *stop and go* dapat dilakukan secara *real time* maupun *post processing*. Dalam hal ini metode *real-time* yang bersangkutan serta strategi pengamatan yang lebih ketat. Oleh sebab itu pengamatan secara *stop and go* ini diaplikasikan dengan metode *post processing* dimana pengolahan data dilakukan di kantor setelah semua pengamatan selesai dilakukan.

Disamping hal di atas kalau kita bandingkan metode *stop and go* dan kinematik maka ada beberapa hal yang perlu untuk sebagai catatan :

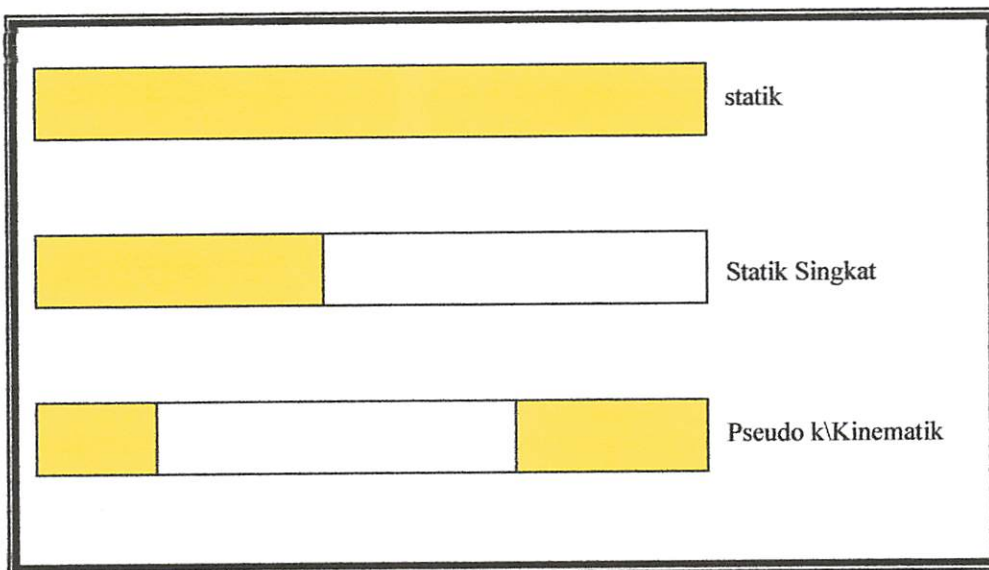
- Metode *stop and go* harus berbasiskan metode penentuan posisi *differensial* dengan menggunakan data *fase*, sedangkan metode kinematik tidak perlu, kecuali untuk penentuan posisi *kinematik* secara teliti.
- Pada kedua metode, penentuan *ambiguitas fase* merupakan hal yang terpenting untuk mendapatkan hasil yang teliti. Ini bisa dilakukan dengan metode-metode yang bersifat statik maupun metode *on-the-fly*. Pada metode *kinematik* kebutuhan terhadap metode *on-the-fly* lebih besar.
- Jika penentuan *ambiguitas fase* dilakukan secara *on-the-fly* dengan tingkat keandalan yang tinggi maka terjadinya *cycle slip* pada kedua metode ini tidak menjadi masalah.

- Metode *kinematik* pada umumnya membutuhkan kondisi pengamatan (satelit geometri serta tingkat kesalahan dan bias) yang baik untuk mencapai ketelitian posisi yang relatif tinggi.
- Kedua metode ini dapat di implementasikan dengan metode *post processing* maupun *diferensial*.

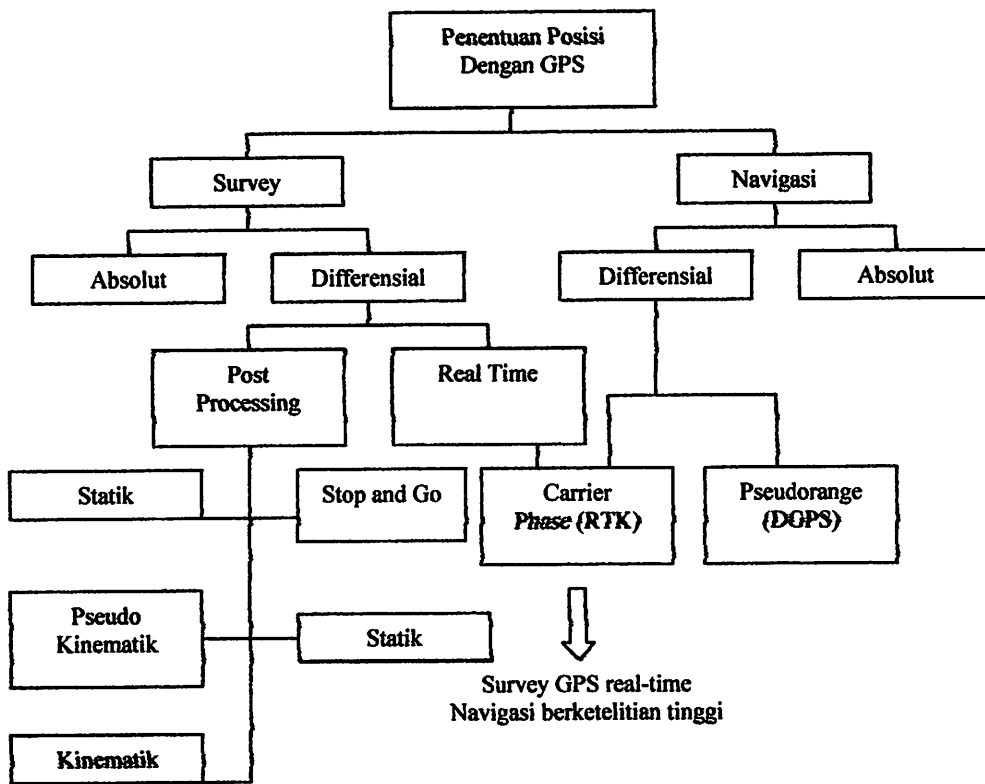
2.6.3 Metode Pseudo Kinematik

Metode pseudo-kinematik atau *intermittent* atau *reoccupation*, pada dasarnya dapat dilihat sebagai realisasi dari dua metode statik singkat yang dipisahkan oleh selang waktu relatif lama yaitu antara satu sampai beberapa jam.

Pada metode ini pengamatan dilakukan dalam dua sesi yang berselang waktu yang lama dimaksudkan untuk meliputi perubahan geometri yang cukup besar, sehingga dapat digunakan untuk penentuan ambiguitas fase serta mendapatkan ketelitian yang relatif lebih baik. Dalam hal ini perhitungan vektor baseline dilakukan dengan menggunakan data gabungan dari dua sesi pengamatan tersebut. Dan untuk pengolahan data ini tidak semua *software* komersial memiliki fasilitas pengolahan data jenis ini.



Gambar 2.10 Perbandingan Metode Statik, dan Pseudo Kinematik



Gambar 2.11 Berbagai Metode Pengukuran dengan GPS

2.7 Data Pengamatan GPS

Pada dasarnya konsep penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi atau pengikatan kebelakang dengan jarak yaitu pengukuran jarak secara simultan kebeberapa satelit GPS yang koordinat satelitnya telah diketahui (Abidin 2000). Data pengamatan GPS berupa data pseudorange dan data fase.

$$P_1 = \rho + d\rho + dtrop + dion + (dt - dT0 + MP_1 + \delta P_1 \quad (2.1)$$

$$L_1 = \rho + d\rho + dtrop + dion + (dt - dT) + MC_1 - \lambda_1 N_1 + \delta C_1 \quad (2.2)$$

Dimana :

P_1 = pseudo range

L_1 = jarak fase

ρ = jarak geometris antara pengamat dengan satelit (x,y,z)

c = kecepatan cahaya dalam vakum

λ = panjang gelombang

$d\rho$ = kesalahan jarak yang disebabkan kesalahan ephemeris (orbit)

$dtrop$ = bias yang disebabkan oleh troposfer

$dion$ = bias yang disebabkan oleh ionosfer

dt, dT = kesalahan dan offset dari jam receiver dan jam satelit

MP_1, MC_1 = efek dari multipath pada hasil pengamatan P_1 dan L_1

$\delta P_1, \delta C_1$ = derau (noise) dari hasil pengamatan P_1 dan L_1

Ada beberapa perbedaan karakteristik antara hasil pengamatan *pseudorange* dan *jarak fase*. Pada dasarnya *jarak fase* akan jauh lebih presisi dibandingkan dengan pengamatan secara *pseudorange*, dan disamping itu juga efek *multipath*nya juga lebih kecil. Oleh sebab itu untuk keperluan survey dan pemetaan yang umumnya menuntut ketelitian yang relatif cukup tinggi menggunakan data *fase*, *pseudorange* digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang tidak menuntut ketelitian tinggi.

Tabel 2.4 Perbedaan antara pseudorange dan data fase

	Pseudorange	Data Fase
Noise (1% of λ)	$P = 0.3 \text{ m}$ $C/A = 3 \text{ m}$	$L_1 = 1.9 \text{ mm}$ $L_2 = 2.4 \text{ mm}$
Ambiguitas	Tidak ada	Ambiguitas Fase
Efek Ionosfer	Diperlambat	Dipercepat
Multipath	I code width (maks) $P = 30 \text{ m}$ $C/A = 300 \text{ m}$	0,25 gelombang (maks) $L_1 = 4.8 \text{ cm}$ $L_2 = 6.1 \text{ cm}$

Seperti yang dijelaskan sebelumnya meskipun lebih presisi, data fase mempunyai ambiguitas fase yang harus ditentukan sebelumnya agar data fase tersebut dapat dikonversikan menjadi jarak geometrik yang sebenarnya dari satelit ke antenna. Penentuan ambiguitas fase bukan merupakan pekerjaan yang mudah. Dalam hal ini untuk menentukan ambiguitas fase secara benar maka harus memperhitungkan secara benar mengenai kesalahan dan bias yang mempengaruhi sinyal GPS, satelit geometri, dan juga metode penentuan ambiguitas fase yang digunakan. Hasil pengamatan pseudorange dilain pihak tidak dihindangi oleh problem ambiguitas tersebut.

Patut juga dicatat bahwa pengamatan dasar di atas dapat saling dikurangkan (*differencing*) dan juga dikombinasikan menjadi beberapa jenis pengamatan GPS lainnya.

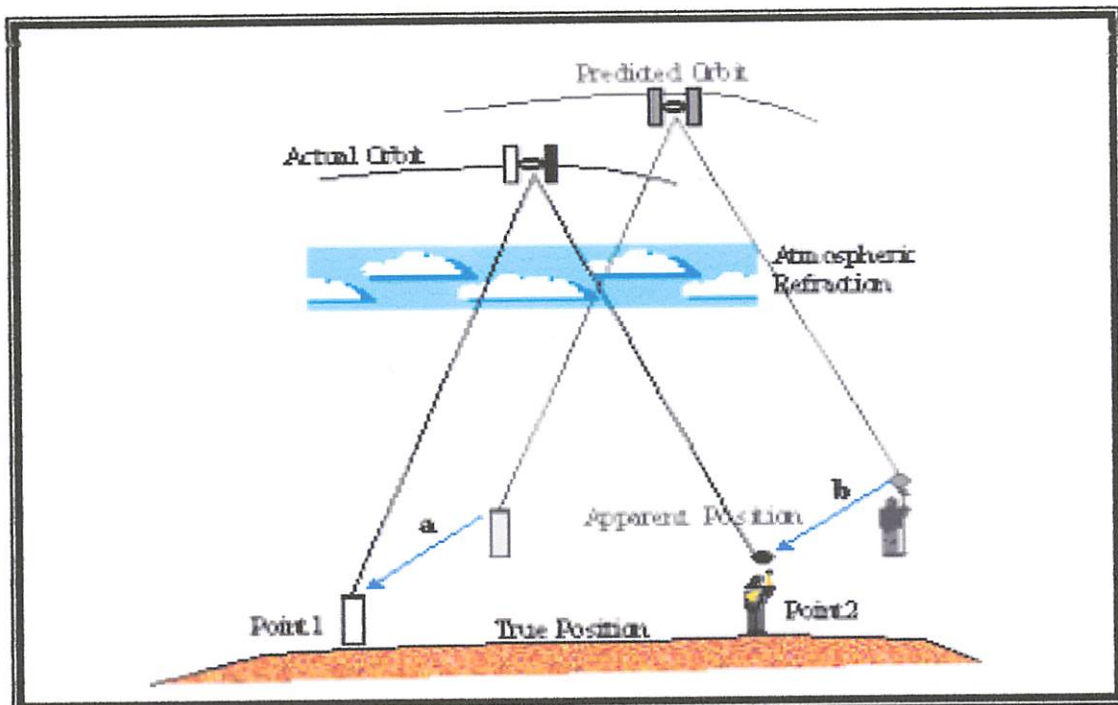
2.8 Kesalahan dan Bias

Pada dasarnya kesalahan dan bias yang terjadi pada saat pengukuran dengan GPS antara lain diuraikan seperti di bawah ini.

2.8.1 Kesalahan Ephemeris

Kesalahan *ephemeris* adalah kesalahan dimana orbit satelit yang dilaporkan oleh *ephemeris* tidak sama dengan orbit satelit yang sebenarnya.

Kesalahan *ephemeris* ini akan mempengaruhi ketelitian dan koordinat titik-titik *absolute* maupun relatif yang ditentukan. Pada penentuan posisi secara relatif, makin panjang baseline yang diamati maka efek dari *bias ephemeris* satelit akan semakin besar.



Gambar 2.12 Efek dari Kesalahan

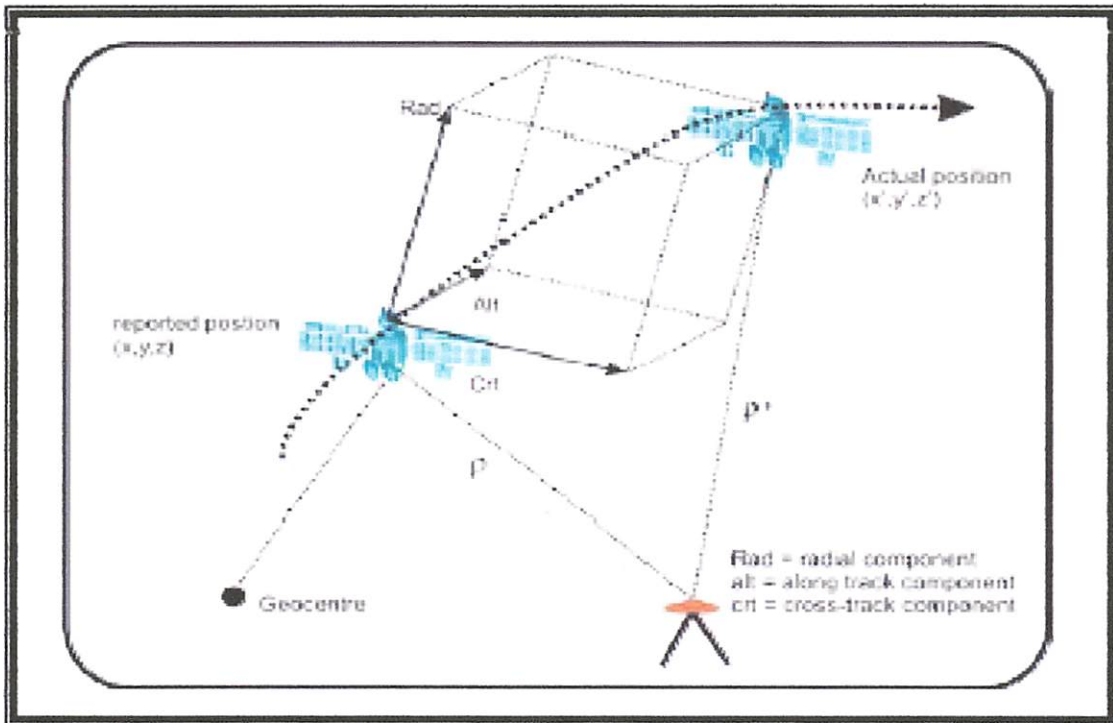
Kesalahan orbit satelit GPS pada dasarnya dapat disebabkan oleh tiga faktor, diantaranya :

1. Kekurang-telitian pada proses perhitungan orbit satelit oleh stasiun-stasiun pengontrol satelit.

2. Kesalahan dalam prediksi orbit untuk periode waktu setelah *uploading* ke satelit.
3. Penerapan kesalahan orbit yang sengaja diterapkan, yang juga dinamakan *Selective Availability*

Selective Availability (atau biasa disingkat SA) adalah metode yang diaplikasikan untuk memproteksi ketelitian posisi absolut secara real-time yang tinggi dari GPS hanya untuk pihak militer Amerika Serikat dan pihak-pihak yang diberi ijin.

Secara tipikal besar dari setiap komponen kesalahan orbit satelit GPS (dengan adanya *Selective Availability*) adalah sekitar 20 m (komponen radial), 50 m (komponen *along-track*), dan 30 m (komponen *cross track*)



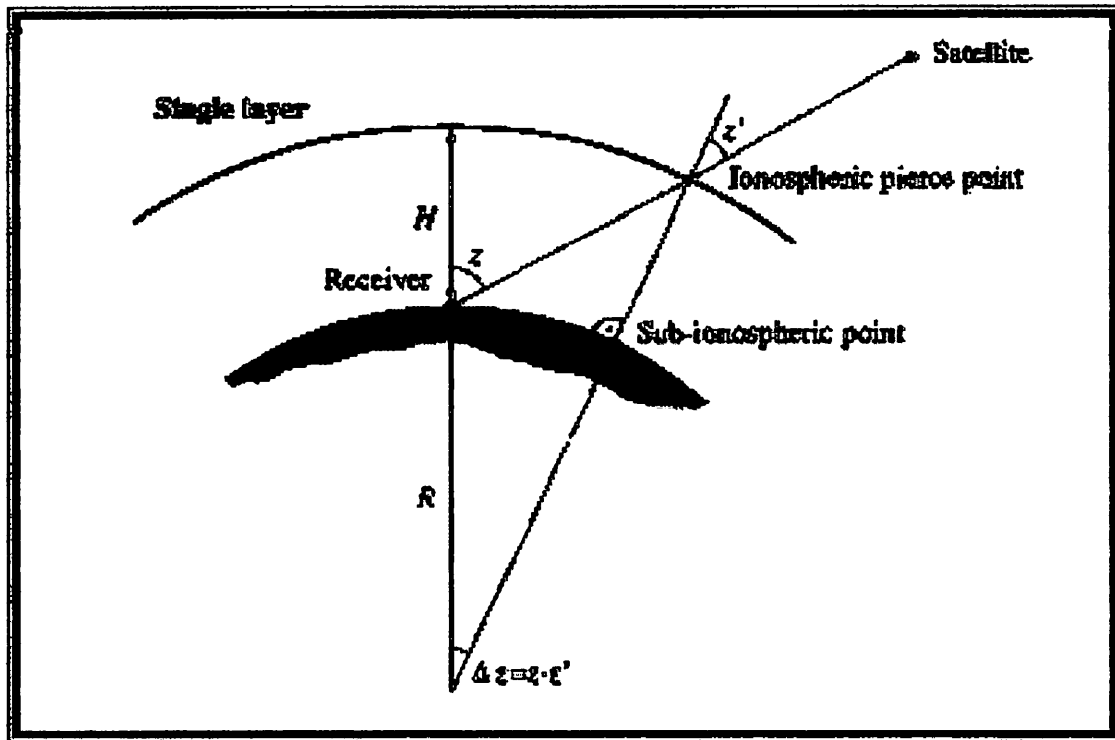
Gambar 2.13 Kesalahan Ephemeris (Orbit)

2.8.2 Medium Propagasi

a) Bias Ionosfer

Ionosfer adalah bagian dari lapisan atmosfer dimana terdapat sejumlah elektron dan ion bebas yang mempengaruhi perlambatan gelombang radio. Lapisan ini diperkirakan antara 60 – 1000 km di atas permukaan bumi. Jumlah elektron dan ion bebas pada lapisan ionosfer bergantung pada besarnya intensitas radiasi matahari serta densitas gas pada lapisan

tersebut. Dalam hal ini efek ionosfer yang terbesar adalah pada kecepatan sinyal, dimana akan menimbulkan perbedaan ukuran jarak. Perlu dicatat untuk efek dari ionosfer sendiri adalah memperlambat *pseudorange* dan mempercepat *fase*. Sinyal yang dipengaruhi adalah berupa kecepatan, arah, polarisasi, dan kekuatan.



Gambar 2.14 Efek kesalahan *Bias Ionosfer*

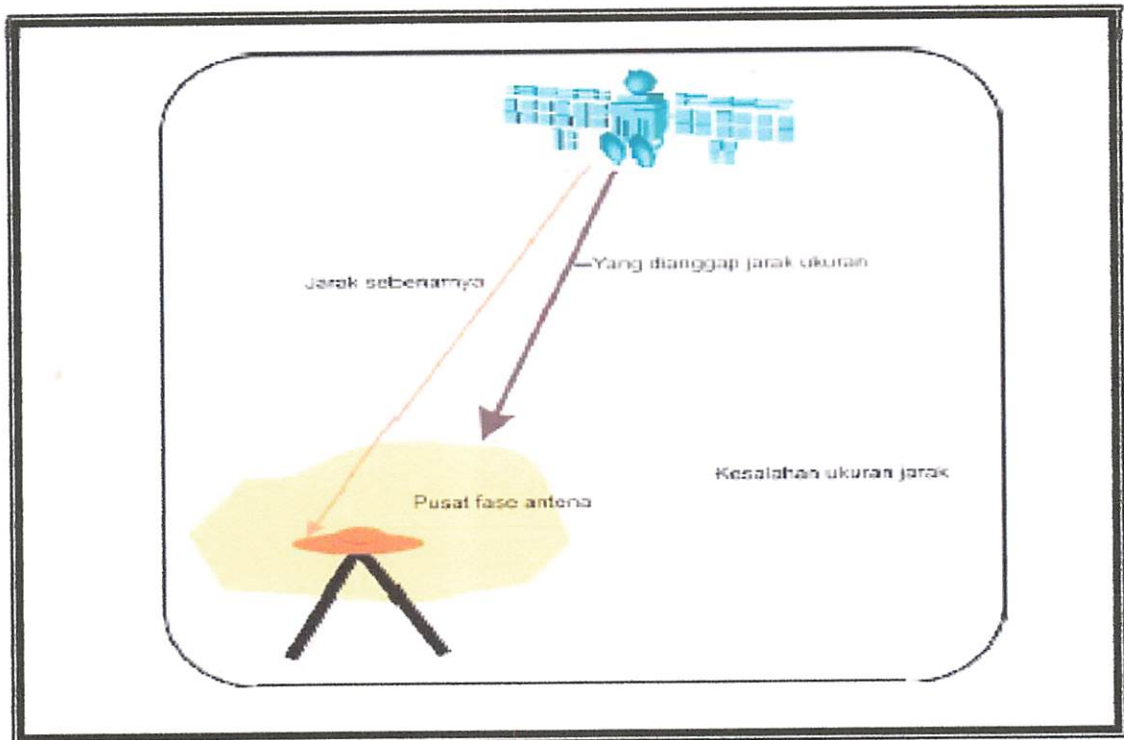
b) Bias Troposfer

Lapisan ini mempunyai ketebalan 9 sampai 16 km. ketika sinyal GPS masuk ke dalam lapisan ini akan mengalami refleksi yang menyebabkan perubahan terhadap arah dan kecepatan. Lapisan ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu komponen basah dan komponen kering. Untuk komponen basah biasanya dapat diprediksi sampai ketelitian 3-4 cm. [Abidin, 2000]

2.8.3 Kesalahan Pada Receiver

Secara umum kesalahan pada *receiver* disebabkan antara lain karena kesalahan jam *receiver* dan kesalahan pada antena. Kesalahan yang disebabkan karena jam pada *receiver* mempunyai kestabilan dan ketelitian yang lebih rendah dari jam pada satelit.

Kemudian kesalahan yang selanjutnya adalah pada pergerakan pusat fase antenna. Pusat fase antenna adalah pusat (sumber) yang sebenarnya dari radiasi. Dan dalam konteks GPS merupakan titik referensi yang sebenarnya digunakan dalam pengukuran sinyal elektronis. Titik radiasi yang ideal akan mempunyai muka fase berbentuk bola serta pusat fase yang tetap. Tetapi dalam realitanya sumber radiasi yang ideal sulit direalisasikan pada antenna GPS. Dalam pengukuran jarak dari antenna GPS ke satelit, jarak ukuran diasumsikan mengacu ke pusat geometris antenna. Akan tetapi sebenarnya secara elektronis terjadi perbedaan antara pusat fase dengan pusat geometris yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

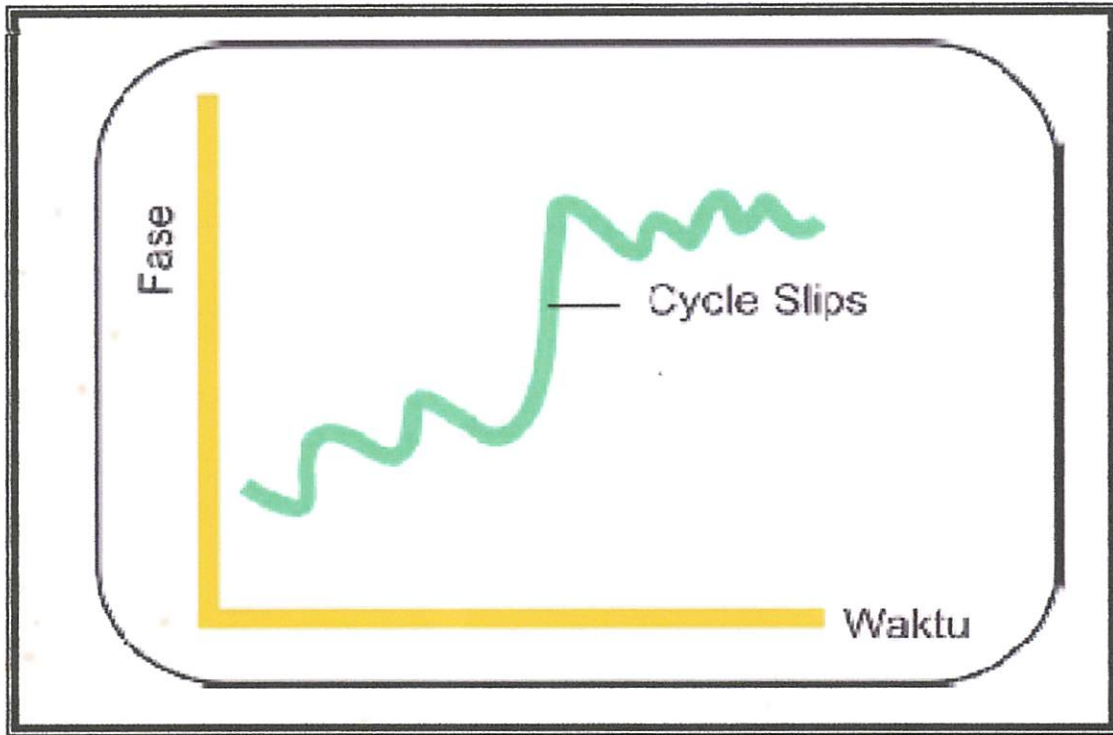


Gambar 2.15 Kesalahan Pengukuran Jarak karena Perbedaan Pusat Fase dan Geometri

2.8.4 Kesalahan Data Pengamatan

Pada kesalahan ini terjadi karena *ambiguitas fase* dan *cycle slips*. *Ambiguitas fase* adalah panjang gelombang penuh yang tidak mampu di rekam oleh receiver GPS. Penentuan harga *ambiguitas fase* ini tidaklah mudah. Terutama yang dilakukan sambil bergerak (*on the fly*).

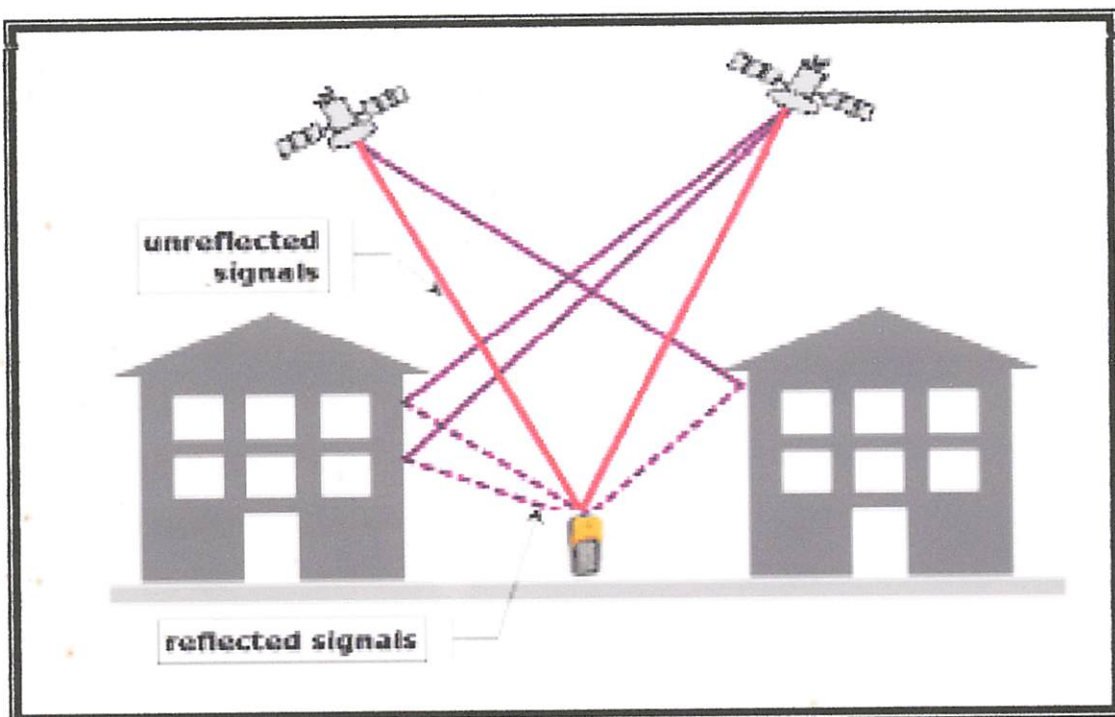
Kemudian *cycle slips* adalah ketidak kontinuan dalam jumlah gelombang penuh dari fase gelombang pembawa yang diamati, karena *receiver* disebabkan oleh suatu hal.



Gambar 2.16 Gambar *Cycle Slips*

2.8.5 *Kesalahan Lingkungan Sekitar GPS*

Kesalahan yang bisa disebabkan karena lingkungan sekitar GPS adalah kesalahan *multipath*. *Multipath* adalah kesalahan dimana sinyal dari satelit yang tiba ke *receiver* bukan merupakan sinyal langsung dari satelit ke antena, melainkan sebelumnya dipantulkan dahulu oleh benda yang berada di sekeliling GPS. Sehingga ukuran jarak bukan merupakan jarak langsung.



Gambar 2.17 Kesalahan Akibat *Multipath*

Secara keseluruhan didapatkan pendekatan nilai kesalahan seperti diuraikan dalam table dibawah ini :

Tabel 2.5 *GPS error budget*. (<http://www.montan.edu/places/gps/understd.html>)

Error source	Potential error	Typical error
<i>Ionosphere</i>	5.0 meters	0.4 meters
<i>Troposphere</i>	0.5 meters	0.2 meters
<i>Ephemeris data</i>	2.5 meters	0 meters
<i>Satellite clock drift</i>	1.5 meters	0 meters
<i>Multipath</i>	0.6 meters	0.6 meters
<i>Measurement noise</i>	0.3 meters	0.3 meters
<i>Total</i>	~ 15 meters	~ 10 meters

2.9 Standart Pengukuran dan Ketelitian

2.9.1 Standart survey pada penentuan posisi Relatif Statik

Standart survey dengan memanfaatkan konstelasi satelit GPS yang disampaikan disini adalah berkaitan dengan penentuan posisi relatif statik yang pengukurannya dilakukan dengan menggunakan minimal dua receiver GPS tipe Geodetik. Ketelitian standat pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) 95% diklasifikasikan dalam beberapa tingkat/orde ketelitian, bervariasi mulai dari tingkat ketelitian tinggi 0.001 ppm (*part per million*) sampai ke tingkat ketelitian rendah 50 ppm. Untuk tingkat ketelitian tinggi, interval (1,0 ppm – 3,0 ppm) diklasifikasikan sebagai orde satu. Sekarang ini dengan survey statik GPS, pencapaian hasil hitungan reduksi baseline yang ketelitian lebih baik dari 10 ppm dari selang pengukuran sekitar 15 menit pada keadaan geometri satelit yang optimal, adalah merupakan hal yang rutin dapat dicapai.

Ketelitian posisi relatif ditunjukkan oleh ketelitian relatif dari ketiga komponen koordinat antara satu stasiun dan stasiun lainnya dalam suatu jaringan (*network*). Untuk setiap posisi relatif, kesalahan linier maksimum yang diperbolehkan dalam satuan sentimeter (cm), dapat ditentukan sesuai dengan panjangnya jarak antara titik dengan rumus berikut : [Subarja 2000]

$$S = 0,1 \cdot P \cdot D \quad (2.3)$$

S : Kesalahan maksimum yang diperbolehkan dalam cm

D : Jarak antara dua stasiun dalam km

P : Standart geometri ketelitian posisi relatif minimum dalam ppm

Secara ringkas/umum klasifikasi geometri standart ketelitian penentuan posisi relatif, pada penentuan posisi relatif 3 dimensi dengan memanfaatkan konstelasi satelit GPS disampaikan pada table 1 berikut :

Tabel 2.6 Geometri Standart Ketelitian Penentuan Posisi Relatif (Bakosurtanal 1996)

Kategori Survey	Orde	Tingkat Kepercayaan	
		Standart ketelitian Geodesi	
		p (ppm)	a (1 : a)
Studi Geodinamika	Nol	0.1	1 : 10000000
Jaring Kontrol Horizontal Nasional			
Jaring Kontrol Horizontal Nasional (JKHN)	Satu	1	1 : 1000000
JKHN, Kontrol kadaster	Dua	10	1 : 100000
JKHN, Kontrol kadaster, Survey rekayasa	Tiga	20	1 : 50000
Kebutuhan lainnya, Kontrol kadaster, Eksplorasi Geofisika	Empat	50	1 : 20000

2.9.2 *Prosedur Lapangan*

Ketelitian *vector baseline* yang dihasilkan dari pengukuran GPS tergantung diantaranya pada jumlah satelit yang terlihat secara simultan dari tiap stasiun selama pengamatan berlangsung dalam satu sesi, geometri satelit, panjang *baseline*. Secara umum, spesifikasi untuk prosedur lapangan antara survey dengan ketelitian lebih rendah tidak akan berbeda jauh. Hal ini disebabkan karena *vector baseline* dan ketidak-tentuan lebih baik dari 10 ppm (1 : 100000) dapat diperoleh secara rutin dalam pengukuran, dengan menggunakan sekumpulan data-data yang diamati selama 15 menit sampai 30 menit pengamatan. Walaupun pada prosedur lapangan tidak terdapat perbedaan yang berarti antara pelaksanaan survey untuk orde dua dan orde lebih rendah, akan tetapi hasil yang diperoleh akan berbeda, yaitu tergantung pada proses data lanjutan yang digunakan.

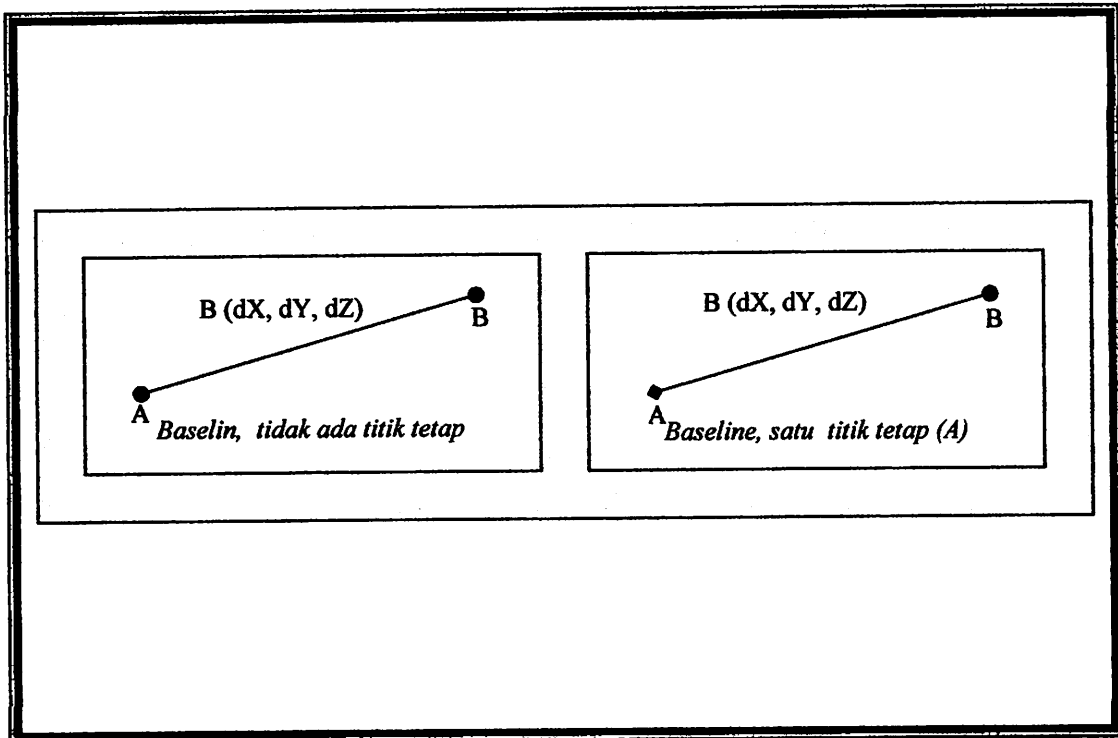
Secara ringkas prosedur lapangan untuk penentuan posisi relatif statik dengan memanfaatkan satelit GPS disampaikan pada table berikut ini :

Tabel 2.7 Prosedur Lapangan Penentuan Posisi Relatif Statik (Bakosurtanal 1996)

	Orde			
	Nol	Satu	Dua	Tiga
Jarak minimum antar stasiun (km)	30	10	2	0.01
Jarak antara stasiun secara umum (km)	100-3000	50-300	5-30	0.01-4
Pengamatan independent per stasiun paling sedikit 2x (%dari total stasiun)	30%	30%	20%	10%
Minimum satelit yang diamati simultan	Lebih besar dari 4 satelit			
Minimum GDOP/PDOP	Lebih kecil dari pada 6			
Sudut elevasi minimum satelit	15°			
Interval rekaman data	Disesuaikan kebutuhan (15 detik atau 30 detik)			
Waktu pengamatan minimum	24 jam	6 jam	30 menit	15 menit

2.10 Hitung Perataan Jaring GPS

Pengolahan data suatu jaringan survey GPS akan melibatkan sejumlah *vector baseline* serta beberapa titik kontrol yang sudah diketahui koordinatnya dalam system WGS 1984. hitung perataan tersebut umumnya dilakukan menggunakan hitung perataan kuadrat terkecil, baik dengan metode parameter maupun bersyarat. Persamaan pengamatan dapat disusun dalam system koordinat kartesian maupun geodetik. Berikut ini penjelasan tentang konsep hitung perataan jaring GPS, mengsumsikan penggunaan metode parameter dalam system koordinat *kartesian*. Untuk memudahkan penjelasan, model matematis untuk satu *baseline* yang geometrinya ditunjukkan pada Gambar 2, akan dijelaskan terlebih dahulu sebelum model matematis yang mencakup suatu jaringan diberikan. Penjelasan yang mendetail tentang hitung perataan jaring GPS dapat dilihat di [Leick, 1995].



Gambar 2.18 Gambar Kasus Geometri Suatu Vektor *Baseline*

Pada hitung perataan kuadrat terkecil metode parameter, persamaan pengamatan suatu *vector baseline* yang lepas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (bagian kiri), dapat dituliskan dalam bentuk persamaan vector sebagai berikut :

$$V + B = X_B - X_A \quad (2.4)$$

dimana $B (d_{X_{AB}}, d_{Y_{AB}}, d_{Z_{AB}})$ adalah 'data ukuran' *vector baseline* yang merupakan hasil dari perhitungan *baseline*, $V (v_x, v_y, v_z)$ adalah vektor residual yang juga dapat dilihat sebagai vektor koreksi terhadap *vector baseline*, dan $X_A (X_A, Y_A, Z_A)$ serta $X_B (X_B, Y_B, Z_B)$ adalah vektor posisi geosentrik dari titik-titik A dan B yang akan ditentukan harganya (merupakan parameter yang dicari). Dalam formulasi *matriks*, persamaan (1) di atas dapat ditulis juga sebagai berikut :

$$V = [-I \quad I] \cdot \begin{bmatrix} X_A \\ X_B \end{bmatrix} + B \quad (2.5)$$

Jika mengacu pada formulasi yang umum digunakan persamaan pengamatan dari hitung perataan parameter :

$$V = AX - L \quad (2.6)$$

Dimana V adalah vektor residu, A adalah matriks desain, X adalah vektor parameter, dan L adalah vektor pengamatan. [Abidin 2000]

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Persiapan Penelitian

Sebelum melaksanakan proses penelitian, tahapan pertama yang harus dilakukan adalah menyiapkan segala unsur-unsur yang dapat digunakan untuk mendukung kelancaran proses penelitian. Dalam penelitian ini, unsur-unsur yang harus dipersiapkan adalah sebagai berikut:

3.1.1 Bahan dan Materi Penelitian

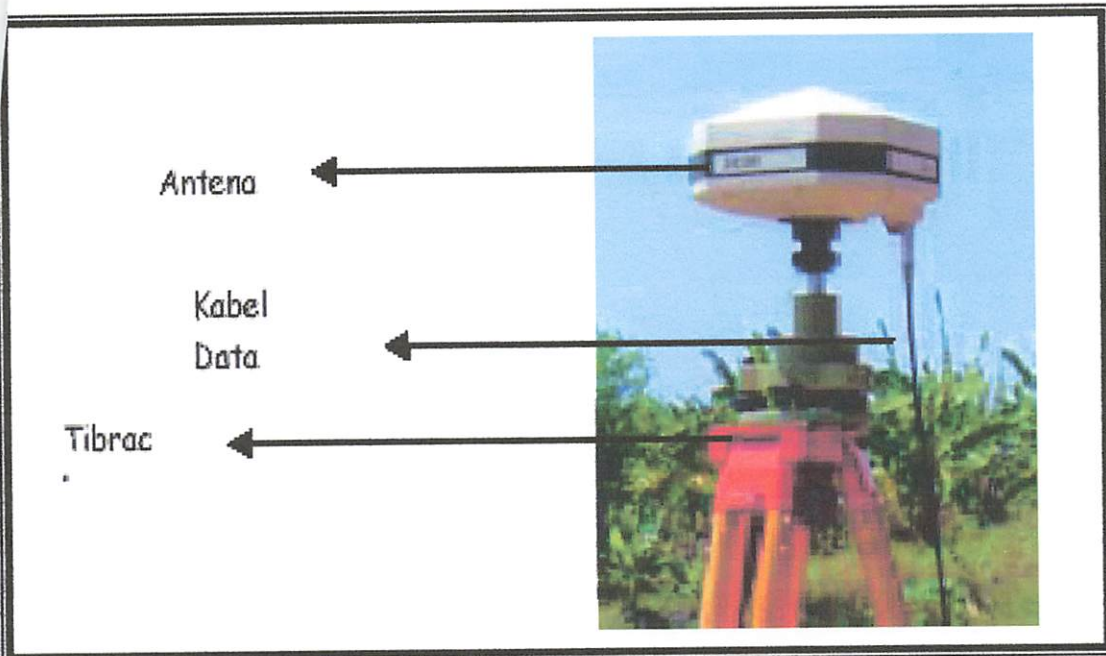
Alat-alat yang digunakan selama pengukuran jaring titik kontrol adalah :

- Leica GPS Receiver SR399, 1 unit
- GPS Navigasi Garmin GA 27C Low Profile
- Perangkat lunak *Ski Pro, Async* ; dan *Gar2rnx*
- Perangkat keras Laptop

3.1.2 Spesifikasi Alat

1. Leica GPS Receiver SR 399

- Merk Alat : Leica GPS Receiver SR399
- Jenis : GPS Geodetic Receiver L1 C/A-code, L1 full-cycle carrier
- Channel : 12 channel
- Ketelitian : - Horizontal : $\pm 5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} (\leq 10 \text{ km})$
- Vertikal : $\pm 10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} (\leq 10 \text{ km})$
- Azimuth : $\pm 1 \text{ arc second} + 5 \text{ per panjang baseline (km)}$.

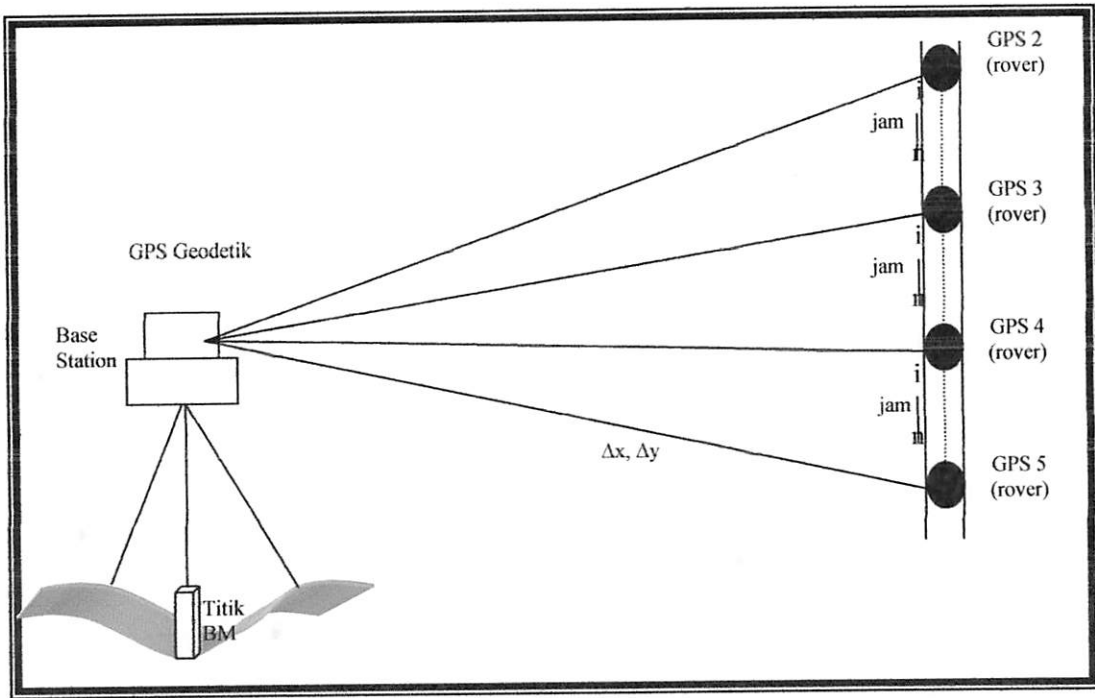


Gambar 3.1 *Leica GPS Receiver SR399*

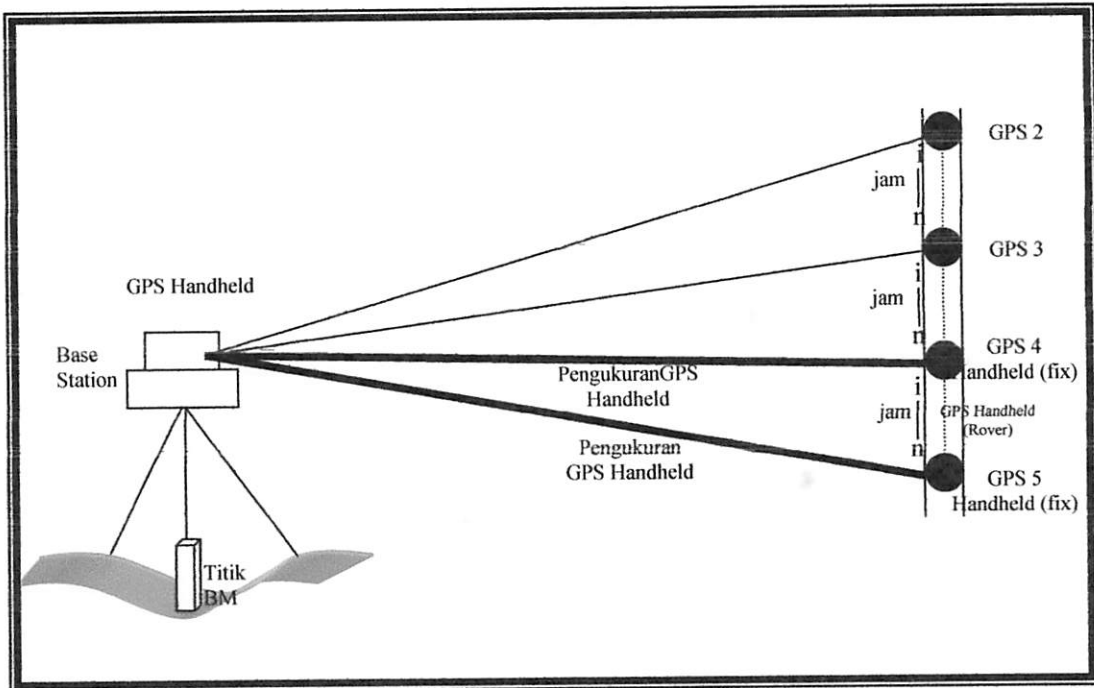
3.2 Tahap Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan penentuan daerah penelitian, kemudian merencanakan geometri pengamatan. Berikut beberapa aspek dari perencanaan geometri pengamatan untuk pelaksanaan survey GPS :

- a. Menentukan lokasi titik GPS
Lokasi yang digunakan sebagai penelitian adalah Kelurahan Buring
- b. Merencanakan jumlah titik
Jumlah titik yang digunakan ada 5 buah titik baseline
- c. Menentukan konfigurasi jaringan
Konfigurasi jaringan adalah sebagai berikut :



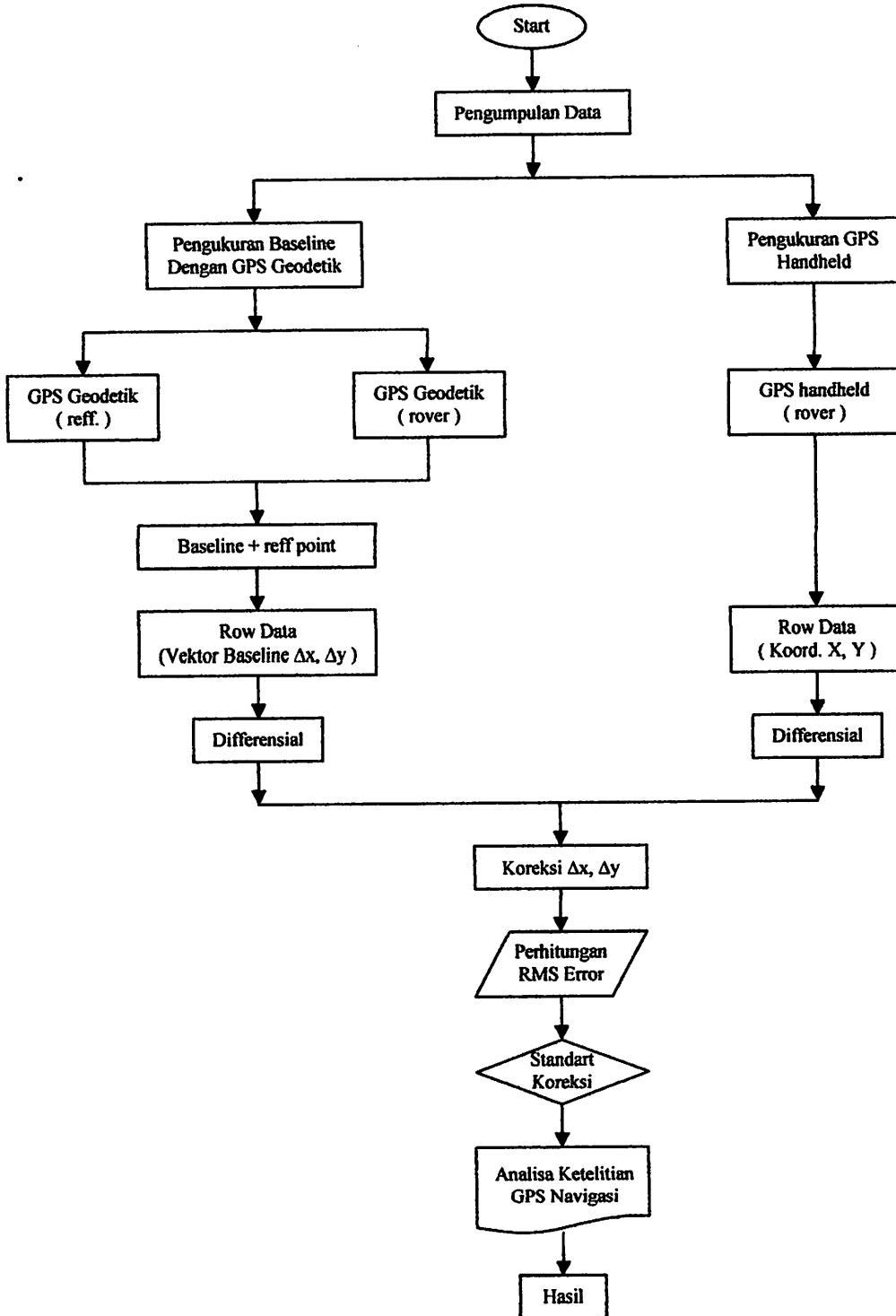
Gambar 3.2 Konfigurasi Jaringan GPS Geodetik



Gambar 3.3 Konfigurasi Jaringan GPS Navigasi

3.3 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

PENINGKATAN KETELITIAN POSISI HORIZONTAL MENGUNAKAN ALAT GPS HANDHELD



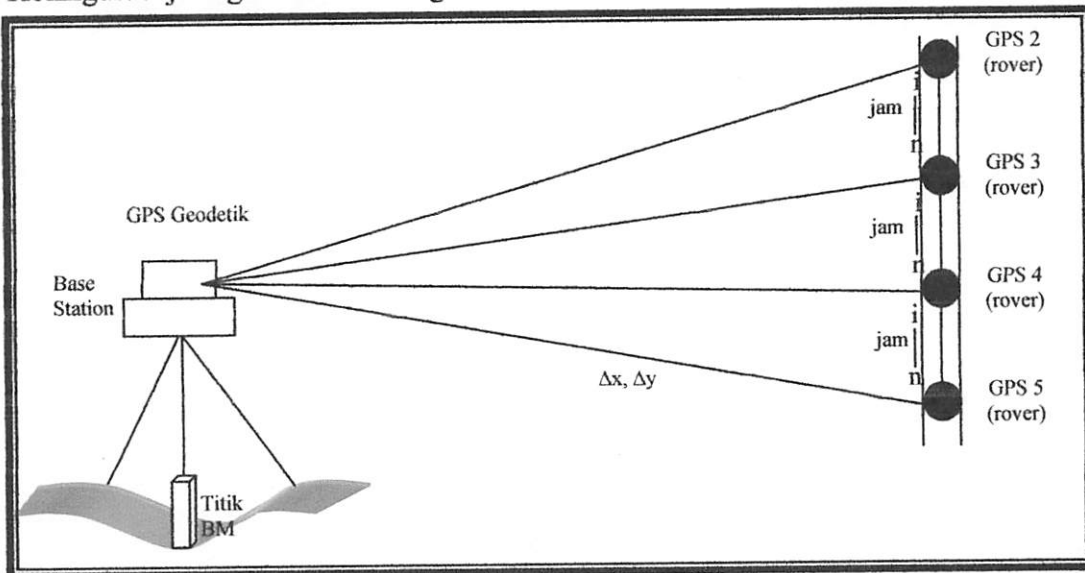
Penjelasan Diagram Alir Penelitian :

1. Tahap Perencanaan.

Yang pertama dilakukan adalah menentukan daerah penelitian, kemudian merencanakan geometri pengamatan. Berikut ini beberapa aspek dari perencanaan geometri pengamatan untuk pelaksanaan survey GPS

- Menentukan lokasi titik GPS
Lokasi yang digunakan sebagai penelitian adalah Kelurahan Buring
- Merencanakan jumlah titik
Jumlah titik yang digunakan ada 5 buah titik 7 baseline
- Karakteristik Baseline
Baseline yang digunakan adalah baseline non-trivial.
- Menentukan konfigurasi jaringan

Konfigurasi jaringan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Konfigurasi jaringan

2. Tahap Pengambilan Data

Di tahap ini, yang dilakukan adalah mengolah titik hasil pengukuran GPS Geodetik secara relatif dan kemudian secara *precise ephemeris*. Metode yang digunakan dalam pengukuran dengan menggunakan GPS Geodetik ini secara Statik dengan lama pengamatan selama 120 menit. Kemudian titik tersebut digunakan sebagai titik yang fix. Untuk pengambilan data dengan GPS Handheld dilakukan di titik fix, dengan lama pengamatan selama 120 menit. Untuk pengamatan setiap titiknya dilakukan selama 4 menit.

3. Tahap Pengolahan Data

Proses dari tahapan ini adalah pengolahan hasil ukuran dengan GPS. Pada proses ini menggunakan dengan perangkat lunak *SKI Pro*, *Trimble Geodetic Office*, dan *XrapS 5* yang pertama dilakukan adalah mengolah titik fix secara *absolut* dengan *precise ephemeris*, maka didapat titik koordinat hasil ukuran, dan titik tersebut dianggap sebagai titik fix, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. Pengolahan data GPS Handheld ini dibedakan menjadi dua jenis yang pertama adalah secara *absolut* dan yang kedua secara *differensial* terhadap titik fix

4. Tahap Analisa

Pada tahap analisa ini dilakukan analisis hasil pengolahan dengan perangkat lunak *SKI Pro*, *Trimble Geodetic Office*, dan *XrapS 5*. Analisa yang pertama adalah menganalisa beberapa hasil ukuran dengan perhitungan RMSnya, kemudian kedua GPS handheld dibandingkan berdasar tingkat ketelitiannya. Untuk analisis selanjutnya adalah menganalisa ketelitian, setelah dilakukan pengolahan secara *post-processing*.

5. Tahap Pelaporan

Dalam rangka dokumentasi dari semua aktifitas penelitian ini, maka perlu dibuat pelaporan yang dilengkapi dengan kesimpulan secara menyeluruh dari hasil analisa sehingga tercapai tujuan dari penelitian.

3.4 Tahap Pengambilan Data

3.4.1 Pengambilan data untuk GPS Geodetik

1. Peralatan yang digunakan untuk keperluan pengambilan data dari tahap ini berupa GPS Geodetik sebanyak 2 buah. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 titik dan 7 baseline. Pada tahap ini yang dilakukan adalah melakukan pengukuran titik kerangka dengan menggunakan GPS Geodetik, yang akan digunakan sebagai titik fix.



Gambar 3.5 Proses Pengambilan Data Dengan GPS Geodetik

2. Metode yang Digunakan

Metode yang digunakan dalam pengambilan data ini adalah dengan metode statik dengan lama pengamatan titik selama 120 menit. Data tersebut diasumsikan sebagai titik yang dianggap fix.

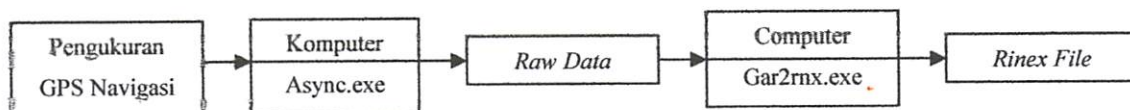
3.4.2 Pengambilan Data Untuk Navigasi

1. Peralatan yang digunakan

GPS yang digunakan dalam proses pengambilan data adalah GPS Garmin 12 XL.

2. Perangkat lunak yang digunakan

Perangkat lunak yang digunakan dalam proses pengambilan data adalah *Async* dan *Gar2rnx*. Perangkat lunak tersebut berfungsi untuk *download raw data* dari hasil pengamatan GPS navigasi. Selain itu juga berfungsi menghasilkan data *rinex* yang nantinya bisa diolah dengan perangkat lunak komersil.



Gambar 3.6 Diagram Alir Proses



Gambar 3.7 Proses Pengambilan Data Dengan GPS Navigasi

3. Metode yang digunakan

Metode yang digunakan dalam proses pengambilan data ini adalah statik dengan lama pengamatan 120 menit. Disamping itu juga secara simultan dilakukan pengamatan dengan menggunakan GPS Geodetik.

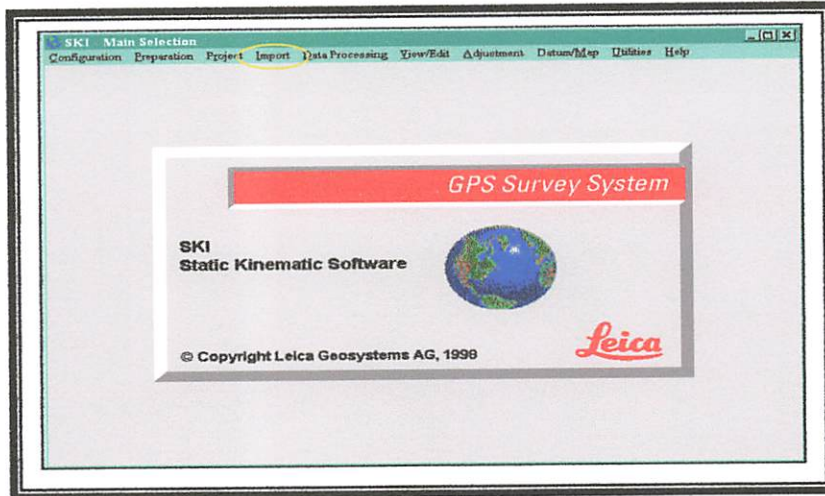
3.5 Proses *Download Data*

Proses *download* data dilakukan untuk mendapatkan data koordinat titik-titik hasil pengukuran lapangan baik data hasil pengukuran titik fix dengan menggunakan GPS Geodetik maupun GPS Navigasi. *Download* data dalam penelitian ini dilakukan dalam dua tahap dengan menggunakan perangkat lunak dan teknik pengolahan yang berbeda tergantung dari alat yang digunakan.

3.5.1 *Download Data Hasil Pengukuran GPS Geodetik*

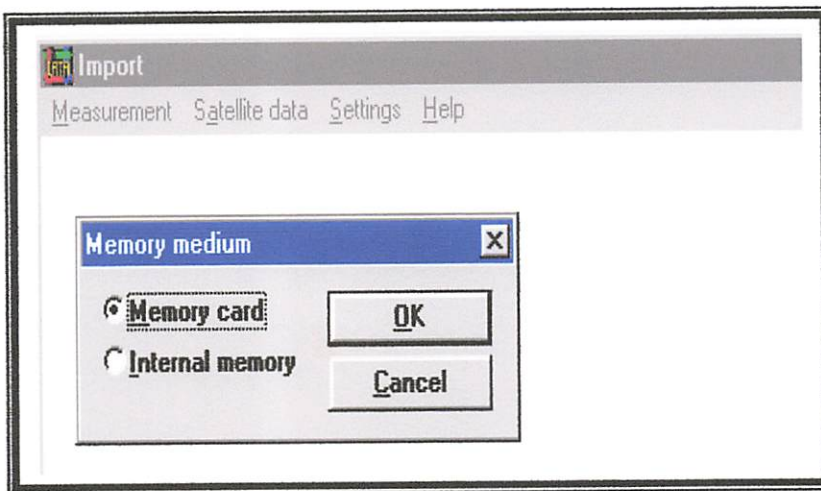
Setelah pengumpulan data dilakukan, maka proses selanjutnya adalah meng *import* data kedalam komputer untuk kemudian diproses dengan menggunakan perangkat lunak *SKI Pro*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. *Transfer Data dan Prossesing*, langkah kerjanya sebagai berikut:
 - Jalankan perangkat lunak *SKI* statik kinematic *post processing* dengan 2 kali “klik” icon *SKI*.
 - Pilih icon *Import*, lalu *Measurement*, kemudian *GPS Controller*.



Gambar 3.8. Tampilan program SKI 2.3.

- *Memory medium* : *Memory Card* atau *Internal Memory*, pilih sesuai media yang dipakai untuk langkah di *controller*.



Gambar 3.9. Memory Medium

- Klik **OK**, lalu akan muncul windows "*message*" ikuti perintah pada message untuk langkah di *controller*.
- Hubungkan *controller* (port/1 ke com 2) ke PC
- Tekan **ON** di *controller*, kemudian tekan sembarang tombol
- Pilih menu *Transfer*, lalu tekan **Cont/F1**
- Kemudian tekan **OK** di personal computer
- "*Transmitting Data*" data akan siap di download

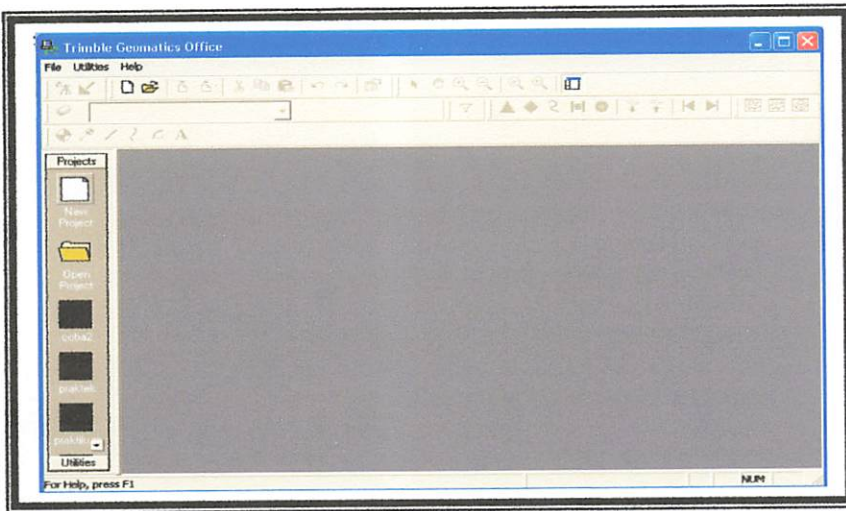
3.5.2 Download Data Hasil Pengukuran GPS

Proses selanjutnya adalah meng *import* data kedalam komputer untuk kemudian diproses dengan menggunakan perangkat lunak *Trimble Geomatics Office* (TGO)

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

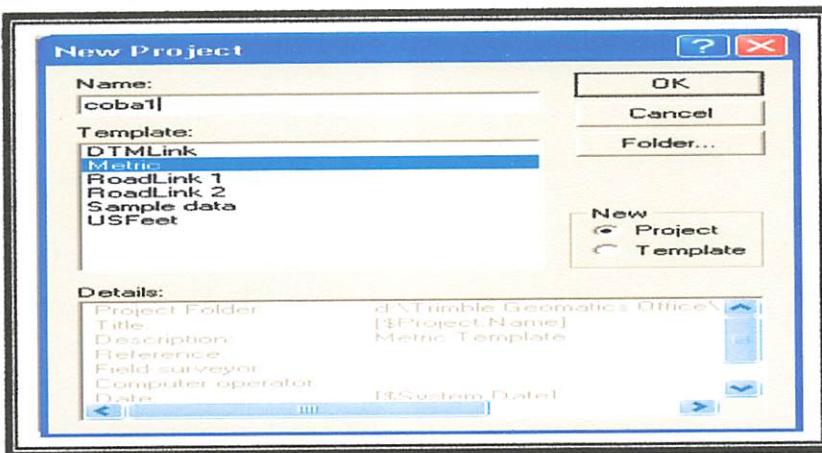
Pengolahan *Baseline*

- 1 Aktifkan perangkat lunak *Trimble Geomatics Office* (TGO).



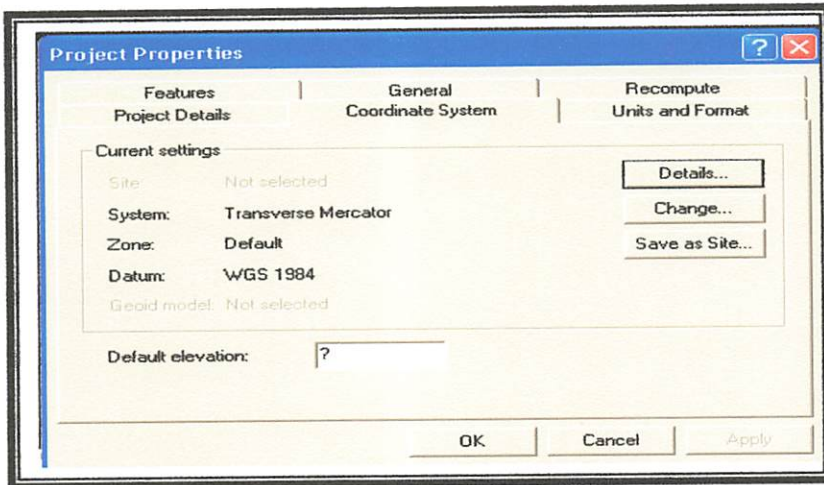
Gambar 3.10 *Trimble Geomatics Office*

- 2 Untuk membuat *file* kerja, pilih *icon New Project*, akan tampil *display New Project*.



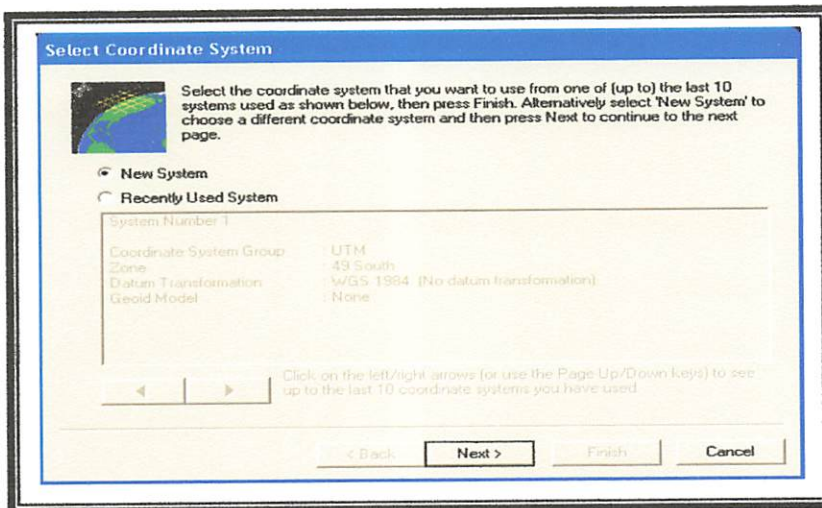
Gambar 3.11 *New Project*

- 3 Input nama *project* yang diinginkan misalnya *Coba1*. Pada *Template* pilih *Matric*, kemudian klik *OK*. Akan tampil *display Project Properties*.



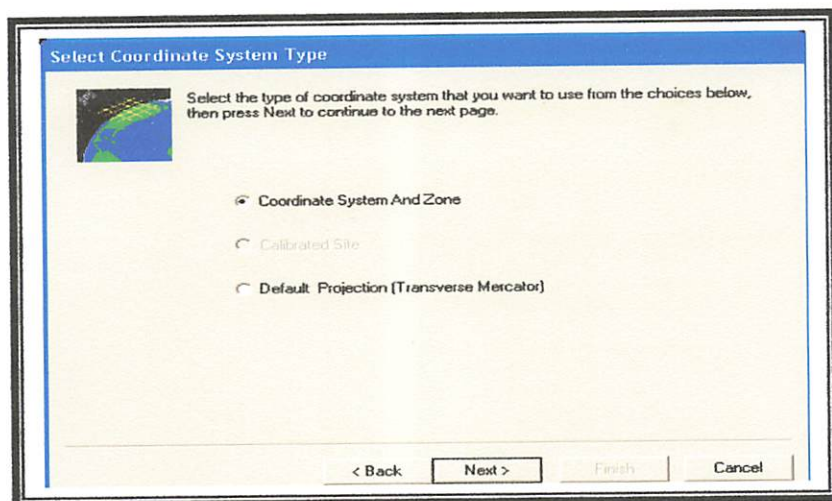
Gambar 3.12 *Project Properties*

- 4 Pada *display Project Properties*, pilih menu *Coordinate System* lalu pilih tombol *Change* akan tampil *display Select Coordinate System*.



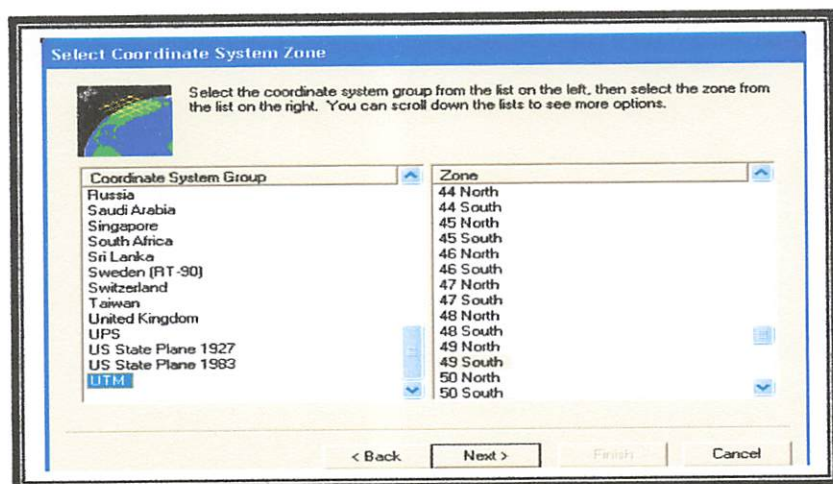
Gambar 3.13 *Select Coordinate System*

- 5 Pilih **New System** kemudian klik tombol **Next >**. Akan tampil *display Select Coordinate System Type*.



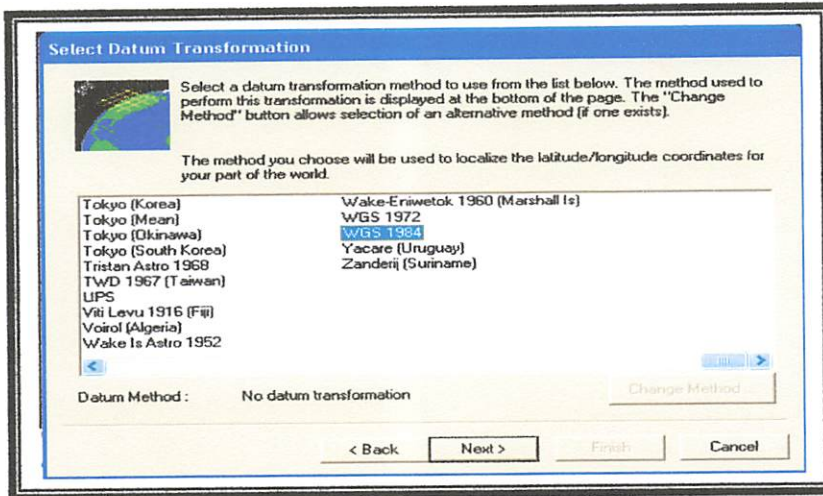
Gambar 3.14 *Select Coordinate System Type*

- 6 Pilih **Coordinate System And Zone** kemudian tekan tombol **Next >**. Akan tampil *display Select Coordinate System Zone*.



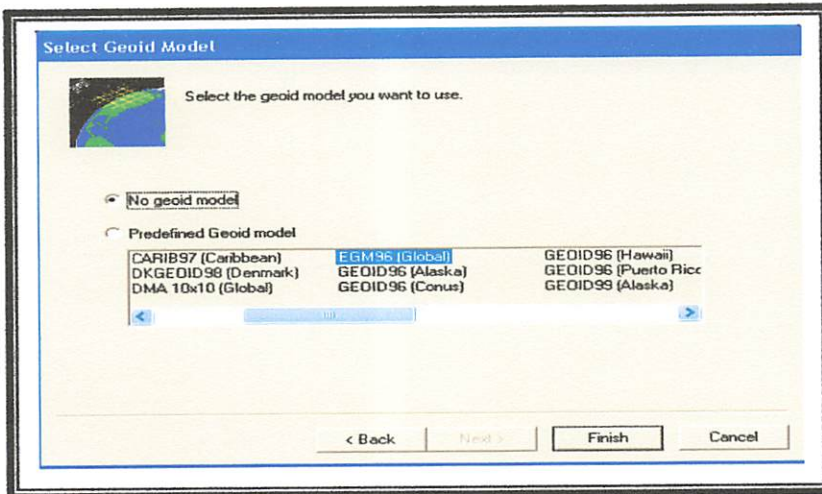
Gambar 3.15 *Select Coordinate System Zone*

- 7 Pada kolom *Coordinate System Group* pilih *UTM* dan pada kolom *Zone* pilih **49 South**. Kemudian klik tombol **Next >**. Akan tampil *display Select Datum Transformation*.



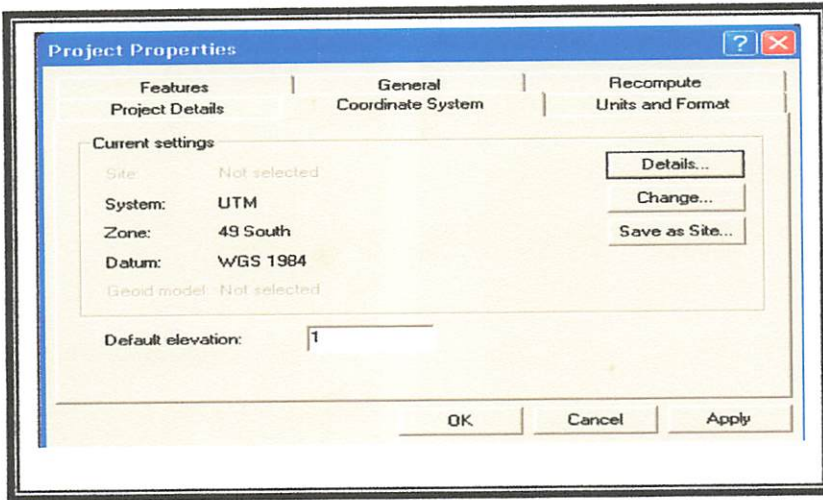
Gambar 3.16 *Select Datum Transformation*

- 8 Pilih *WGS 1984* kemudian klik tombol **Next >**, akan tampil *display Select Geoid Model*.



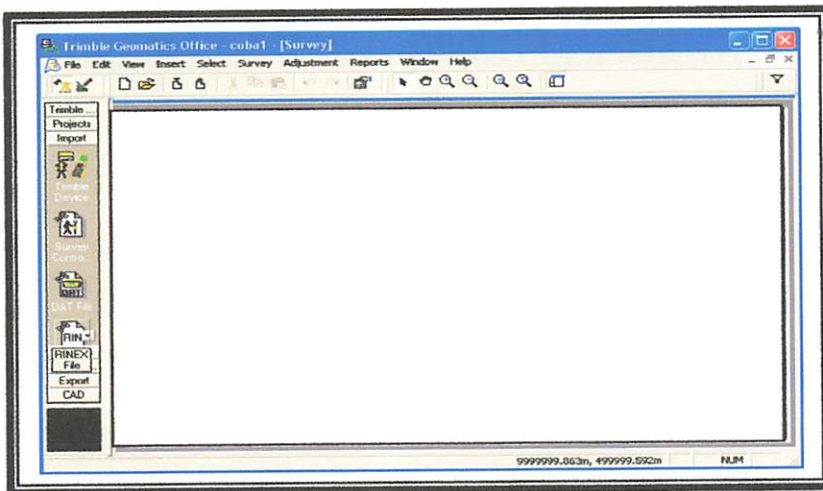
Gambar 3.17 *Select Geoid Model*

- 9 Pilih **No Geoid Model**, kemudian tekan tombol **Finish**. Akan tampil *display Project Properties*.



Gambar 3.18 Project properties

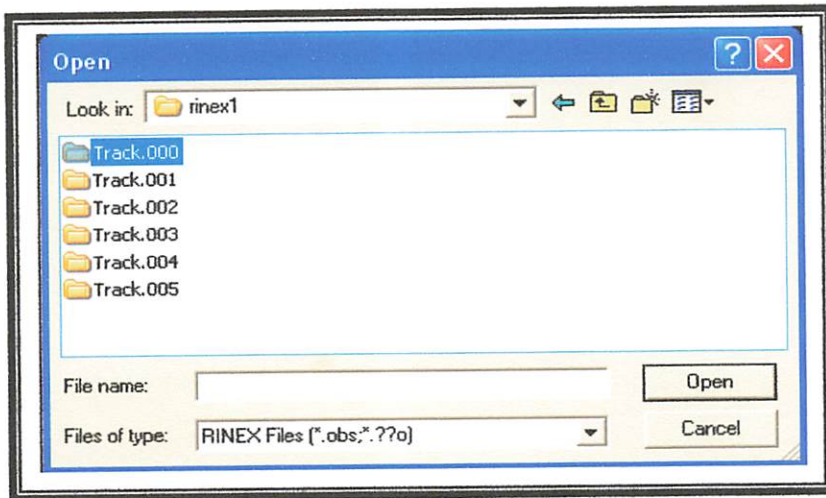
- 10 Klik tombol **OK** maka lembar kerja sudah terformat sesuai dengan pengaturan yang dilakukan.



Gambar 3.19 Lembar Kerja

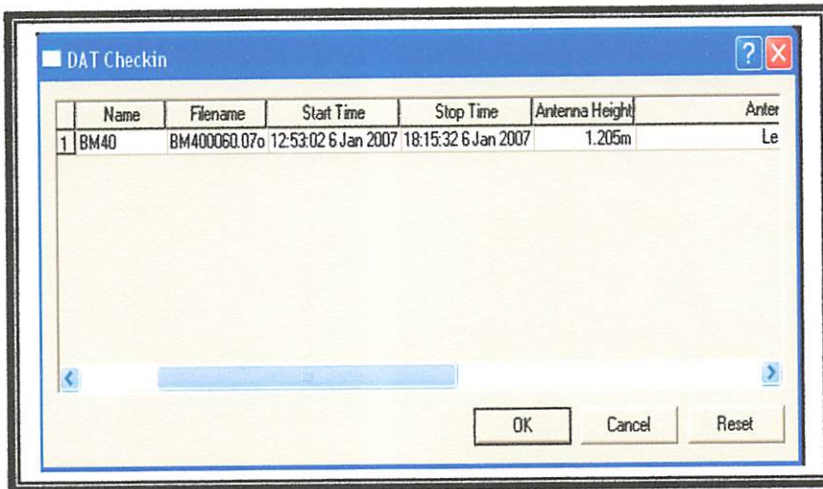
- 11 Pada lembar kerja, pilih *tool bar Import*, kemudian pilih *icon RINEX File*. Akan tampil kotak dialog **Open**. Pilih folder *RINEX file* yang telah disusun berdasarkan *baseline*. Misalnya *baseline 1-2* dan *2-1*.

- 12 Pilih folder **1-2**, klik **Open**. Pilih folder **Track.000**, kemudian klik **Open**.



Gambar 3.20 Kotak Dialog

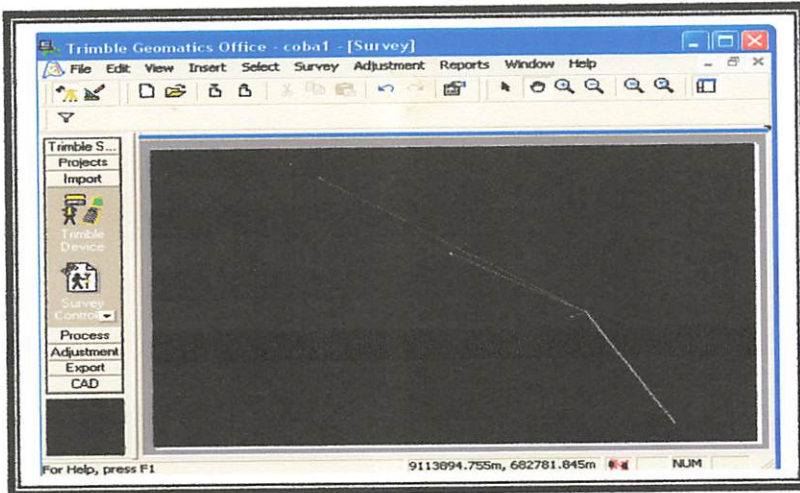
13 Akan tampil *display DAT Checkin*



Gambar 3.21 Informasi Data Logging

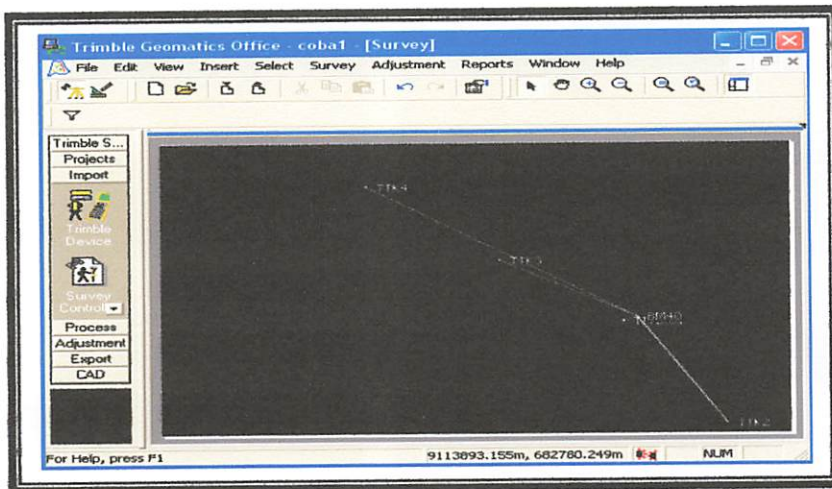
14 Pada Antena Type pilih *Leica SR299/SR399 Internal* dan pada *Measured To* pilih *Bottom of antenna mount*, kemudian klik tombol **OK**. Pada jendela kerja akan tampil gambar *baseline*.

- 15 Lakukan langkah kerja seperti diatas untuk menampilkan semua *baseline* seperti tampilan berikut:



Gambar 3.22 Tampilan Baseline

- 16 Untuk menampilkan nama titik, pada menu *View* pilih *Point Labels*. Pada jendela *Labels*, pilih *Name* dan *Feature Code* kemudian klik tombol *Ok*.
17. Akan tampil *display* seperti di bawah ini.



Gambar 3.23 Tampilan Baseline

18. Untuk merubah nama titik, klik dua kali pada *center point*, akan tampil jendela *Properties*.
19. Pada *point name* diganti dengan nama titik yang diinginkan (misalnya 1). Kemudian klik *Edit...*

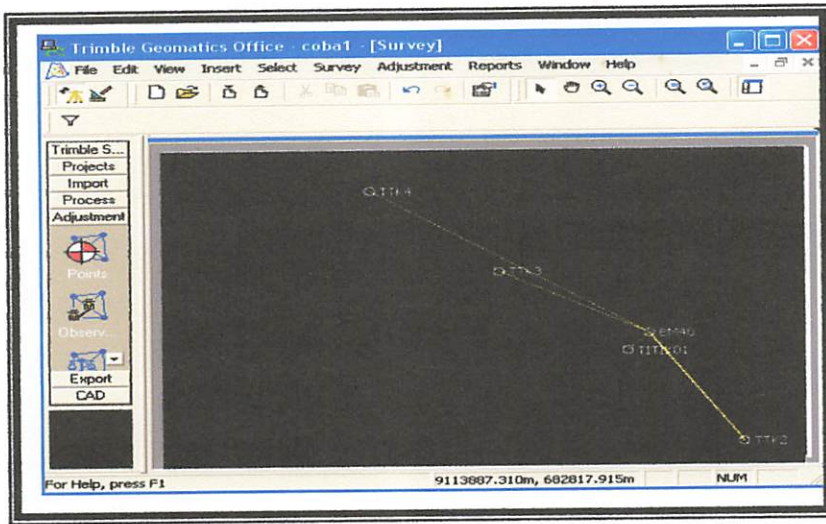
20. Untuk merubah simbol titik, klik dua kali pada *center point*, akan tampil jendela *Properties*.
21. Pilih **WGS-84**, kemudian klik tombol *Edit*. Akan tampil jendela *Coordinate Editor*.
22. Pilih *Control Quality*, kemudian klik *OK*.
23. *Select* semua *baseline* kemudian klik kanan dan pilih *Merge Duplicate Points*. Secara otomatis *baseline- baseline* akan tergabung.
24. Lakukan pengaturan, klik menu utama *Survey*, dan pilih *GPS Processing Styles*.
25. Akan tampil *display*, pilih *Edit*.
Untuk *Elevation mask* inputkan 15, pada *Ephemeris* pilih *Brooadcast*. Sedangkan pada *Solution type* dipilih *Fixed*.
26. *Select* semua *baseline* kemudian tekan **F9** untuk proses *baseline*. Tampilan di bawah merupakan laporan dari proses *baseline*.

ID	From station	To station	Baseline length	Solution type	Ratio	Refvar	RMS
<input checked="" type="checkbox"/> B1	BM40	TTTK01	3.805m	L1 fixed	15.0	3.375	0.006
<input checked="" type="checkbox"/> B2	BM40	TTK2	21.041m	L1 fixed	13.9	1.792	0.005
<input checked="" type="checkbox"/> B3	BM40	TTK2	21.045m	L1 fixed	15.6	1.153	0.004
<input checked="" type="checkbox"/> B4	BM40	TTK3	20.553m	L1 fixed	20.0	1.231	0.004
<input checked="" type="checkbox"/> B5	BM40	TTK4	40.640m	L1 fixed	17.2	2.267	0.005

Overwrite duplicate baseline solutions

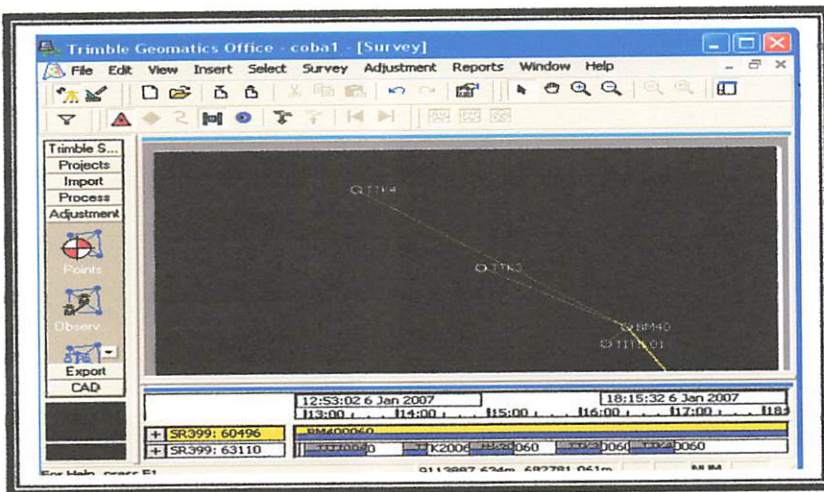
Gambar 3.24 Proses Baseline

27. Lakukan pengaturan seperti di bawah ini pada *display Trimble Default*.
28. Perhatikan *Refvar* masing-masing *baseline*. *Baseline* yang memiliki *refvar* diatas dua tidak digunakan, kemudian klik *Save*. (Catatan: Jika *baseline* berwarna kuning artinya *baseline* tersebut sudah *disave*).



Gambar 3.25 Tampilan Baseline

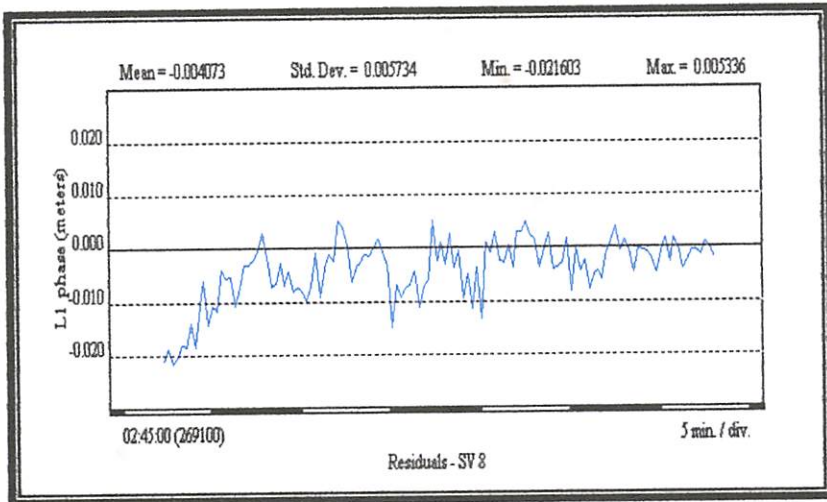
29. Untuk melakukan proses eliminasi terhadap hasil pengamatan satelit yang buruk, Pilih *View* kemudian klik *Timeline*.
30. Akan tampil *timeline* pada bagian bawah lembar kerja.



Gambar 3.26 Tampilan Timeline

31. Untuk pengolahan masing-masing *baseline* klik *baseline* yang akan diproses (misalnya *baseline* 1-2) kemudian tekan **F9**. Lanjutkan dengan memilih hasil *processing baseline* tersebut kemudian pilih *Report*.
32. Akan tampil laporan mengenai *baseline*. Perhatikan grafik *Residuals*. Jika grafik berada di antara garis -0.016 m sampai 0.015 m maka nilai pengamatan dianggap baik. Sebaliknya jika grafik berada diluarnya maka sinyal satelit dianggap buruk

sehingga harus dilakukan eliminasi terhadap nilai pengamatan yang buruk berdasarkan waktu pengamatannya.



Gambar 3.27 Grafik Residuals

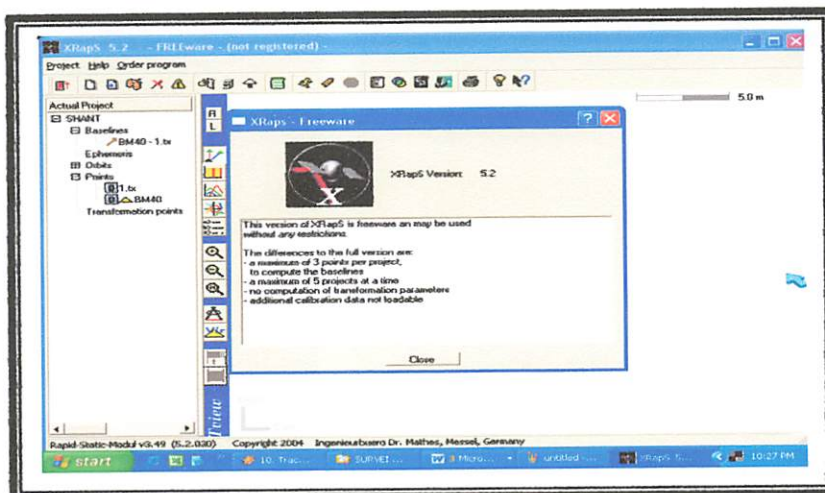
33. Lakukan langkah kerja seperti nomor 29 sampai 30 untuk semua *baseline* yang memiliki *Refvar* lebih dari batas toleransi.

3.5.3 Download Data Hasil Pengukuran GPS Handheld Garmin 12XL

Proses dari tahapan ini adalah pengolahan hasil ukuran dengan GPS *Handheld*. Pada proses ini menggunakan dengan perangkat lunak *XrapS 5*, maka didapat titik koordinat hasil ukuran.

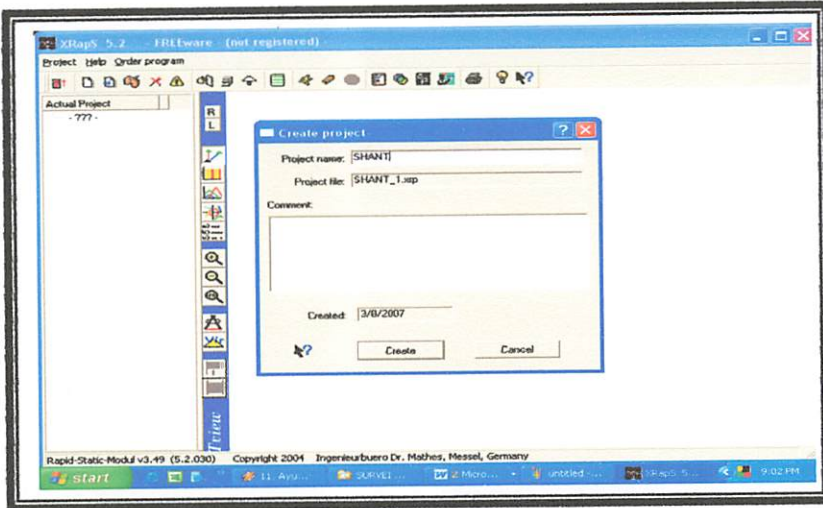
Transfer Data dan Prossesing, langkah kerjanya sebagai berikut:

- a. Jalankan perangkat lunak *XrapS 5* dengan 2 kali “klik” icon *XrapS 5*.



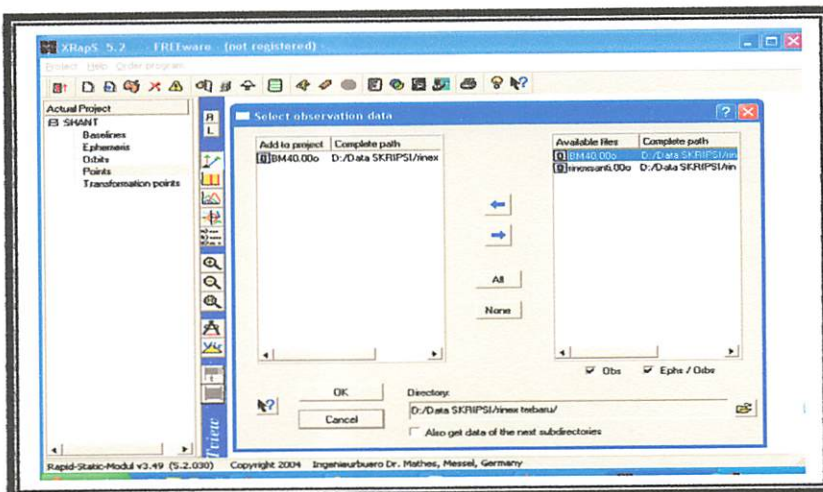
Gambar 3.28 Tampilan program XrapS 5.

- b. Pilih icon *Create project*, lalu tulis project name, kemudian create




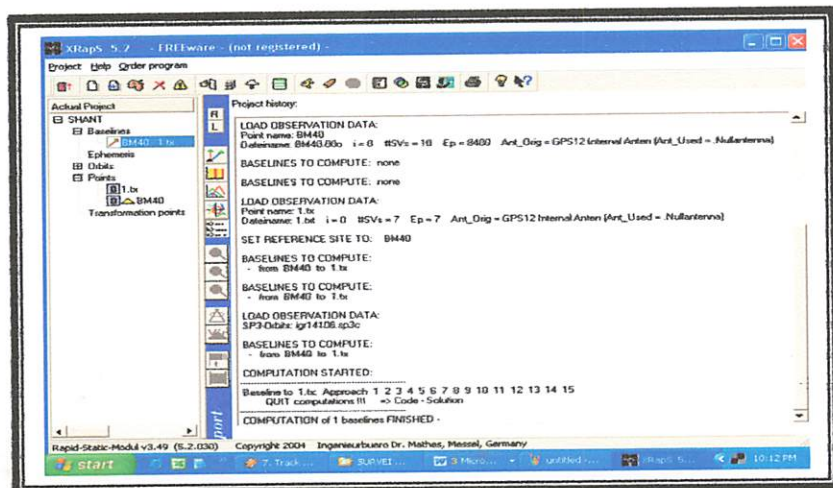
Gambar 3.29 Tampilan Create Project

- c. Pada lembar kerja “klik” *Actual Project* lalu pilih point klik kanan *Add Obsdata*, akan tampil *display select observation data*.
- d. “klik” *select directory* muncul *find directory* pilih folder **Rinex Terbaru** “klik” *open*.
- e. Pada *display select observation data* pilih kotak sebelah kanan *available files* “klik” **BM40.00o** lalu tekan tanda panah kiri, kemudian **Ok**, untuk BM 40 klik kanan pilih *properties* lalu pada *display properties* ganti koordinat yang ada dengan koordinat yang diperoleh dari kimpraswil.



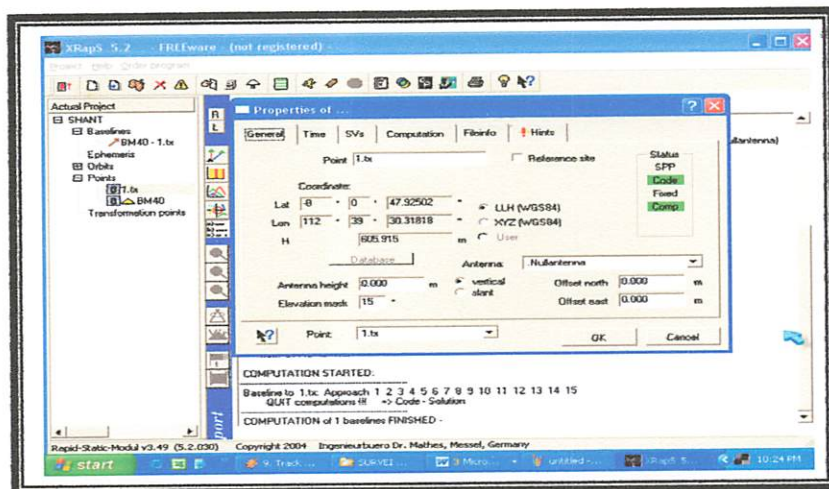
Gambar 3.30 Select Observation Data

- f. Muncul *display load Observation Data* lalu “klik” **Ok**, tampil *Quickedit for all point* “klik” **apply**.
- g. Lakukan langkah kerja e dan f untuk titik pertama pada titik *rover track* 6 sec.
- h. Pada *actual project* pilih *orbit* “klik” kanan *add obsdata* dan lakukan langkah sama dengan e dan f, tetapi pilih folder **IGS**.
- i. Setelah *point* dan *orbit* di isi maka pada baseline muncul  **BM40-1.tx** kemudian “klik” kanan pilih *process single baseline*, lalu “klik” **Ok**.



Gambar 3.31 Process Single Baseline

- j. Setelah *process single baseline finished* maka lakukan “klik” kanan pada **1.tx** pada *point*, kemudian pilih *properties*, maka akan muncul *display properties of*.
- k. Pada *display properties of*. akan muncul koordinat titik 1 lalu tulis pada *notepad* kemudian *save*.
- l. Lakukan langkah kerja h, I, j, k, setiap titik per 6 sec, 10 sec, dan 20 sec.



Gambar 3.32 Koordinat Hasil

BAB IV

HASIL DAN ANALISA DATA

4.1 Data Hasil Perhitungan

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, dalam pengukuran ini diperoleh RMSE hasil perhitungan *NMEA* yang dapat dilihat dari tabel berikut ini :

4.1.1 Hasil Perhitungan *NMEA*

Data hasil pengolahan dalam penelitian ini diperoleh dari file report yang ada pada file *NMEA* kemudian disusun ulang dengan menggunakan *Microsoft Excel 2003* sebagai berikut :

Tabel 4.1 Tabel BM40 Koordinat Hasil Pengukuran dan Koordinat Referensi

Koordinat BM40 Hasil pengukuran		Koordinat BM40 Referensi		Waktu
TIMUR	UTARA	TIMUR	UTARA	
X	Y	X	Y	
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:12
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:14
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:16
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:18
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:20
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:22
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:24
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:26
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:28
682762.151	9113881.472	682760.598	9113877.919	6:26:30
682762.143	9113879.629	682760.598	9113877.919	6:26:32
682762.143	9113879.629	682760.598	9113877.919	6:26:34
682762.143	9113879.629	682760.598	9113877.919	6:26:36
682762.143	9113879.629	682760.598	9113877.919	6:26:38
682762.143	9113879.629	682760.598	9113877.919	6:26:40
682762.143	9113879.629	682760.598	9113877.919	6:26:42
682762.143	9113879.629	682760.598	9113877.919	6:26:44

Untuk melihat tabel BM40 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.1 memperlihatkan adanya variasi nilai koordinat titik BM40 hasil pengukuran lapangan dimana perbedaan nilai koordinat ini terjadi persatuan waktu. Sedangkan koordinat BM40 referensi merupakan nilai pengukuran yang dianggap benar dan sebagai data acuan dalam menentukan tingkat ketelitian proses pengolahan data dengan metode *NMEA* maupun *RINEX*.

Dari tabel 4.1 diketahui bahwa terdapat selisih nilai koordinat pada titik BM40 hasil pengukuran di lapangan dengan koordinat BM40 yang dianggap fix. Adapun selisihnya sebagai berikut :

Tabel 4.2 Tabel Selisih antara BM40 Hasil Pengukuran dan Koordinat Referensi

Selisih Nilai Koordinat BM40	
f x	f y
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.241	2.762
1.233	0.919
1.233	0.919
1.233	0.919
1.233	0.919
1.233	0.919
1.233	0.919
1.233	0.919

Untuk melihat tabel selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Pengertian dari RMS (*Root Mean Square*) adalah metode akar kuadrat terkecil sedangkan RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah kesalahan akar kuadrat terkecil. [http://www.fig.net/pub/cairo/abstracts/ts_08/ts08_02_sanlioglo_inal_abs.pdf]

Pada uji ketelitian ini dipergunakan untuk mengetahui perbandingan terhadap selisih nilai RMSE (*Root Means Square Error*) dari data *NMEA* dengan data hasil pengukuran lapangan dianggap sebagai data yang benar. Yang dimaksud dengan data hasil pengukuran disini adalah data – data yang diperoleh dari proses pengukuran titik rover diukur dengan menggunakan GPS Handheld Garmin 12XL, diperoleh dari hasil pengolahan data *NMEA* maupun *RINEX* di titik yang sama pada pengukuran titik fix. Dari data di atas harga RMSE (*Root Means Square Error*) pengamatan dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$RMSE = \frac{1}{100} \sum_i^n \sqrt{(X_{t_0} - X_t)^2 + (Y_{t_0} - Y_t)^2}$$

Dimana :

n : Jumlah titik yang diuji

X : Selisih Nilai arah Timur

Y : Selisih Nilai arah Utara

Maka didapatkan hasil RMSE dari selisih BM40 hasil pengukuran dan koordinat referensi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Tabel RMSE BM40

Nilai RMSE			WAKTU
X ²	Y ²	Σ(X ² , Y ²)	
2.412	12.624	15.036	6:26:12
2.412	12.624	15.036	6:26:14
2.412	12.624	15.036	6:26:16
2.412	12.624	15.036	6:26:18
2.412	12.624	15.036	6:26:20
2.412	12.624	15.036	6:26:22
2.412	12.624	15.036	6:26:24
2.412	12.624	15.036	6:26:26
2.412	12.624	15.036	6:26:28
2.412	12.624	15.036	6:26:30
2.387	2.924	5.311	6:26:32
2.387	2.924	5.311	6:26:34
2.387	2.924	5.311	6:26:36
2.387	2.924	5.311	6:26:38
2.387	2.924	5.311	6:26:40
2.387	2.924	5.311	6:26:42
2.387	2.924	5.311	6:26:44

Untuk melihat tabel selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Keterangan Tabel :

1. Semua kolom dalam satuan meter (m)

2. Sistem pengkodean tingkat kesalahan :

RMSE : Root Means Square Error

X : Nilai arah Timur selisih antara BM40 terkoreksi dan koordinat referensi

Y : Nilai arah Utara selisih antara BM40 terkoreksi dan koordinat referensi

Hasil tabel di atas menunjukkan $\Sigma(x^2, y^2)$ adalah 2669.835 m dengan nilai

$\sqrt{\frac{i}{n} \Sigma} = 2.551821$ meter. Maka hasil tersebut menunjukkan bahwa pegeseran rata-rata

tiap titik adalah sejauh **2.551821** meter terhadap titik yang dianggap benar.

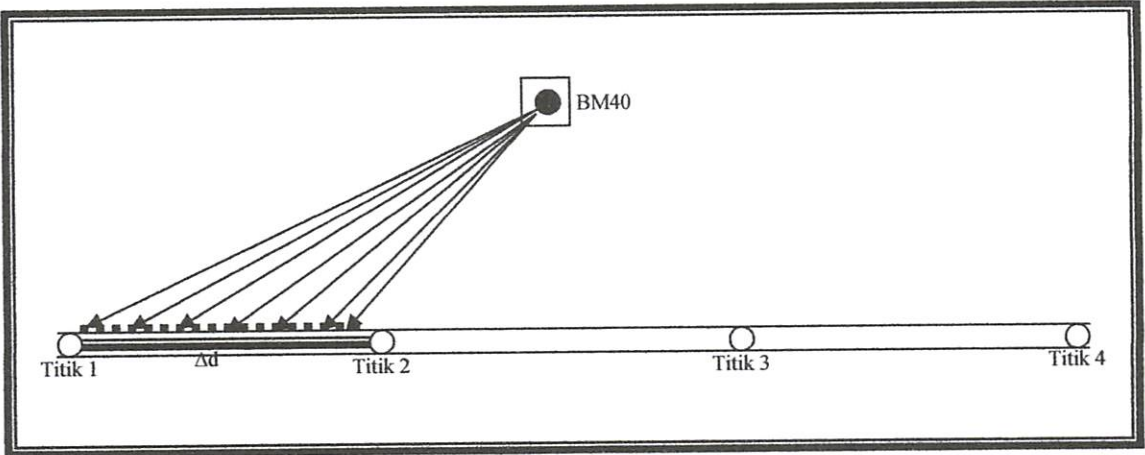
Setelah didapatkan selisih antara BM40 hasil pengukuran dan koordinat referensi maka nilai selisih tersebut akan ditambahkan pada koordinat observasi sesuai waktu yang sama. Adapun koordinat titik-titik terkoreksi yang dihasilkan seperti Tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4.3 Tabel Hasil Koordinat Terkoreksi

Koordinat Observasi		Selisih Koreksi Koordinat BM40		Koordinat Terkoreksi		Waktu
TIMUR	UTARA	TIMUR	UTARA	TIMUR	UTARA	
x	y	fx	fy	x'	y'	
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:12
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:14
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:16
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:18
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:20
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:22
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:24
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:26
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:28
682765.736	9113859.338	1.241	2.762	682766.977	9113862.100	6:26:30
682765.736	9113859.338	1.233	0.919	682766.977	9113860.257	6:26:32
682765.736	9113859.338	1.233	0.919	682766.977	9113860.257	6:26:34
682765.736	9113859.338	1.233	0.919	682766.977	9113860.257	6:26:36
682765.736	9113859.338	1.233	0.919	682766.977	9113860.257	6:26:38
682765.736	9113859.338	1.233	0.919	682766.977	9113860.257	6:26:40
682765.736	9113859.338	1.233	0.919	682766.977	9113860.257	6:26:42
682765.736	9113859.338	1.233	0.919	682766.977	9113860.257	6:26:44

Untuk melihat tabel selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Dari Tabel 4.3 di atas dapat digambarkan sebagai berikut :

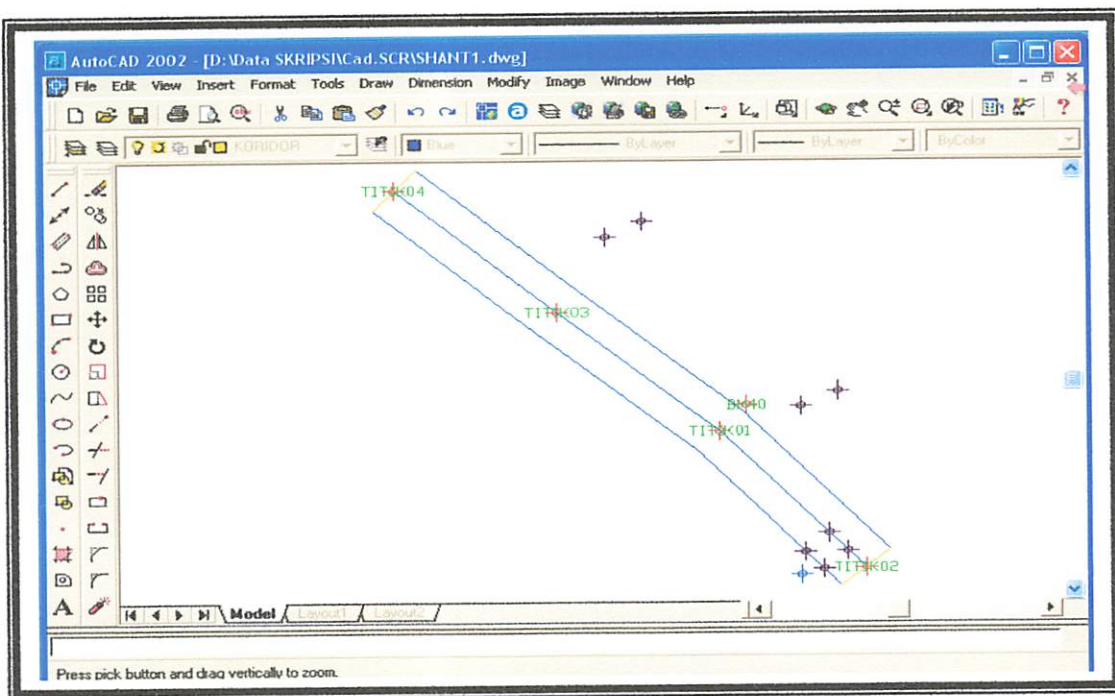


Gambar 4.1 Pengukuran Koordinat terkoreksi

Keterangan gambar :

- : Titik BM40
- : Titik Rover
- ==== : Δd (jarak antara titik n ke n)
- : Koordinat Observasi
- ↙ : Nilai selisih yang ditambahkan pada titik koordinat observasi

Sebagai hasil koordinat terkoreksi dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.2 Hasil Koordinat Terkoreksi

Pada Gambar 4.2 di atas dapat diketahui tersebarnya titik koordinat terkoreksi pada koridor 3 meter. Dapat diketahui 20% dari jumlah titik koordinat terkoreksi jatuh tepat pada baseline titik rover.

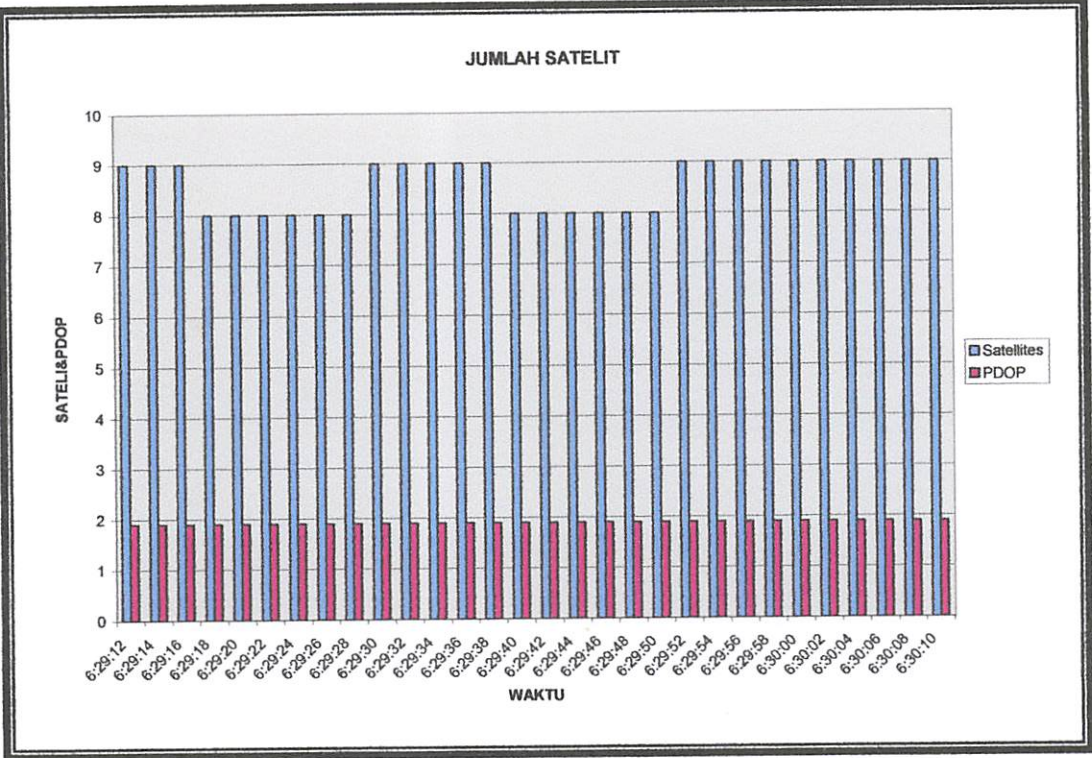
Tabel 4.5 Tabel Jumlah Satelit dan PDOP

BM-40 Hasil Pengukuran		
SATELIT	PDOP	WAKTU
8	2.0	6:26:12
8	2.0	6:26:14
8	2.0	6:26:16
8	2.0	6:26:18
8	2.1	6:26:20
8	2.1	6:26:22
8	2.1	6:26:24
8	2.1	6:26:26
8	2.0	6:26:28
8	1.8	6:26:30
9	1.8	6:26:32
9	1.8	6:26:34
9	1.8	6:26:36
9	1.8	6:26:38
9	1.9	6:26:40
9	1.8	6:26:42
9	1.8	6:26:44

Untuk melihat tabel selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai X dan Y pada menit 6:26:12 sampai dengan 6:26:30 memiliki nilai selisih lebih tinggi dibanding pada menit 6:26:32 disebabkan karena pada menit 6:26:12 jumlah satelitnya lebih rendah dan memiliki jumlah PDOP lebih tinggi, di banding pada menit 6:26:32 nilai selisihnya lebih rendah karena jumlah satelit yang banyak dan jumlah PDOP yang lebih kecil, adapun dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Pada grafik berikut ini dapat dilihat jumlah satelit dan PDOP yang di dapat pada waktu tertentu yang mengakibatkan pergeseran nilai koordinat.



Grafik 4.3 Tabel PDOP, Jumlah Satelit

Untuk melihat grafik selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

4.1.3 Hasil Perhitungan RINEX

Data hasil pengolahan diperoleh dari file report yang ada pada file Rinex yang dihasilkan dalam pengolahan menggunakan perangkat lunak *XrapS 5* yang kemudian disusun ulang dengan menggunakan *Microsoft Excel 2003* sebagai berikut :

Tabel 4.5 Tabel Koordinat BM40 Referensi

Koordinat BM40 Referensi	
X	Y
682760.598	9113877.919

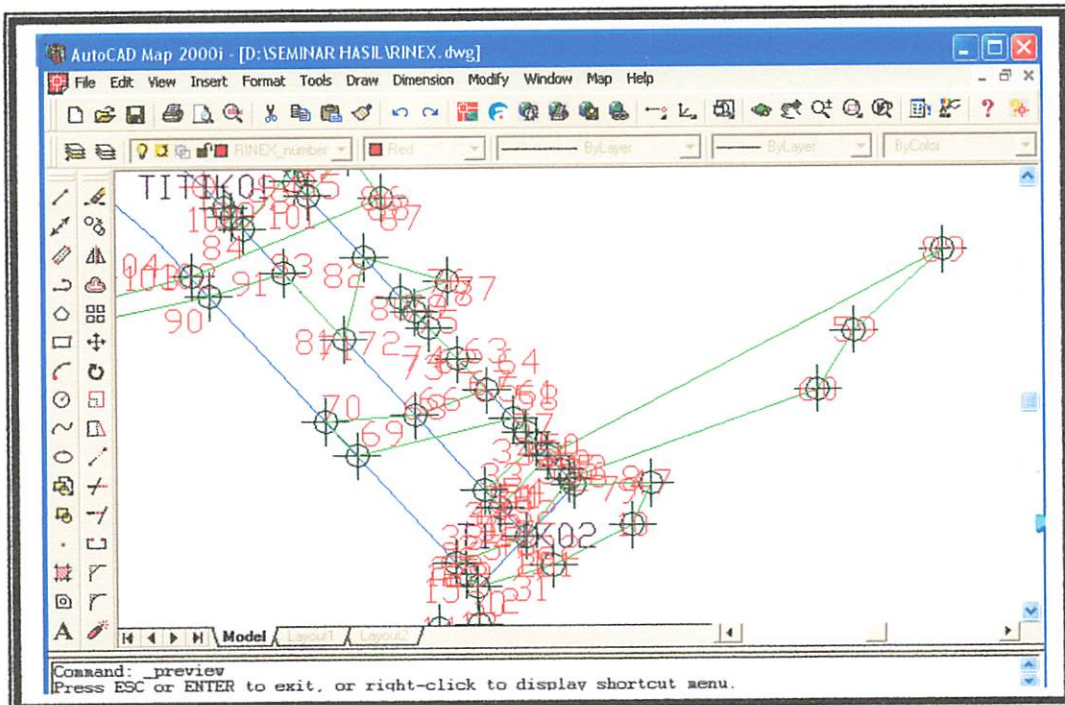
Tabel 4.6 Tabel Koordinat BM40 Referensi

Koordinat Observasi		
TIMUR	UTARA	WAKTU
x	y	
682772.087	9113861.794	4:49:36
682774.009	9113862.490	4:49:38
682774.783	9113862.996	4:49:40
682773.875	9113862.797	4:49:42
682774.375	9113862.999	4:49:44
682774.845	9113862.673	4:49:46
682775.318	9113862.093	4:49:48
682776.236	9113862.523	4:49:50
682776.080	9113862.003	4:49:52
682776.303	9113860.555	4:49:54
682771.885	9113858.987	4:49:56
682770.694	9113857.330	4:49:58
682769.720	9113856.298	4:50:00
682768.042	9113856.170	4:50:02
682768.160	9113857.806	4:50:04
682768.234	9113858.484	4:50:06

Untuk melihat tabel selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 merupakan koordinat titik BM40 referensi dan koordinat titik observasi yang dianggap benar dengan menggunakan metode kinematik. Koordinat-koordinat tersebut merupakan data acuan dalam menentukan titik baseline antara koordinat observasi dalam satu waktu.

Dari Tabel 4.5 dan 4.6 di atas dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.3 Penentuan Baseline pada koordinat observasi

Pada gambar 4.3 di atas dapat diketahui tersebarnya koordinat titik observasi pada koridor 3 meter yang telah ditentukan, sehingga dapat ditarik garis baseline pada satu waktu setiap titik observasi tersebut.

4.2 Analisa

Untuk tahap ini yang dilakukan adalah menganalisa hasil pengolahan dengan perangkat lunak *Trimble Geodetic Office* maupun perangkat lunak *XrapS 5* untuk mengolah data rinex dari pengukuran GPS Geodetik maupun GPS Navigasi. Yang dilakukan analisa pertama adalah menganalisa beberapa hasil ukuran dengan perhitungan *RMSE*, dan kemudian apakah spesifikasi teknis sudah sesuai dengan hasil yang didapat dengan pengamatan di lapangan. Dan hasil dari menggunakan dengan kedua GPS navigasi dibandingkan berdasar tingkat ketelitiannya. Kemudian analisa selanjutnya adalah analisa ketelitian setelah dilakukan pengolahan secara *post-processing*.

Dari Gambar 4.2 dan 4.3 dapat dilihat bahwa tersebarnya koordinat titik observasi RINEX masih lebih teliti dibandingkan dengan tersebarnya koordinat observasi NMEA yang terkoreksi. Dari hasil perhitungan analisa ketelitian ini maka pengolahan data dengan RINEX lebih baik dibandingkan dengan pengolahan data menggunakan NMEA karena berdasarkan tingkat ketelitiannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian berdasarkan analisa dari hasil pelaksanaan penelitian.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Pada perhitungan *NMEA* memiliki tingkat ketelitian **2.551821** meter dengan akurasi 15.036 meter – 2.383 meter, dengan waktu pengamatan 120 menit. Dikatakan layak karena masih berada dalam standart koreksi alat GPS Handheld, dimana antara 3 meter-15 meter.
- 2) Pada pengolahan data *Rinex* memiliki ketelitian lebih baik dibandingkan dengan perhitungan *NMEA*, berdasarkan tersebarnya koordinat titik observasi pada koridor yang telah ditentukan yaitu 3 meter. Beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain jumlah satelit dan PDOPnya, selain itu selisih nilai koordinat BM 40 pada Rinex lebih fix dibandingkan pada NMEA. Sebagai contoh pada saat jumlah satelit 8 dan jumlah PDOP 2.1 nilai $(x,y)^2$ berada pada 15.036 meter, sedangkan ketika jumlah satelit 9 dan jumlah PDOP 1,8 nilai $(x,y)^2$ berada pada 5,311 meter.
- 3) Pengaruh ketelitian disebabkan karena multipath yang menyebabkan terganggunya sinyal satelit yang diterima oleh *receiver* dan kondisi satelit yang kurang sehat.

5.2 Saran

- 1) Penggunaan perangkat lunak ilmiah bisa meningkatkan tingkat ketelitian posisi titik, karena dapat dimasukkan data pendukung lainnya dalam pemrosesan datanya.
- 2) Pada tahap pemrosesan data diharapkan menggunakan titik referensi yang mempunyai tingkat ketelitian posisi atau orde yang lebih tinggi, agar bisa meningkatkan ketelitian posisi titik hasil pengamatan.
- 3) Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh tingkat ketelitian yang lebih teliti dengan menggunakan alat selain GPS Handheld
- 4) Dalam proses penentuan titik harus diperhatikan obstruksi di daerah yang akan dilakukan pengukuran, hal tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil ketelitian yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 1999. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*.
PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Abidin, H. Z. 1995. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*.
PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Abidin, H. Z., Jones, A. Kahar, J. 2002. *Survey dengan GPS*.
PT. Pradnya Paramita : Jakarta
- Purwanto, H. 2006 Modul Ajar : *Survey Satelit II*.
Program Studi Teknik Geodesi ITN, Malang
- Handoko, E. Y. 2004. Modul Ajar : *Geodesi Satelit II*.
Program Studi Teknik Geodesi ITS, Surabaya
- Abidin, H. Z. *Transparansi Kuliah 3211 Survey Satelit*.
Program Studi Teknik Geodesi ITB, Bandung
- El-Sheimy, N. 2001. *Adjustment Computation*.
Department of Geodetic Engineering, The University of Calgary.
- Leick, A. 1995. *GPS Satellite Surveying*. John Wiley & Sons, Second Edition.
New York.
- Seeber, G. 1993. *Satellite Geodesy, Foundation, Method, and Application*, N.B.
Canada
- Wells, D. 1986. *Guide to GPS Positioning*. Canadian GPS Associates,
Fredericton, N.B. Canada
- Rizoz, C. (1999) *GPS Surveying*. SNAP UNSW.
www.gmat.ac.au/snap/gps/gps-surveying.htm
www.GPSatsystem.com
<http://igsceb.jpl.nasa.gov/network/guidelines/checklist.html>
http://www.fig.net/pub/cairo/abstracts/ts_08/ts08_02_sanlioglo_inal_abs.pdf

W
A
R
P
M
A
T

682762.143	9113879.629	6:39:11		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:13		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:15		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:17		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:19		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:21		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:23		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:25		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:27		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:29		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:31		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:33		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:35		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:37		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:39		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:41		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:43		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:45		682760.598	9113877.919
682762.143	9113879.629	6:39:47		682760.598	9113877.919

1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311
1.545	1.710	2.387	2.924	5.311

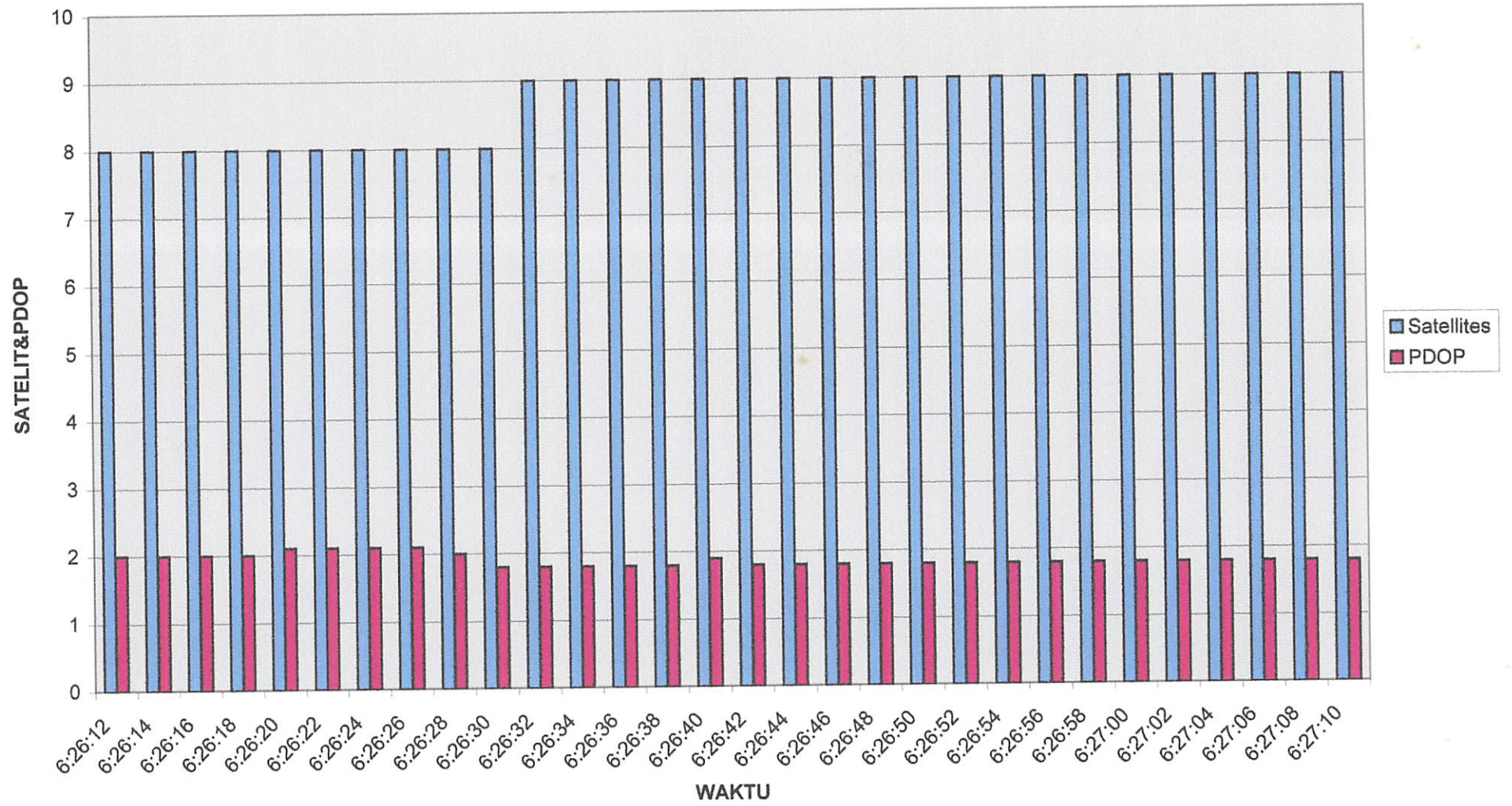
$\Sigma =$	2669.835
$1/n \cdot \Sigma =$	2.551821

682747.511	9113896.277	6:39:02		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:04		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:06		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:08		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:10		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:13		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:15		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:17		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:19		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:21		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:23		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:25		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:27		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:29		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:31		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:33		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:35		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:37		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:39		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:41		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:43		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:45		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:47		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:49		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:51		682750.894	9113897.979
682747.511	9113896.277	6:39:53		682749.056	9113897.987
682747.511	9113896.277	6:39:55		682749.056	9113897.987

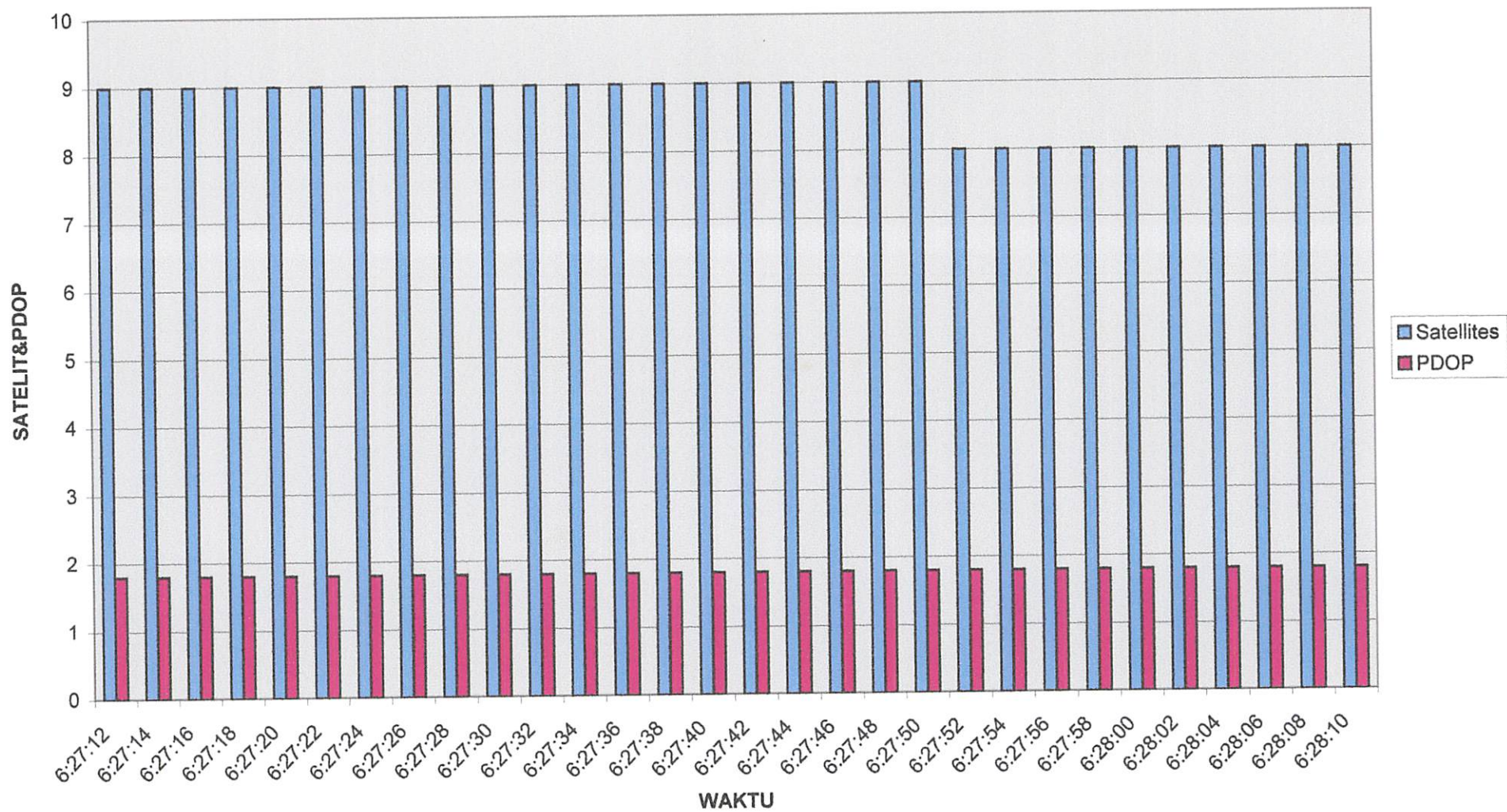
Koord. BM40 Referensi		Koordinat Observasi		
TIMUR	UTARA	TIMUR	UTARA	WAKTU
X	Y	X	Y	
682760.598	9113877.919	682772.087	9113861.794	4:49:36
		682774.009	9113862.490	4:49:38
		682774.783	9113862.996	4:49:40
		682773.875	9113862.797	4:49:42
		682774.375	9113862.999	4:49:44
		682774.845	9113862.673	4:49:46
		682775.318	9113862.093	4:49:48
		682776.236	9113862.523	4:49:50
		682776.080	9113862.003	4:49:52
		682776.303	9113860.555	4:49:54
		682771.885	9113858.987	4:49:56
		682770.694	9113857.330	4:49:58
		682769.720	9113856.298	4:50:00
		682768.042	9113856.170	4:50:02
		682768.160	9113857.806	4:50:04
		682768.234	9113858.484	4:50:06
		682771.380	9113860.219	4:50:08
		683203.670	9114314.546	4:50:10
		683202.850	9114312.717	4:50:12
		682772.126	9113858.836	4:50:14
		682772.913	9113858.863	4:50:16
		682773.081	9113859.598	4:50:18
		683206.800	9114317.934	4:50:20
		683204.749	9114317.794	4:50:22
		682769.772	9113859.628	4:50:24
		682768.962	9113859.303	4:50:26
		682768.512	9113858.744	4:50:28
		682769.167	9113858.419	4:50:30
		682769.350	9113858.477	4:50:32
		682769.985	9113857.216	4:50:34
		682771.862	9113857.866	4:50:36
		682772.098	9113861.105	4:50:38
		682770.691	9113862.712	4:50:40
		682771.236	9113863.734	4:50:42
		682772.188	9113863.640	4:50:44
		682771.116	9113861.751	4:50:46
		682770.012	9113861.043	4:50:48
		682768.987	9113860.059	4:50:50
		685740.974	9115911.565	4:50:52
		683215.404	9114328.586	4:50:54
		684282.116	9115457.306	4:50:56
		683836.912	9114986.976	4:50:58
		682770.616	9113860.467	4:51:00
		682770.185	9113861.110	4:51:02
		683213.830	9114329.870	4:51:04
		683214.502	9114329.550	4:51:06
		682777.065	9113862.345	4:51:08
		682771.203	9113859.798	4:51:10
		682773.566	9113863.245	4:51:12
		682773.172	9113863.919	4:51:14
		682771.350	9113861.772	4:51:16
		682770.525	9113860.440	4:51:18
		682771.118	9113861.619	4:51:20

682771.655	9113862.049	4:51:22
682773.132	9113862.844	4:51:24
682772.979	9113863.629	4:51:26
682772.049	9113864.779	4:51:28
682772.230	9113866.003	4:51:30
682785.783	9113868.852	4:51:32
682784.233	9113866.314	4:51:34
682772.165	9113866.263	4:51:36
682768.782	9113867.588	4:51:38
682770.067	9113868.056	4:51:40
682771.466	9113867.582	4:51:42
682770.491	9113866.371	4:51:44
682768.101	9113865.988	4:51:46
682770.237	9113866.657	4:51:48
682767.426	9113865.633	4:51:50
682765.634	9113864.523	4:51:52
682763.877	9113865.625	4:51:54
682763.629	9113868.199	4:51:56
682765.517	9113868.394	4:51:58
682767.330	9113867.359	4:52:00
682767.439	9113867.720	4:52:02
682767.962	9113869.305	4:52:04
682768.449	9113871.028	4:52:06
682769.675	9113870.708	4:52:08
682768.647	9113870.505	4:52:10
682767.493	9113869.939	4:52:12
682765.962	9113869.902	4:52:14
682762.666	9113868.484	4:52:16
682764.090	9113871.300	4:52:18
682761.805	9113871.734	4:52:20
682758.905	9113872.537	4:52:22
682762.971	9113875.088	4:52:24
682765.664	9113874.576	4:52:26
682766.481	9113873.740	4:52:28
682765.963	9113874.182	4:52:30
682789.617	9113872.243	4:52:32
682757.150	9113869.416	4:52:34
682759.966	9113870.982	4:52:36
682749.516	9113868.659	4:52:38
682751.531	9113869.787	4:52:40
682761.281	9113875.062	4:52:42
682762.119	9113876.243	4:52:44
682764.243	9113876.537	4:52:46
682762.774	9113875.760	4:52:48
682760.831	9113874.474	4:52:50
682759.349	9113873.903	4:52:52
682758.466	9113873.747	4:52:54
682761.864	9113873.824	4:52:56
682757.423	9113871.322	4:52:58
682755.837	9113871.285	4:53:00
682755.061	9113871.784	4:53:02

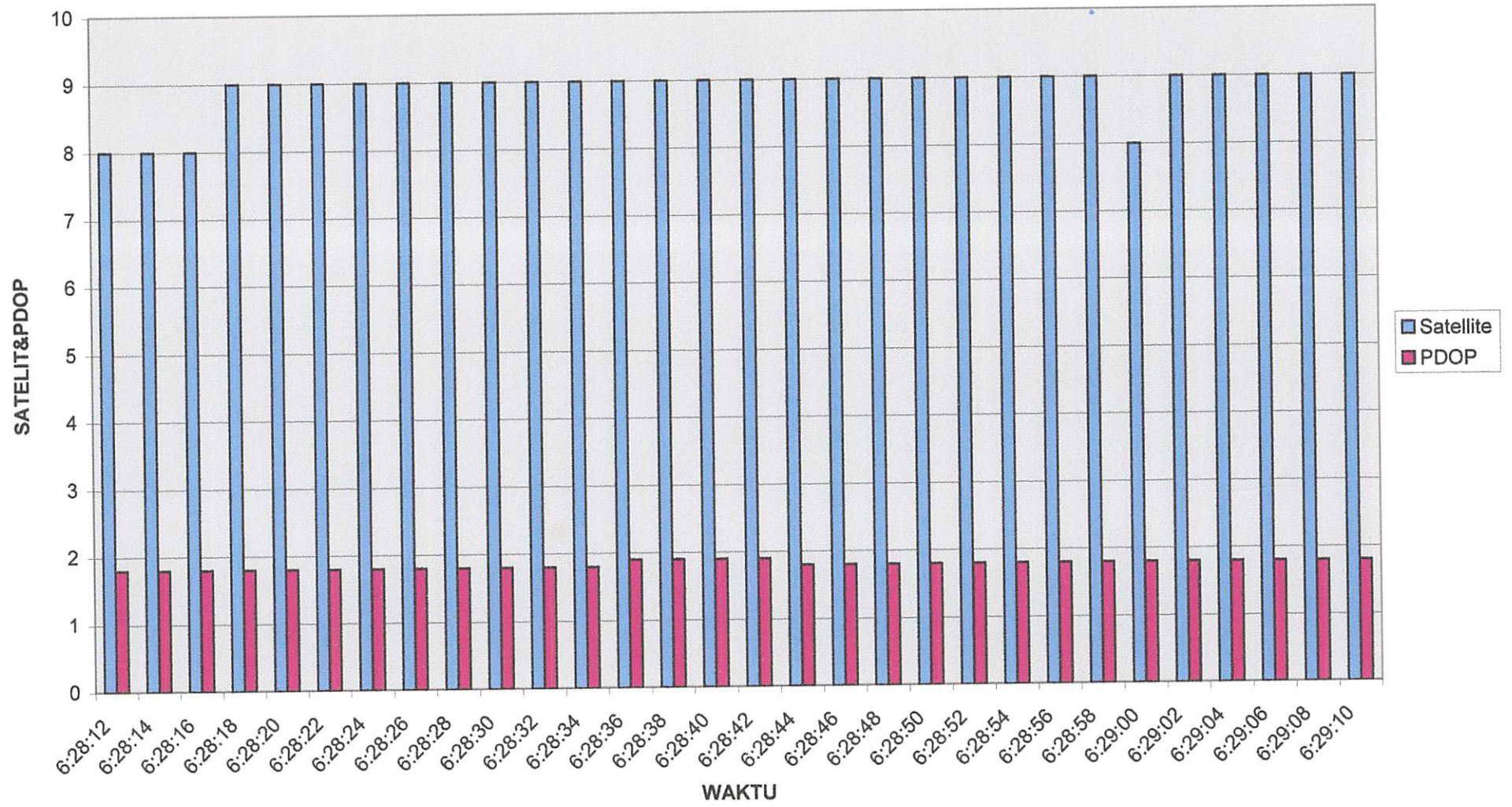
JUMLAH SATELIT



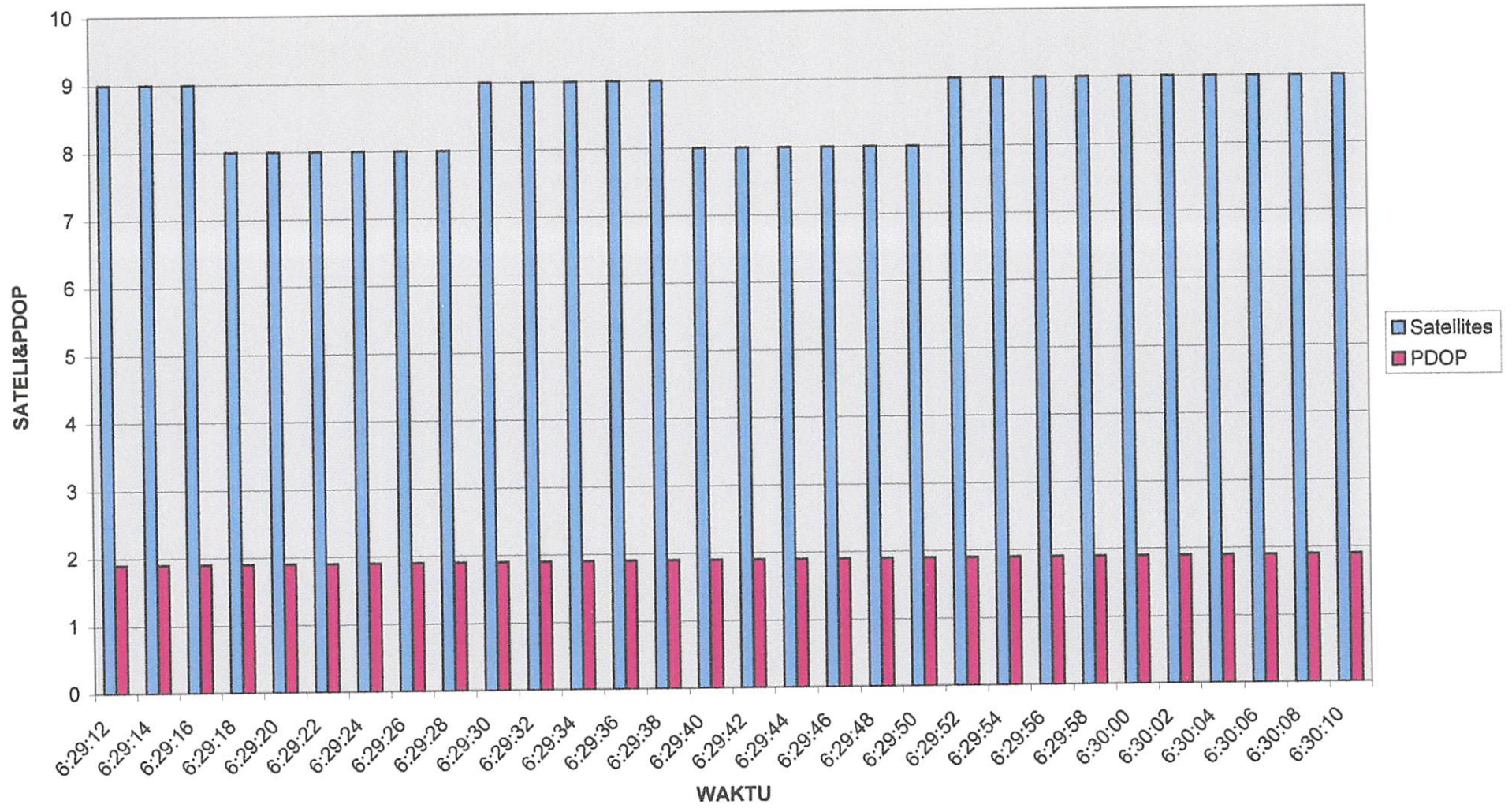
JUMLAH SATELIT



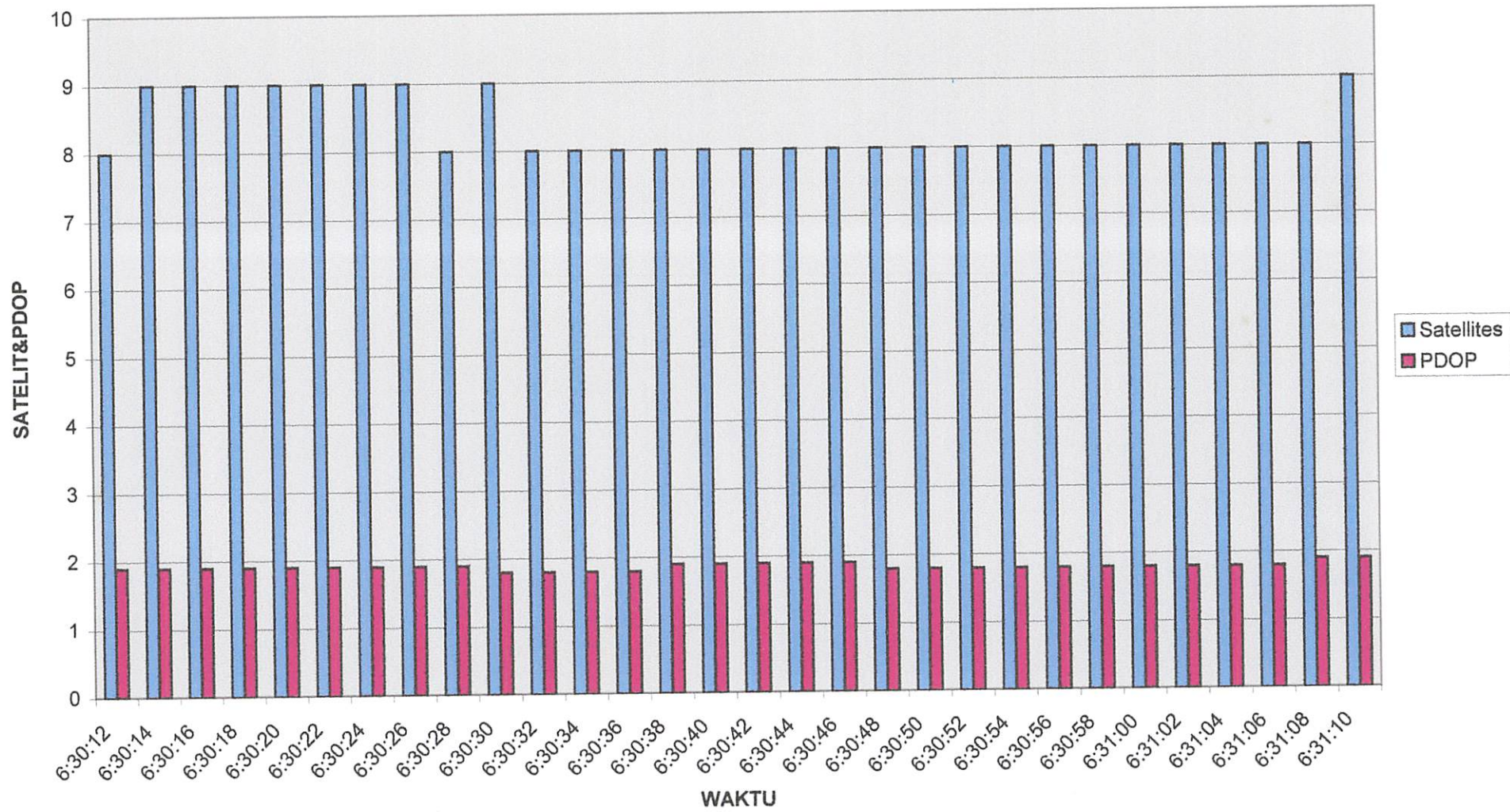
JUMLAH SATELIT



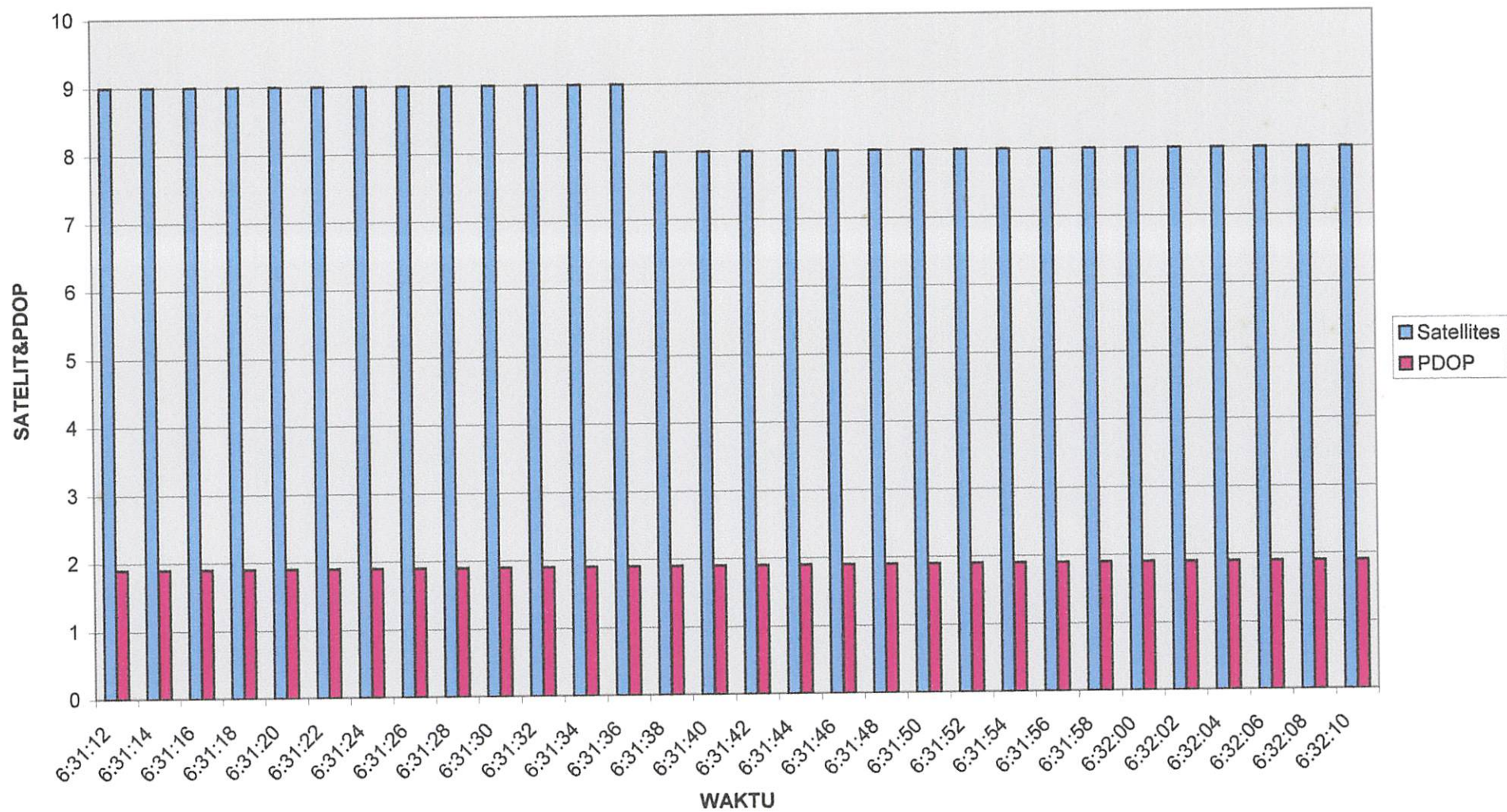
JUMLAH SATELIT



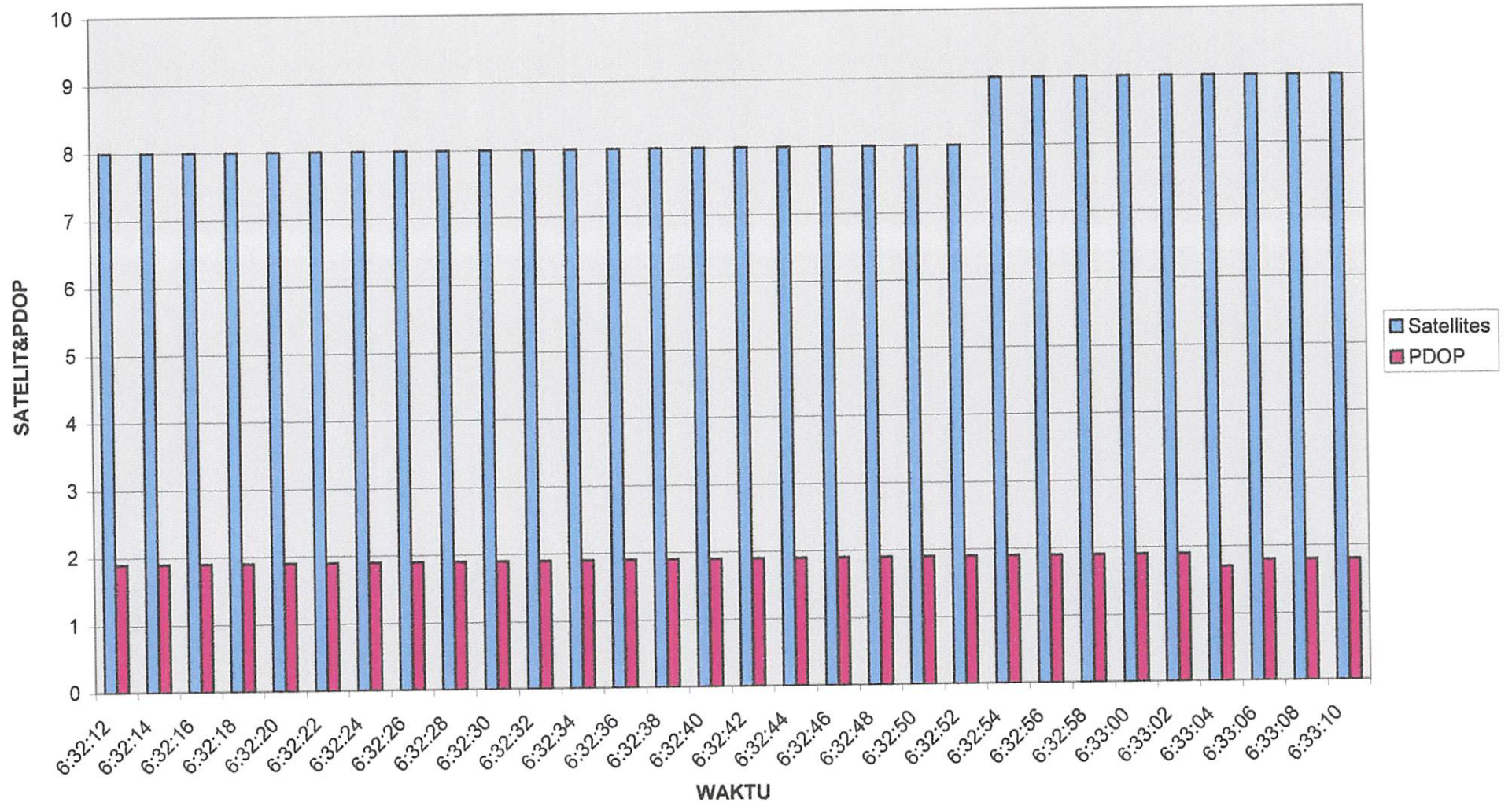
JUMLAH SATELIT



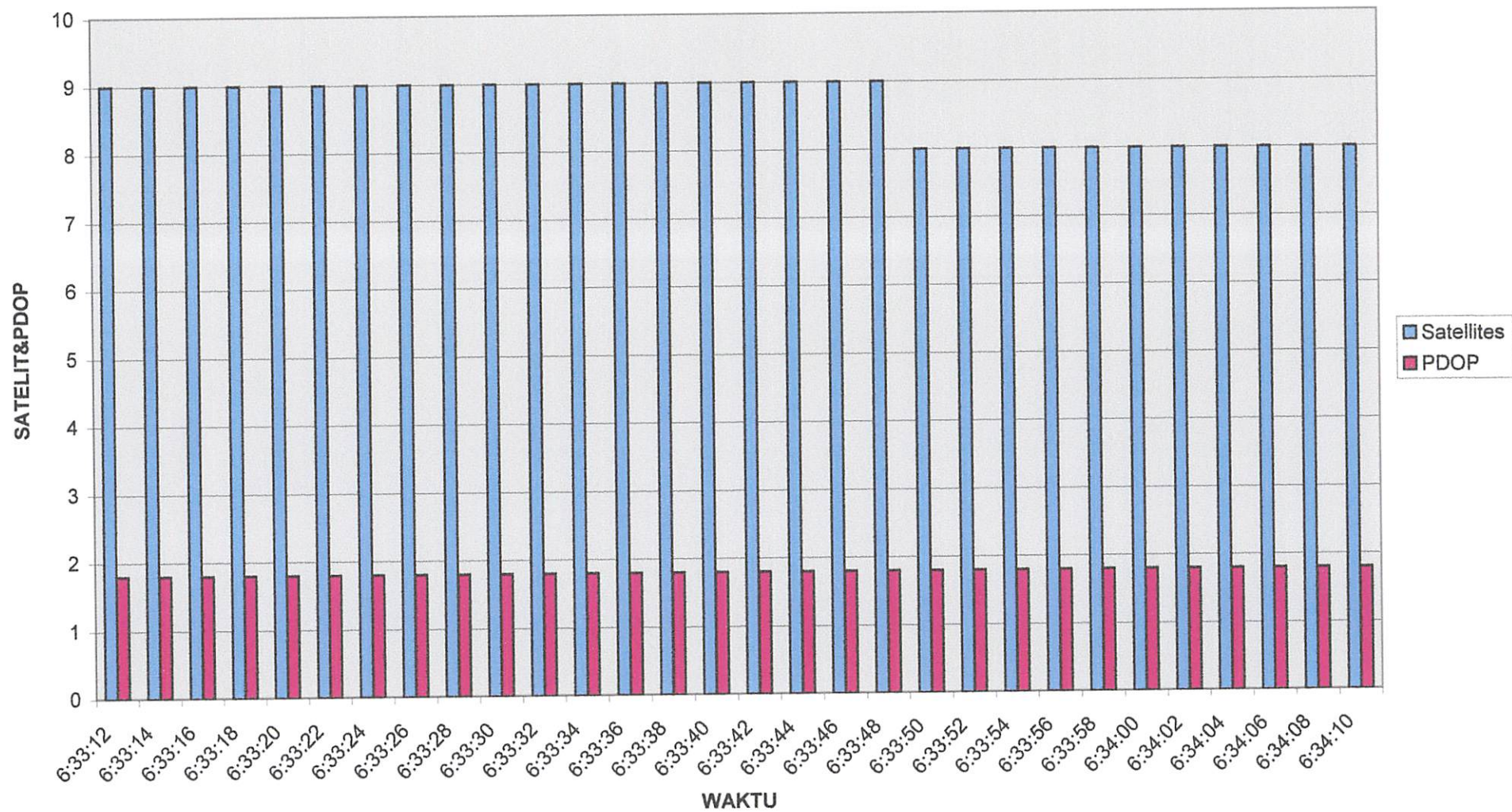
JUMLAH SATELIT



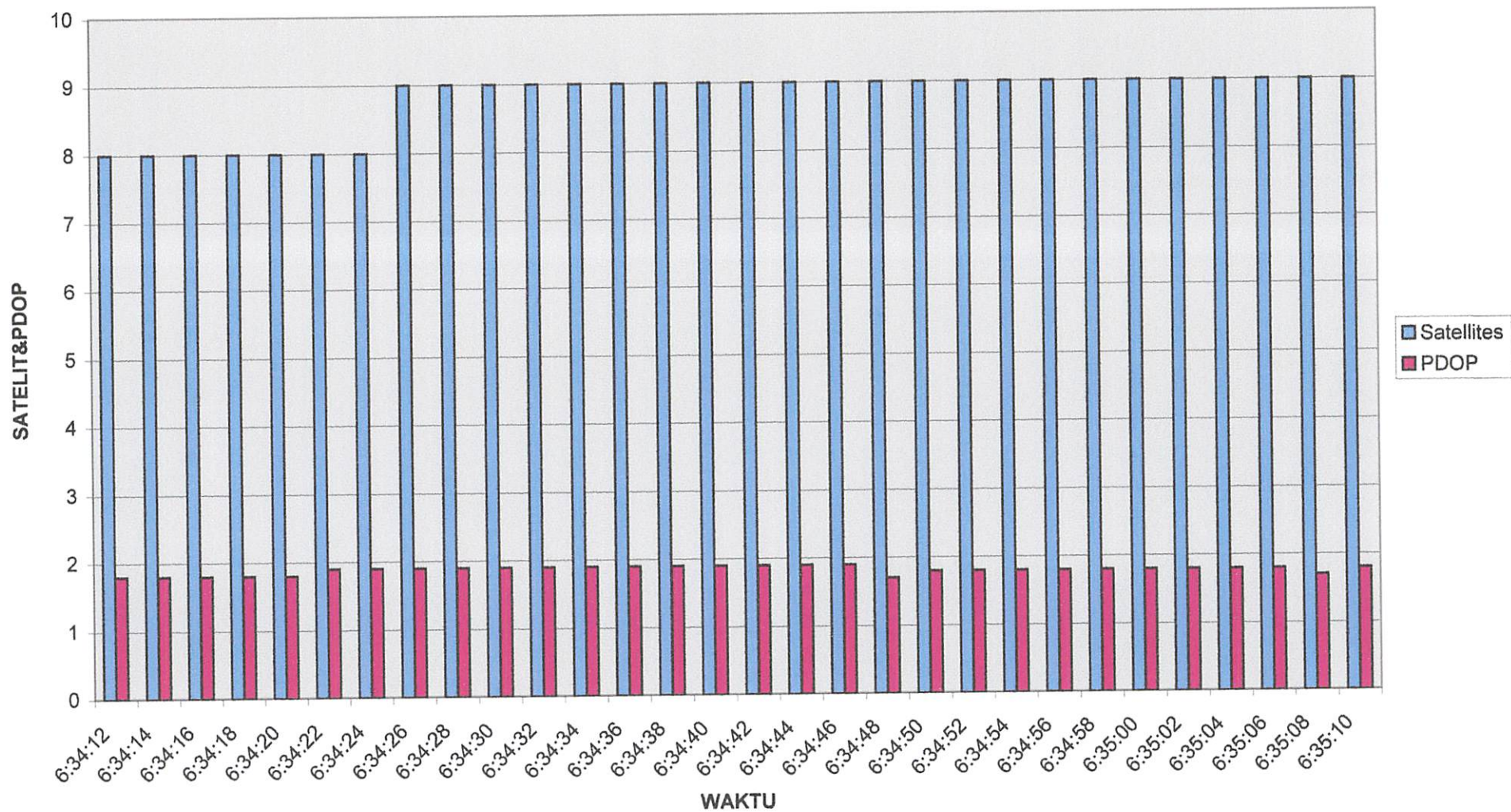
JUMLAH SATELIT



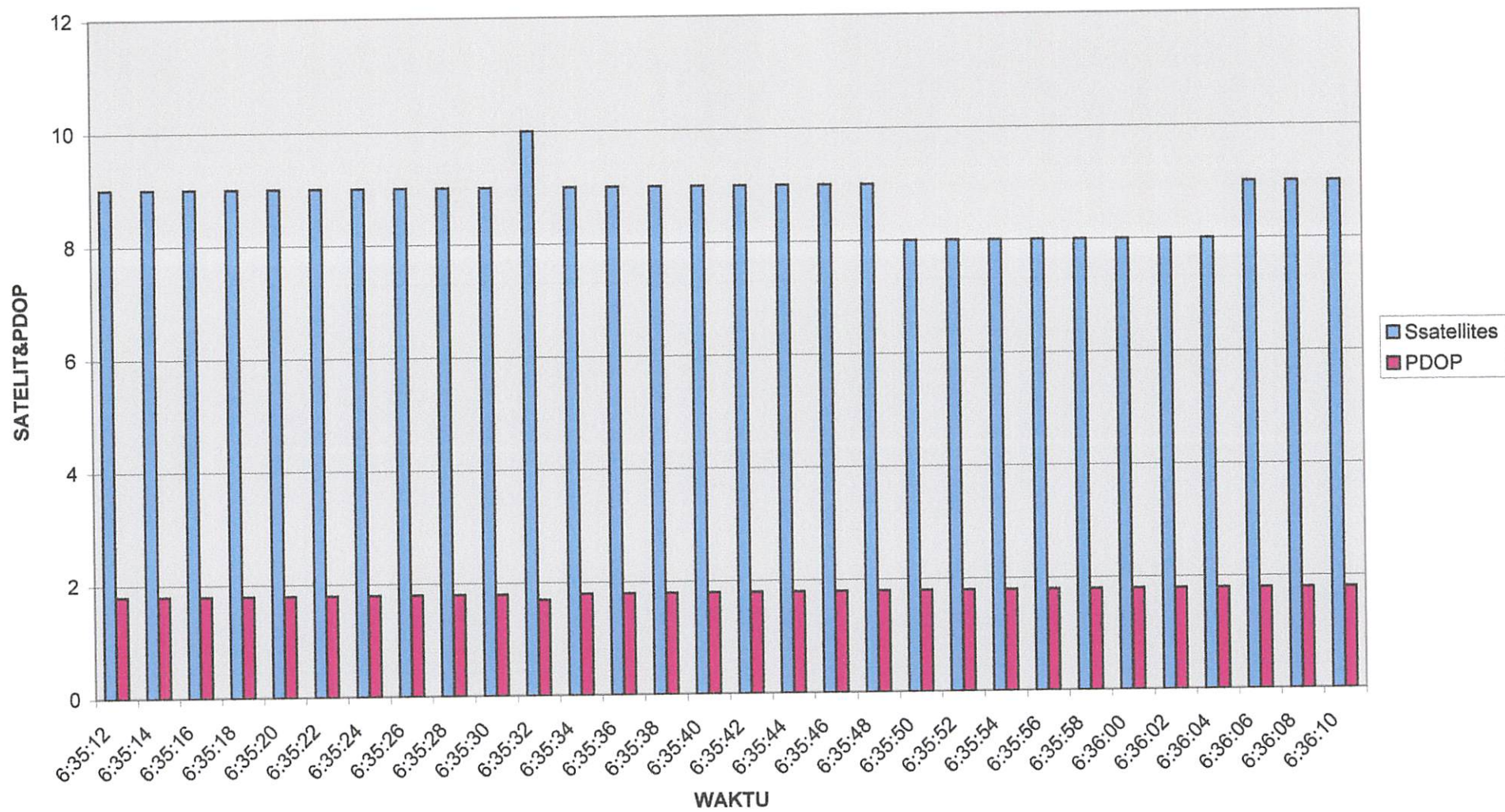
JUMLAH SATELIT



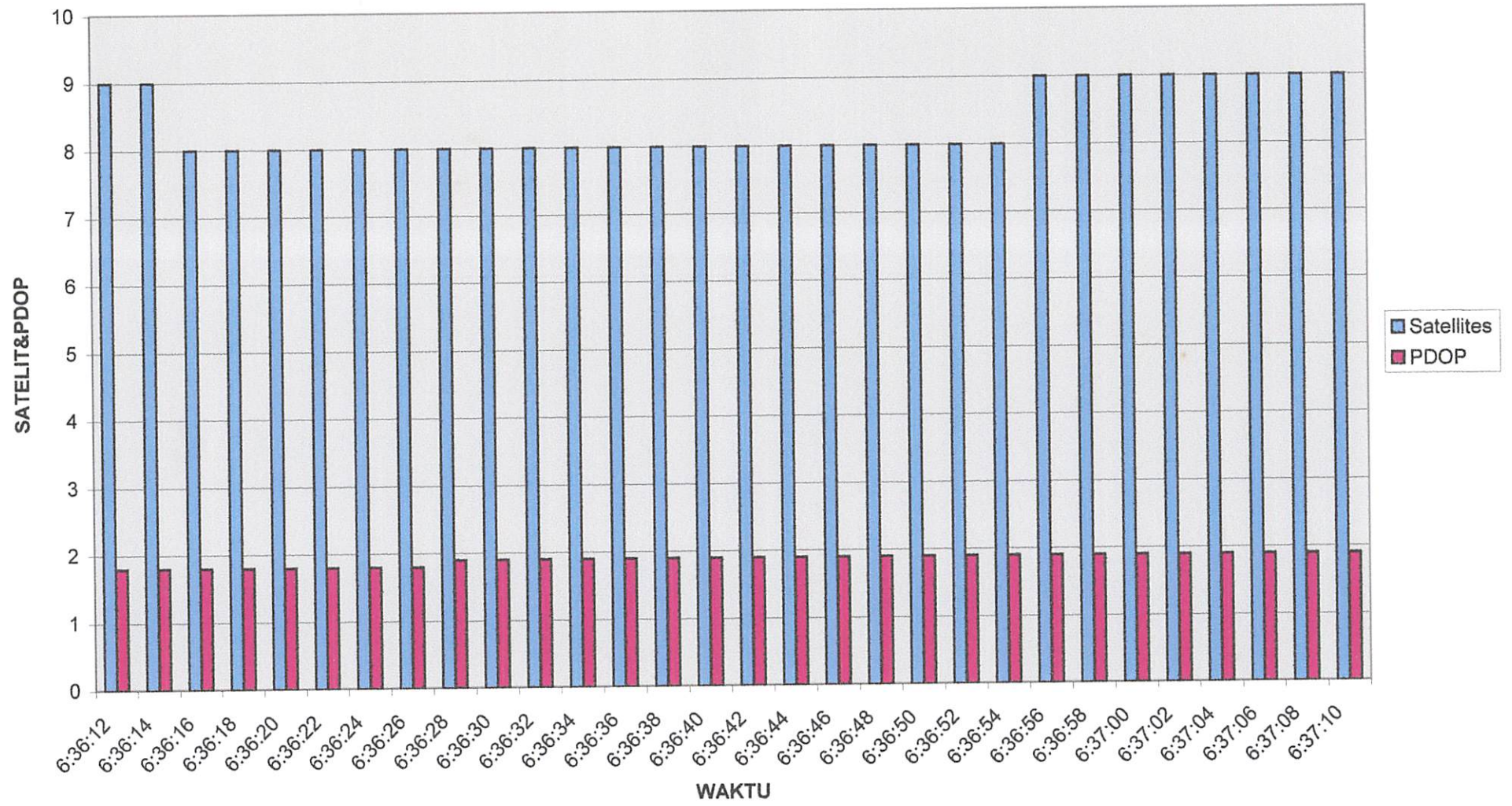
JUMLAH SATELIT



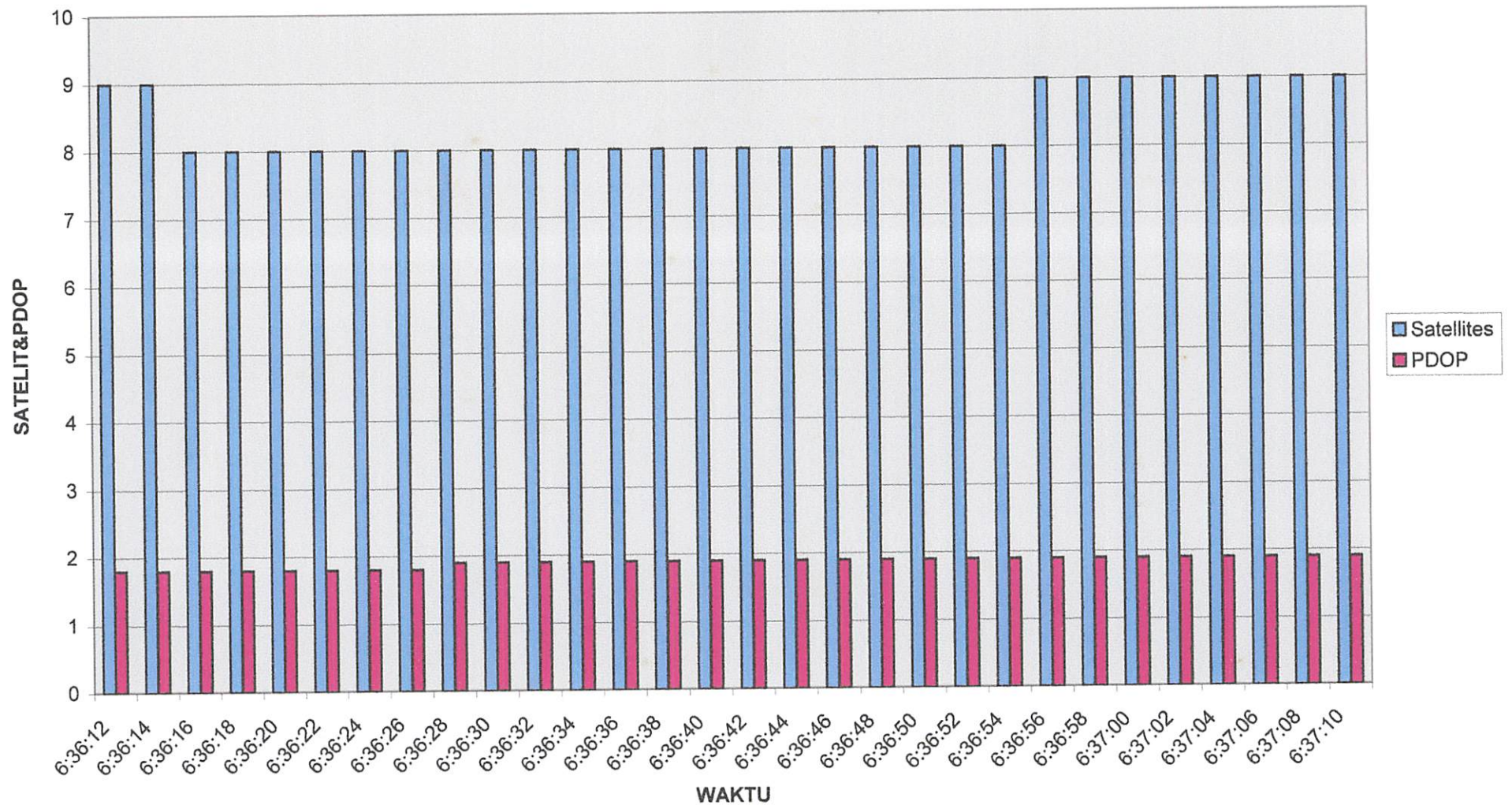
JUMLAH SATELIT



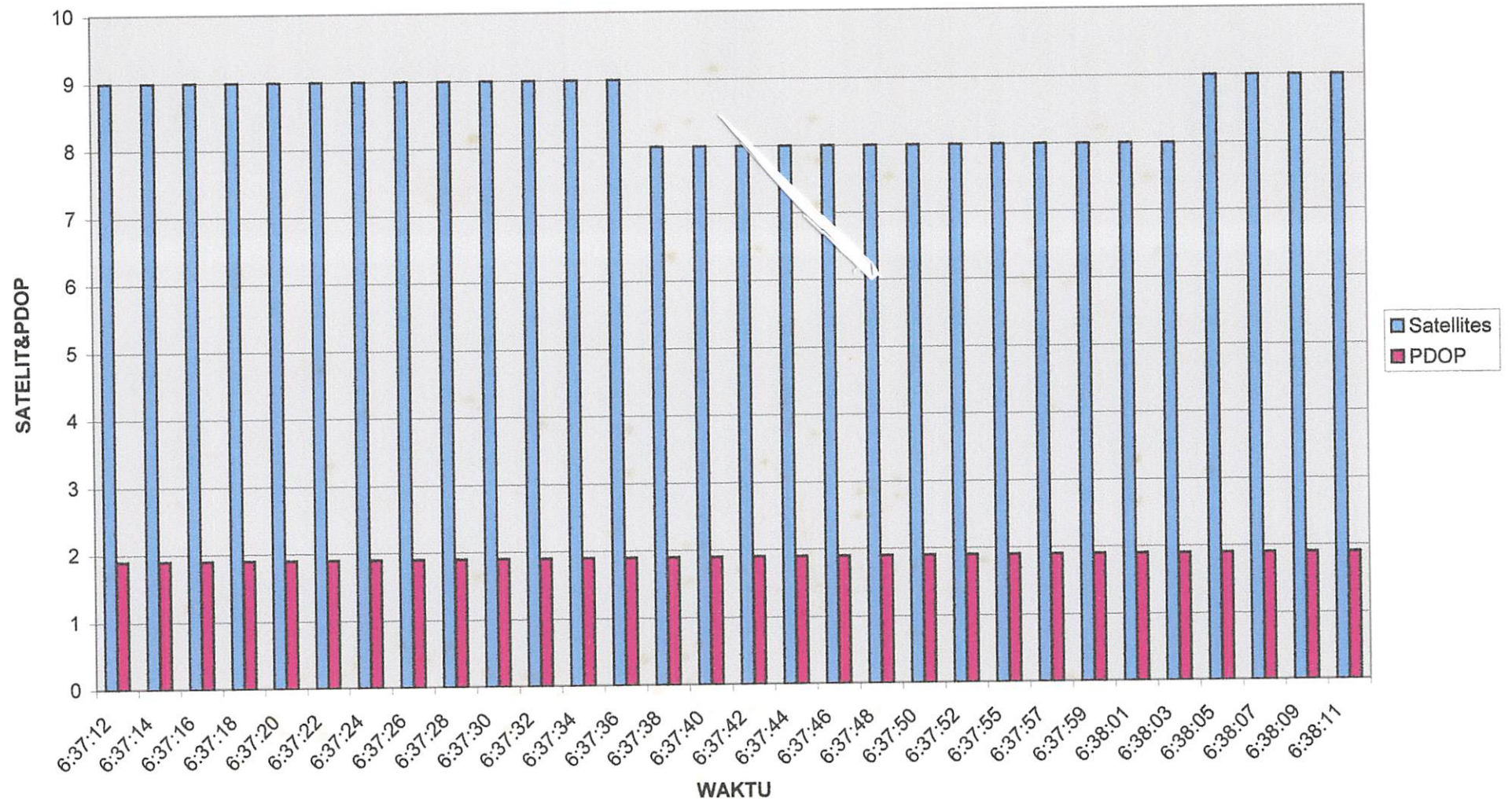
JUMLAH SATELIT



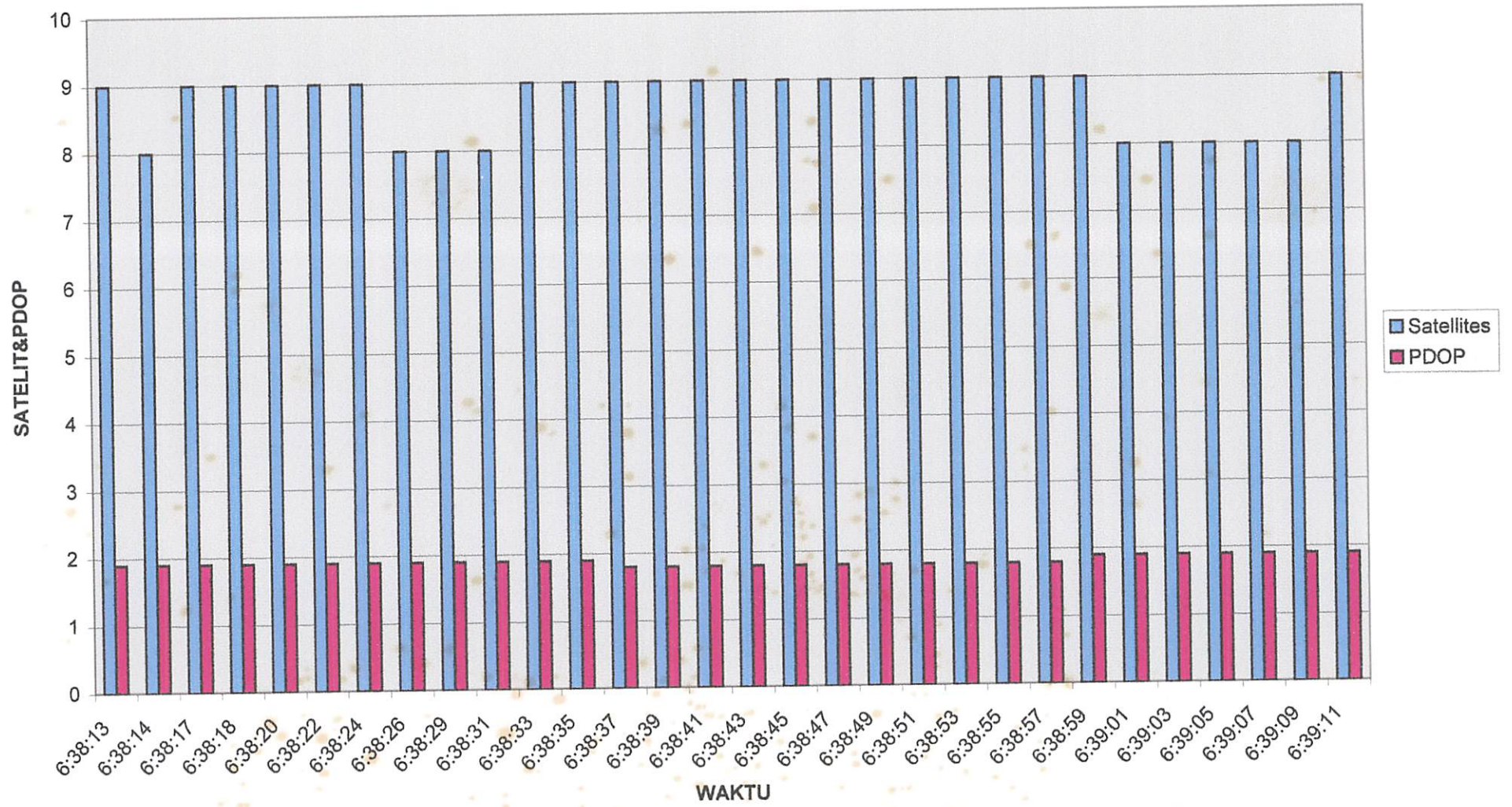
JUMLAH SATELIT



JUMLAH SATELIT



JUMLAH SATELIT

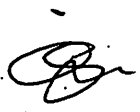




INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 JL. BENDUNGAN SIGURA-GURA NO. 2
 MALANG

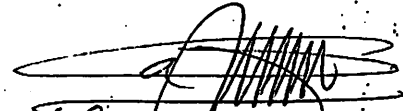
SEMINAR HASIL SKRIPSI JENJANG STRATA I (S1)
 JURUSAN TEKNIK GEODESI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : Sti W.
 NIM : 0125 093
 HARI, TGL. :

NO	MATERI REVISI SKRIPSI
	<ul style="list-style-type: none"> - Judul - Redaksional - Kringuler - proses perhitungan Renda ke KBL ? pengamatan ? - fmg menyempatkan Rms fms 6 ut proses kerudu <p>Revisi OK. 27/3-07 </p>

PANITERA,

DOSEN PENGUJI,


 A. B. H. D. P. S.