

**SURVEI PENDAHULUAN DEFORMASI MUKA TANAH  
DENGAN PENGAMATAN GPS DI KABUPATEN DEMAK  
(Studi Kasus : pesisir pantai Kecamatan Sayung)**

Moh Kun Fariqul Haqqi, Bambang Darmo Yuwono, Moehammad Awaluddin<sup>\*)</sup>

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : [geodesi@undip.ac.id](mailto:geodesi@undip.ac.id)

**ABSTRAK**

Daerah pesisir pantai utara Jawa sangat rentan terhadap tekanan lingkungan, baik secara alamiah maupun yang disebabkan oleh manusia. Wilayah pesisir pantai Kecamatan Sayung Kabupaten Demak sering terkena dampak banjir pasang surut atau yang lebih dikenal dengan banjir rob. Damaywanti (2013) menyatakan bahwa terjadinya banjir rob di Desa Bedono telah menenggelamkan dua dusun yaitu dusun Tambaksari dan Senik.

Peneliti ingin mengkaji lebih dalam mengenai fenomena tersebut dengan melakukan survei deformasi untuk pertama kali. Deformasi adalah perubahan bentuk, posisi, dan dimensi dari suatu benda (Kuang, 1996). Dalam melakukan penelitian mengenai deformasi ini, peneliti melakukan perencanaan dan pemasangan tujuh titik pengamatan. Pengukuran titik pengamatan tersebut menggunakan GPS *dual frequency* dan diolah menggunakan tiga metode pengolahan yaitu metode radial, jaring dan ikat IGS. Perangkat lunak yang digunakan adalah perangkat lunak ilmiah GAMIT.

Pembuatan rancangan desain jaringan titik pengamatan untuk deformasi muka tanah ditinjau dari peta geologi, peta jenis tanah, peta abrasi, peta DAS, dan peta tata guna lahan dalam RTRW Kabupaten Demak tahun 2011-2031 dapat disimpulkan bahwa semua titik pengamatan sesuai untuk pemantauan deformasi muka tanah di pesisir pantai Sayung tersebut. Hasil pengolahan komponen tinggi titik pengamatan mempunyai simpangan baku rata-rata untuk metode radial = 0,004953 m, metode jaring = 0,004876 m, metode ikat IGS = 0,004855 m. Dari uji statistik ke tiga metode mempunyai ketelitian yang sama.

**Kata kunci :** Deformasi, GAMIT dan GPS

**ABSTRACT**

*The north coastal area of Java is highly susceptible to environmental stress, either nature or human. The coastal area of Sayung, District Demak often affects by flood tides which is more known as tidal flood. Damaywanti (2013) states that the tidal flood which happened in Bedono village has sunk two hamlets/orchards that are Tambaksari and Senik.*

*Researcher wants to deeply study about this phenomenon so that using deformation survey for the first time in the that area. Deformation is the change of shapes, positions, and dimension of objects (Kuang, 1996). In order to do this survey, researcher will plan and install seven control points. Measuring those control points is using Dual Frequency GPS and being analysed using three analysed methods. Those are radial method, network method, and IGS Method, respectively. Software which is used for those methods is GAMIT Scientific Software.*

*In order to designing the control points network for land surface deformation is studied by geology map, soil type map, abrasion map, watershed map, and land use map of Demak District during 2011 – 2031. It can be concluded that all control points is suitable with monitoring of land surface deformation in that location. The average standard deviation result of high point observation for radial method = 0,004953 m, the net method = 0,004876 m, IGS fastening methods = 0,004855 m. From the F statistical test, all of the methods has the same accuracy.*

**Keywords:** Deformation, GAMIT and GPS

*\*) Penulis, PenanggungJawab*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Daerah pesisir pantai utara Jawa sangat rentan terhadap tekanan lingkungan, baik secara alamiah maupun yang disebabkan oleh manusia. Tekanan secara alamiah diantaranya adalah tsunami, pasang surut, dan abrasi, sedangkan tekanan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia diantaranya adalah eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan dan pembuangan limbah ke tepi pantai. Demak merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Tengah. Wilayah pesisir pantai Kecamatan Sayung Kabupaten Demak sering terkena dampak banjir pasang surut atau yang lebih dikenal dengan banjir rob. Banjir rob merupakan fenomena yang selalu terjadi di Kabupaten Demak bagian utara sejak tahun 1997 sampai sekarang. Damaywanti (2013) menyatakan bahwa terjadinya banjir rob di Desa Bedono telah menenggelamkan dua dusun yaitu dusun Tambaksari dan Senik. Ditinjau dari aspek alamiah penyebab meluasnya banjir rob dikarenakan adanya kenaikan muka air laut secara global dan terjadinya penurunan muka tanah di Kecamatan Sayung. Terjadinya fenomena penurunan muka tanah di pesisir pantai Kecamatan Sayung, maka penelitian ingin mengkaji lebih dalam mengenai deformasi. Deformasi adalah perubahan bentuk, posisi, dan dimensi dari suatu benda (Kuang, 1996). Berdasarkan definisi tersebut deformasi dapat diartikan sebagai perubahan kedudukan atau pergerakan suatu titik pada suatu benda secara *absolut* maupun relatif.

Dalam melakukan penelitian mengenai deformasi ini, peneliti menggunakan *Global Positioning System (GPS) Dual Frekuensi*, diharapkan titik kontrol yang dikaji mendapatkan hasil posisi yang sangat teliti dan presisi. Untuk pengolahan data dari GPS penelitian ini menggunakan *Scientific Software GAMIT*.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat rancangan desain jaringan titik pengamatan untuk pemantauan deformasi muka tanah secara benar di Kecamatan Sayung?
2. Bagaimana menentukan koordinat yang paling teliti dengan menggunakan tiga metode untuk pemantauan deformasi muka tanah pertama kali di Kecamatan Sayung?

### 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah :

1. Merencanakan desain jaringan titik kontrol untuk pemantauan deformasi muka tanah dengan pengamatan GPS.
2. Melakukan pengukuran pertama titik kontrol pengamatan deformasi muka tanah secara teliti menggunakan alat ukur GPS *Dual Frequency* dengan perangkat ilmiah GAMIT 10.6.

### 1.4 Ruang Lingkup

Adapun Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Daerah penelitian Tugas Akhir adalah Pesisir pantai Kecamatan Sayung di Kabupaten Demak, Jawa Tengah. ( Desa Bedono, Desa Purwosari, Desa Sidogemah, Desa Timbulsloko, Desa Tugu, Desa Surodadi).
2. Pengumpulan data titik kontrol di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak dengan melakukan pengukuran GPS *Dual Frequency*, secara statik.
3. Pengolahan data pengamatan GPS menggunakan *scientific software* GAMIT.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Penelitian Terdahulu

1. Analisis Geospasial Penyebab Penurunan Muka Tanah di Kota Semarang oleh (Yuwono dkk., 2013). Pada penelitian ini dibahas mengenai analisis geospasial didasarkan pada hubungan spasial antara karakteristik penurunan muka tanah maupun terhadap kondisi tutupan lahan lainnya. Penelitian ini menggunakan berbagai metode pengukuran yaitu sipat datar, GPS, pengukuran langsung dan InSAR.
2. Analisis Penurunan Muka Tanah Kota Semarang Menggunakan Perangkat Lunak GAMIT 10.04 Kurun Waktu 2008-2013 oleh (Kurniawan dkk., 2013). Pada penelitian ini dibahas mengenai penentuan nilai penurunan muka tanah daerah Semarang berdasarkan tinggi ellipsoid dari pengukuran tahun sebelumnya. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak GAMIT 10.04.
3. Apakah Surabaya Terjadi *Land subsidence*? Kajian Awal – *Land Subsidence* Surabaya. (Handoko dkk., 2010). Pada penelitian ini membahas kajian mengenai apakah terjadi penurunan tanah di Kota Surabaya, dengan mengolah data melalui pengamatan GPS dari tahun 2007 dan 2010. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak GAMIT/GLOBK.

**2.2 Deformasi**

Deformasi adalah perubahan bentuk, posisi, dan dimensi dari suatu benda. (Kuang, 1996). Berdasarkan definisi tersebut deformasi dapat diartikan sebagai perubahan kedudukan atau pergerakan suatu titik pada suatu benda secara absolut maupun relatif. Dikatakan titik bergerak absolut apabila dikaji dari perilaku gerakan titik itu sendiri dan dikatakan relatif apabila gerakan itu dikaji dari titik yang lain. Pada umumnya suatu titik yang mengalami perubahan kedudukan atau pergerakan mengacu kepada suatu sistem kerangka referensi (*absolut* atau *relatif*). Kaitannya dengan penelitian ini adalah titik-titik pengamatan ditempatkan di sekitar pesisir pantai Kecamatan Sayung yang mengalami abrasi dan banjir rob. Abrasi dan banjir rob mengakibatkan adanya pengikisan garis pantai dan penurunan tanah sehingga daerah pesisir pantai sangat rentan terhadap kerusakan lingkungan.

**2.2 GPS**

GPS (*Global Positioning Sistem*) 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 kontinu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca.

Prinsip penentuan posisi dengan GPS yaitu menggunakan metode reseksi jarak, dimana pengukuran jarak dilakukan secara simultan ke beberapa satelit yang telah diketahui koordinatnya. Pada pengukuran GPS, setiap epoknya memiliki empat parameter yang harus ditentukan : yaitu tiga parameter koordinat X,Y,Z atau L,B,h dan satu parameter kesalahan waktu akibat ketidaksinkronan jam osilator di satelit dengan jam di *receiver* GPS. Oleh karena itu diperlukan minimal pengukuran jarak ke empat satelit.

Dalam pelaksanaan survei GPS umumnya dilakukan *baseline* per *baseline* selama selang waktu tertentu (beberapa menit sampai beberapa hari bergantung tingkat ketelitian yang diinginkan). Seandainya dalam survei menggunakan lebih dari dua *receiver* GPS maka pada satu sesi pengamatan (*observing session*) dapat diamati lebih dari satu *baseline*.

**2.3 Pengolahan dengan GAMIT**

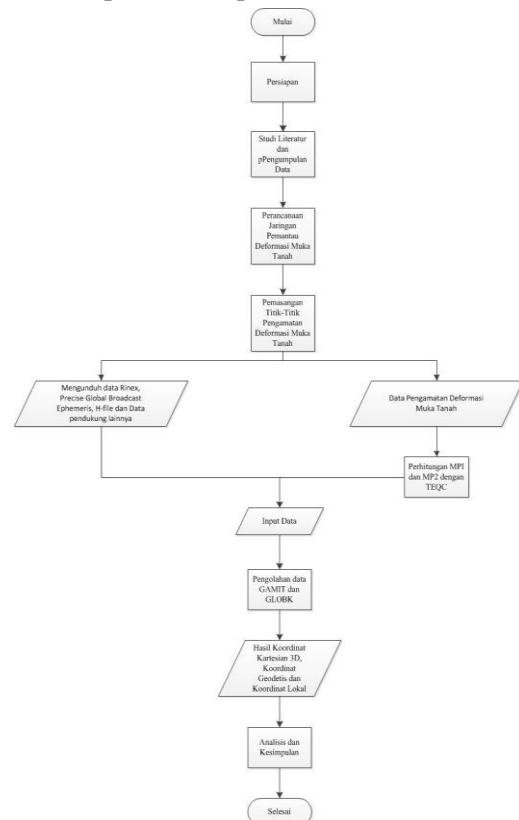
Gamit adalah paket analisis data GPS yang komperhensif yang dikembangkan oleh MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) untuk melakukan perhitungan posisi tiga dimensi dan

satelit orbit. Perangkat Lunak Gamit dikembangkan mulai tahun 1970 – an ketika MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) mengembangkan alat penerima (*reciever*) GPS. Setelah pengembangannya, GAMIT bermigrasi dengan *platform* sistem operasi *Unix* pada tahun 1987. Dengan berdirinya IGS (*Internasional GPS Servise*) pada tahun 1992 semakin memungkinkan pengembangan skema pengolahan data GPS secara otomatis. Pada pertengahan tahun 1990, GAMIT menjadi perangkat lunak ilmiah *Fully automatic processiing* yang menyertakan data stasiun – stasiun kontiyu di seluruh dunia diantaranya IGS (Panuntun, 2012).

**3. Metode Penelitian**

- 1). Menentukan dan melakukan pemasangan patok untuk jaringan pengamatan deformasi muka tanah.
- 2). Pengadaan data dengan melakukan pengukuran menggunakan alat GPS *Dual Frekuensi* yang dilakukan selama beberapa waktu.
- 3). Melakukan pengolahan data menggunakan *Scientific Software* GAMIT 10.6 pada pengamatan deformasi muka tanah.

Secara umum metodologi penelitian tugas akhir ini dapat di lihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1.** Metode Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil dari Perencanaan dan Pemasangan Titik Pengamatan

Perencanaan dan pemasangan titik pengamatan untuk pemantauan deformasi muka tanah pesisir pantai Kecamatan Sayung dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1. Peta lokasi titik pengamatan di pesisir pantai Sayung (google map)

4.2 Hasil Pengolahan GAMIT

Pada pengolahan GAMIT akan menghasilkan beberapa file baru dari hasil pengolahan data. Data yang digunakan untuk mengetahui informasi penting dan proses pengolahan selanjutnya adalah berupa file *h-files*, *q-files* dan *sh\_gamit.summary*.

*H-files* merupakan file yang memuat nilai *adjustment* dan matriks varian-kovarian.

```

1
2 GAMIT H-file Version 3.0
3 Parallel Q-file: qk122a.122
4 SOLVE Version: 10.50 2013/4/23 09:45:00 (Linux)
5 Running time: 2015/ 8/ 7 11:33:14
6 Owner: MIT Operator: yola
7 H-file name: hk122a.122
8 Datum: geocentric coordinates
9 Models: SP E-rot IERS10 11 SE-tide IERS03 15 O-load FE22004E 3 Atm-load
10 Site models: Dryden GPS WetZen GPS2 DryMap GPS2 WetMap GPS2 IonChr MOSE MagFlc
11 user soln diff phase constraints biases parameters h-file
12 Keys: DEFIL FULL DBLE LC NOCN NOARM FREE STN NOGRS SEN NOCKL GLR NCEOP
13 Assumed sat obs errors BAKO COCO KATI PIMO SIDO TMBL
14 Assumed elev model: elev elev elev elev elev elev
15 Assumed con std dev mm: 8.7 4.9 6.0 8.8 4.6 11.1
16 Assumed sat std dev mm: 4.5 6.0 3.1 6.5 7.5 7.6
17 Assumed sat obs errors 1 2 3 4 5 6 7 9 10 11
18 Assumed std dev mm: 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
19 Assumed ionosphere error: 0.0 mm 4 0.00 ppm
20 Number of sessions: 1
21 Number of stations: 6
22 Number of svcs: 11
23 Ephemeris files: Tabular ephemeris file generated from gips5.122 7- 8
24 1 gips5.122
    
```

Gambar 4.2. H-Files

Dalam *q-files* memuat hasil analisis program *solve* yang berisi hasil evaluasi dari pengolahan data.

```

314
315 Total parameters: 422 live parameters: 277
316 Prefit rms: 0.15528e+0 Postfit rms: 0.21022e+00
317 --- Uncertainties not scaled by rms
318
319 Channels used: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
320 1101 948 1268 1128 789 916 938 1274 700 1081 951 662
321
322 Correlation coefficients greater than 0.999900:
323
324 None
325
326
327 Label (units) a priori Adjust (m) Formal Prefit Postfit
328 1*BAKO GEOD LAT dms 806126152.69157 0.0055 0.0216 0.3 806126152.69140
329 2*BAKO GEOD LONG dms E106150156.08627 -0.0175 0.0228 -0.8 E106150156.08570
330 3*BAKO RADIDS km E377.0240737048 0.0003 0.0261 0.0 6378.02408011
331 4*BDNO GEOD LAT dms 806151137.66767 0.0027 0.0220 0.1 806151137.66758
332 5*BDNO GEOD LONG dms E110130104.65350 -0.0021 0.0249 -0.1 E110130104.65354
333 6*BDNO RADIDS km E377.857646639 -0.0012 0.0247 -0.0 6377.85764355
334 7*COCO GEOD LAT dms S12106132.99160 0.0159 0.0216 0.7 S12106132.99108
335 8*COCO GEOD LONG dms E946150102.30460 -0.0175 0.0236 -0.7 E946150102.30402
336 9*COCO RADIDS km E377.1561125800 -0.0019 0.0246 -0.1 6377.15611064
337 10*DAI GEOD LAT dms 80649125.69851 0.0043 0.0226 0.2 80649125.69837
    
```

Gambar 4.3. Q-Files

File *Sh\_gamit.summary* untuk mengetahui informasi pengolahan GAMIT.

```

1 sh_gamit.summary M
2
3 Input options -supt k12e -d 2015 126 -netfp -pres ELEV -orbit IGSF -copt k k p -dopts c a s
4
5 Processing 2015 126 GPS week 1843 3 Using mode: yola-K4500C started at: 15_07_31_08:55:05
6
7 Clock type: 08840.5 Free 374515 Wghte. Used 164
8
9 Processing directory: /home/yola/kum/126/126
10
11 Clock type: 08840.5 Free 374515 Wghte. Used 164
12
13 Number of stations used 4 Total satellites 4
14
15 Postfit RMS rms, total and by satellite
16 RMS IT site All 01 02 03 04 05 06 07 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 2
17 RMS 14 stat. 9.5 92 0 98 93 0 5 84 87 0 72 0 0 103 0 91 137 0 85
18
19 Best and Worst two sites:
20 RMS 14 SURO 6.7 6 0 7 6 0 0 7 6 0 4 0 0 7 0 6 8 0 7
21 RMS 14 PDSR 7.7 7 0 8 7 0 0 6 7 0 6 0 0 10 0 7 14 0 6
22 RMS 14 WNSR 12.6 8 0 11 10 0 0 10 10 0 7 0 0 0 9 0 10 22 0 10
23 RMS 14 SURO 12.0 13 0 12 12 0 0 10 10 0 10 0 0 14 0 12 18 0 10
24
25 Double difference statistics
26 Prefit rms: 0.25718e+00 Postfit rms: 0.20850e+00
27 Prefit rms: 0.25502e+00 Postfit rms: 0.21102e+00
28 Prefit rms: 0.25718e+00 Postfit rms: 0.20850e+00
29 Prefit rms: 0.25502e+00 Postfit rms: 0.21102e+00
30 Number of double differences: 4354
31
32 Phase ambiguities (Total W-fixed W-fixed): 48 48 41 NOTCN (Total Expected) 48 48
33 Phase ambiguities W-fixed W-fixed 100-W fixed 81 4
    
```

Gambar 4.4. Sh\_gamit.summary

4.3 Pengolahan dengan GLOBK

Hasil dari pengolahan GLOBK adalah nilai koordinat beserta simpangan bakunya. Nilai koordinat yang diperoleh berupa koordinat kartesian 3D (X, Y, Z); koordinat geodetis (Lintang, Bujur, Tinggi). Pada pengolahan ini, dilakukan tiga metode pengolahan yaitu :

1. Metode Radial, dimana masing – masing titik pengamatan diikatkan pada Base stasiun TTG447 yang berlokasi di Kaliwiru Kota Semarang.
2. Metode Jaring, dimana titik pengamatan per-doy diikatkan pada Base stasiun TTG447 yang berlokasi di Kaliwiru Kota Semarang.
3. Metode Ikat IGS, dimana titik pengamatan per-doy diikatkan pada stasiun IGS yaitu BAKO, COCO, PIMO, dan KATI1.

4.3.1 Hasil Kordinat Kartesian 3D Metode Radial

Tabel 4.1. Hasil Koordinat Kartesian 3D Metode Radial

Nama Titik	Koordinat (m)		
	X	Y	Z
WNSR	-2.215.939,574	5.931.507,768	-764.119,363
PDSR	-2.217.365,535	5.930.844,300	-765.128,870
BDNO	-2.217.714,054	5.931.138,342	-761.846,256
TMBL	-2.218.703,341	5.930.946,942	-760.463,831
SURO	-2.219.836,468	5.930.737,872	-758.794,917
DADI	-2.220.520,990	5.930.610,930	-757.795,160
PRWS	-2.216.295,194	5.931.442,770	-763.598,491
SIDO	-2.219.010,021	5.930.248,626	-764.969,597
GEMA	-2.219.058,357	5.930.468,241	-763.140,268
TUGU	-2.219.848,669	5.930.322,403	-761.984,400

**Tabel 4.2.** Hasil Koordinat Lokal

Nama Titik	Koordinat (m)		
	n	e	u
WNSR	-771.105,41	12.209.359,74	27,78575
PDSR	-772.128,99	12.210.704,99	28,22568
BDNO	-768.800,62	12.211.669,63	27,23632
TMBL	-767.398,93	12.213.032,70	27,22258
SURO	-765.706,84	12.214.535,91	26,98024
DADI	-764.693,14	12.215.442,34	27,55883
PRWS	-770.577,21	12.209.863,87	28,10039
SIDO	-771.967,63	12.212.453,84	27,03984
GEMA	-770.112,67	12.212.867,29	27,43592
TUGU	-768.940,63	12.213.954,69	27,72162

**Tabel 4.5.** Hasil Koordinat Lokal

Nama Titik	Koordinat (m)		
	n	e	u
WNSR	-771.105,406	12.209.359,734	27,787
PDSR	-772.128,992	12.210.704,978	28,214
BDNO	-768.800,616	12.211.669,633	27,228
TMBL	-767.398,931	12.213.032,684	27,226
SURO	-765.706,842	12.214.535,906	26,980
DADI	-764.693,139	12.215.442,339	27,525
PRWS	-770.577,207	12.209.863,877	28,099
SIDO	-771.967,632	12.212.453,841	27,052
GEMA	-770.112,671	12.212.867,289	27,440
TUGU	-768.940,626	12.213.954,696	27,723

**Tabel 4.3.** Simpangan Baku Metode Radial

Nama Titik	Simpangan baku (m)		
	n	E	u
WNSR	0,0041	0,0044	0,0049
PDSR	0,0040	0,0043	0,0049
BDNO	0,0043	0,0047	0,0050
TMBL	0,0050	0,0050	0,0050
SURO	0,0050	0,0050	0,0050
DADI	0,0050	0,0050	0,0050
PRWS	0,0041	0,0044	0,0049
SIDO	0,0041	0,0043	0,0049
GEMA	0,0041	0,0043	0,0049
TUGU	0,0050	0,0050	0,0050

**Tabel 4.6.** Simpangan Baku Metode Jaring

Nama Titik	Simpangan baku (m)		
	n	e	u
WNSR	0,00357	0,00388	0,00487
PDSR	0,00336	0,00366	0,00482
BDNO	0,00363	0,00391	0,00489
TMBL	0,00387	0,00415	0,00491
SURO	0,00377	0,00407	0,00489
DADI	0,00393	0,00423	0,00494
PRWS	0,00333	0,00363	0,00481
SIDO	0,00377	0,00398	0,00488
GEMA	0,00373	0,00397	0,00488
TUGU	0,00355	0,00385	0,00487

**4.3.2 Hasil Kordinat Kartesian 3D Metode Jaring**

**Tabel 4.4.** Hasil Koordinat Kartesian 3D Metode Jaring

Nama Titik	Koordinat (m)		
	X	Y	Z
WNSR	2.215.939,573	5.931.507,771	-764.119,364
PDSR	2.217.365,525	5.930.844,292	-765.128,870
BDNO	2.217.714,053	5.931.138,333	-761.846,255
TMBL	2.218.703,331	5.930.946,949	-760.463,831
SURO	2.219.836,468	5.930.737,871	-758.794,917
DADI	2.220.520,978	5.930.610,899	-757.795,154
PRWS	2.216.295,196	5.931.442,769	-763.598,488
SIDO	2.219.010,025	5.930.248,638	-764.969,599
GEMA	2.219.058,360	5.930.468,244	-763.140,274
TUGU	2.219.848,671	5.930.322,404	-761.984,399

**4.3.3 Hasil Kordinat Kartesian 3D Metode Ikat IGS**

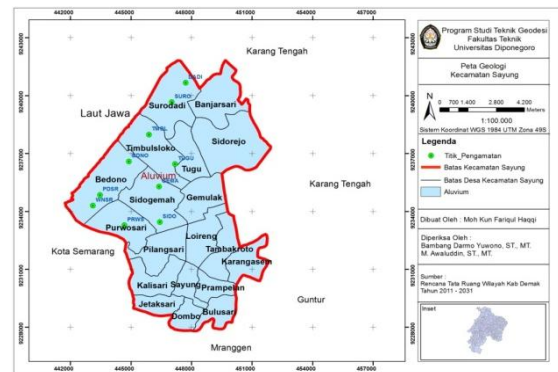
**Tabel 4.7** Hasil Koordinat Kartesian 3D Metode Ikat IGS

Nama Titik	Koordinat (m)		
	X	Y	Z
WNSR	-2.215.939,747	5.931.507,679	-764.119,454
PDSR	-2.217.365,658	5.930.844,083	-765.128,963
BDNO	-2.217.714,239	5.931.138,220	-761.846,320
TMBL	-2.218.703,482	5.930.946,881	-760.463,922
SURO	-2.219.836,630	5.930.737,810	-758.795,008
DADI	-2.220.521,160	5.930.610,796	-757.795,219
PRWS	-2.216.295,362	5.931.442,645	-763.598,576
SIDO	-2.219.010,238	5.930.248,557	-764.969,691
GEMA	-2.219.058,573	5.930.468,168	-763.140,367
TUGU	-2.219.848,855	5.930.322,288	-761.984,464

**Tabel 4.8.** Hasil Koordinat Lokal

Nama Titik	Koordinat (m)		
	n	e	u
WNSR	-771.105,499	12.209.359,930	27,774
PDSR	-772.129,103	12.210.705,176	28,079
BDNO	-768.800,685	12.211.669,847	27,196
TMBL	-767.399,023	12.213.032,850	27,226
SURO	-765.706,934	12.214.536,079	26,990
DADI	-764.693,208	12.215.442,546	27,500
PRWS	-770.577,303	12.209.864,076	28,053
SIDO	-771.967,725	12.212.454,070	27,062
GEMA	-770.112,764	12.212.867,516	27,455
TUGU	-768.940,696	12.213.954,910	27,687

Berdasarkan ulasan diatas maka perencanaan dan pemasangan titik pengamatan sesuai dilakukan di lokasi ini sehingga pemantauan deformasi muka tanah dapat dilakukan berdasarkan titik pengamatan tersebut. Peta geologi Kecamatan Sayung bisa dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini.

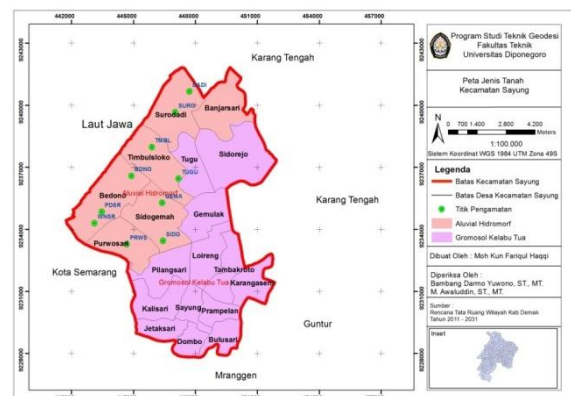


**Gambar 4.5.** Peta Geologi

**Tabel 4.9.** Simpangan Baku Metode Ikat IGS

Nama Titik	Simpangan baku (m)		
	n	e	u
WNSR	0,0033	0,0040	0,0049
PDSR	0,0025	0,0036	0,0048
BDNO	0,0033	0,0036	0,0048
TMBL	0,0035	0,0040	0,0049
SURO	0,0032	0,0037	0,0048
DADI	0,0039	0,0042	0,0049
PRWS	0,0026	0,0037	0,0048
SIDO	0,0034	0,0038	0,0049
GEMA	0,0033	0,0037	0,0048
TUGU	0,0032	0,0036	0,0048

2. Peta Jenis Tanah



**Gambar 4.6.** Peta Jenis Tanah

**4.4 Analisis dari Perencanaan dan Pemasangan Titik Pengamatan**

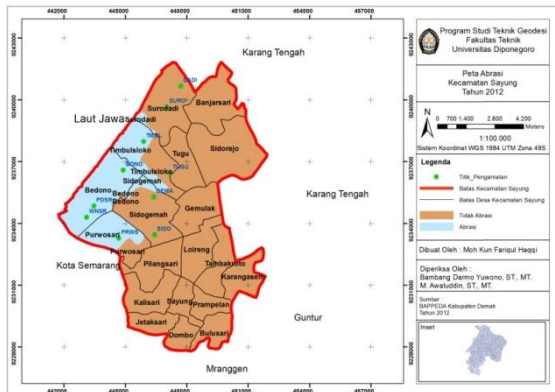
Perencanaan dan pemasangan titik pengamatan ditinjau dengan menggunakan Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Demak tahun 2011 – 2031 yang didalamnya terdapat beberapa jenis peta shp yaitu peta geologi, peta jenis tanah, peta abrasi, peta daerah aliran sungai, dan peta tata guna lahan. Berdasarkan peta tersebut, maka perencanaan dan pemasangan titik pengamatan dapat dianalisis sebagai berikut :

1. Peta Geologi

Di Kecamatan Sayung terdapat jenis batuan Aluvium. Batuan Aluvium merupakan jenis batuan yang terbentuk dari endapan sedimen yang di alirkan oleh sungai. Batuan tersebut dapat di jadikan indikator bahwa daerah Sayung sangat rentan terhadap penurunan muka tanah.

Pada gambar 4.6 terdapat 2 jenis tanah di Kecamatan Sayung yaitu *Aluvial Hidromorf (Gleisol)* dan *Gromosol Kelabu Tua*. Seluruh titik pengamatan terpasang di atas tanah yang berjenis *Aluvial Hidromorf*. *Aluvial Hidromorf* merupakan tanah mineral yang mempunyai ciri-ciri selalu tergenang air, warna kelabu, struktur berlumpur, dan memiliki nilai pH antara 4,5 – 6, dengan adanya jenis tanah tersebut maka pemasangan titik pengamatan sesuai untuk dijadikan pemantauan deformasi muka tanah.

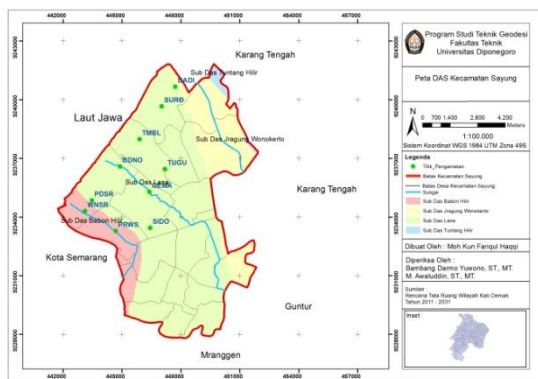
3. Peta Abrasi



Gambar 4.7. Peta Abrasi

Pada gambar 4.7 bahwa di wilayah pesisir pantai Kecamatan Sayung terdapat 5 titik yang terkena abrasi, yaitu titik WNSR, PDSR dan BDNO di Desa Bedono dan titik TMBL di Desa Timbulsloko serta titik PRWS di Desa Purwosari. Akan tetapi, 5 titik lainnya hampir mendekati daerah yang terkena abrasi yaitu titik SURO dan DADI di Desa Surodadi, titik SIDO dan GEMA di Desa Sidogemah dan titik TUGU di Desa Tugu. Kondisi tersebut sangat mendukung dilakukannya pemantauan deformasi muka tanah, dikarenakan daerah yang terkena abrasi menandakan adanya pengikisan dan penurunan muka tanah yang menyebabkan banjir rob di daerah tersebut.

4. Peta DAS



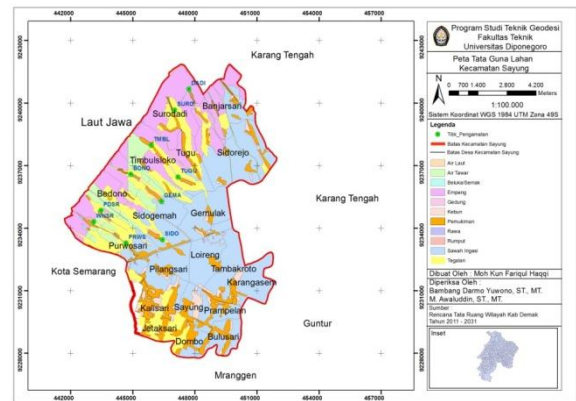
Gambar 4.8. Peta DAS

Pada gambar 4.8 bahwa di 10 lokasi titik pengamatan terdapat dua aliran sungai yaitu Sub Das Babon Hilir dan Sub Das Lana. Titik pengamatan WNSR dan PRWS dialiri oleh Sungai Babon Hilir sedangkan titik pengamatan lainnya dialiri Sungai Lana.

Aliran sungai tersebut dapat mempengaruhi terjadinya penurunan muka tanah, karena arus sungai yang mengalir membawa bebatuan muda/kecil yang kemudian mengendap sehingga membentuk sedimen baru dengan karakteristik kerapatan massa lapisan yang rendah sehingga ketika diberi beban atau tekanan di atasnya akan mudah mengalami penurunan tanah.

5. Peta Tata Guna Lahan

Di tinjau dari Peta Tata Guna Lahan pemasangan titik pengamatan terbagi oleh tiga jenis lahan yaitu titik WNSR, BDNO, TMBL, DADI, SIDO Dan GEMA di pemukiman, titik PDSR, SURO dan PRWS di tegalan sedangkan titik TUGU di area Kebun. Peta Tata Guna Lahan Kecamatan Sayung bisa dilihat pada Gambar 4.9 di bawah ini.



Gambar 4.9. Peta Tata Guna Lahan

4.6 Analisis Perbandingan Hasil Pengolahan Dengan Menggunakan Metode Radial, Jaring, dan Ikat IGS

Berdasarkan data pengamatan penelitian ini pengolahan dibagi menjadi tiga metode. GLOBK menghasilkan koordinat dan simpangan baku dari titik-titik pengamatan yang diikat dengan titik ikat stasiun IGS maupun diikat dengan base stasiun TTG447. Hasil pengolahan dari 3 metode di dapat nilai koordinat dan simpangan baku yang berbeda – beda, namun masih dalam kriteria baik. Hasil perbandingan nilai koordinat dari 3 metode pengolahan dapat dilihat di Tabel 4.10 di bawah ini.

**Tabel 4.10** Perbandingan nilai koordinat dari 3 Metode

Hasil perbandingan 3 Metode				
TITIK	Latitude	Longitude	H (m)	Metode
WNSR	6°55'37,048"	110°29'06,332"	27,774	Radial
	6°55'37,048"	110°29'06,289"	27,787	Jaring
	6°55'37,051"	110°29'06,295"	27,773	Ikat IGS
PDSR	6°56'10,150"	110°29'57,367"	28,224	Radial
	6°56'10,150"	110°29'57,367"	28,214	Jaring
	6°56'10,154"	110°29'57,373"	28,077	Ikat IGS
BDNO	6°54'22,512"	110°30'04,647"	27,235	Radial
	6°54'22,512"	110°30'04,647"	27,227	Jaring
	6°54'22,515"	110°30'04,654"	27,194	Ikat IGS
TMBL	6°53'37,183"	110°30'37,013"	27,221	Radial
	6°53'37,183"	110°30'37,013"	27,225	Jaring
	6°53'37,186"	110°30'37,018"	27,225	Ikat IGS
SURO	6°52'42,462"	110°31'13,968"	26,979	Radial
	6°52'42,462"	110°31'13,968"	26,978	Jaring
	6°52'42,465"	110°31'13,974"	26,989	Ikat IGS
DADI	6°52'09,679"	110°31'36,298"	27,568	Radial
	6°52'09,679"	110°31'36,298"	27,524	Jaring
	6°52'09,681"	110°31'36,305"	27,499	Ikat IGS
PRWS	6°55'19,966"	110°29'17,881"	28,099	Radial
	6°55'19,966"	110°29'17,881"	28,098	Jaring
	6°55'19,969"	110°29'17,888"	28,052	Ikat IGS
SIDO	6°56'04,932"	110°30'54,341"	27,038	Radial
	6°56'04,932"	110°30'54,341"	27,051	Jaring
	6°56'04,934"	110°30'54,348"	27,061	Ikat IGS
GEMA	6°55'04,943"	110°30'53,309"	27,435	Radial
	6°55'04,943"	110°30'53,309"	27,439	Jaring
	6°55'04,946"	110°30'53,316"	27,288	Ikat IGS
TUGU	6°54'27,040"	110°31'19,084"	27,72	Radial
	6°54'27,040"	110°31'19,084"	27,722	Jaring
	6°54'27,042"	110°31'19,091"	27,686	Ikat IGS

Dari tabel 4.10 didapatkan hasil bahwa pengolahan dengan metode jaring menghasilkan ketelitian posisi dan tinggi yang tidak jauh berbeda dari pada metode radial namun dibandingkan dengan memakai empat titik ikat stasiun IGS,

maka hasilnya secara umum terdapat perbedaan cukup besar, terutama pada tinggi titik pengamatan kecuali titik SURO dan DADI yang terlihat sedikit lebih tinggi dari metode lainnya.

Adapun hasil simpangan baku pada metode ikat IGS lebih kecil dibandingkan dengan metode radial dan jaring. Perbandingan hasil simpangan baku dari pengolahan tiga metode dapat dilihat pada Tabel 4.11 di bawah ini :

**Tabel 4.11** Perbandingan nilai simpangan baku dari pengolahan 3 Metode

Simpangan baku (m)				
Titik	n	e	u (m)	Metode
WNSR	0,00410	0,00435	0,00493	Radial
	0,00363	0,00394	0,00489	Jaring
	0,00326	0,00399	0,00489	Ikat IGS
PDSR	0,00402	0,00430	0,00490	Radial
	0,00338	0,00369	0,00483	Jaring
	0,00250	0,00363	0,00481	Ikat IGS
BDNO	0,00475	0,00491	0,00427	Radial
	0,00362	0,00390	0,00489	Jaring
	0,00326	0,00360	0,00484	Ikat IGS
TMBL	0,00500	0,00500	0,00500	Radial
	0,00384	0,00415	0,00491	Jaring
	0,00354	0,00399	0,00490	Ikat IGS
SURO	0,00500	0,00500	0,00500	Radial
	0,00376	0,00406	0,00489	Jaring
	0,00317	0,00372	0,00483	Ikat IGS
DADI	0,00500	0,00500	0,00500	Radial
	0,00399	0,00427	0,00495	Jaring
	0,00385	0,00420	0,00494	Ikat IGS
PRWS	0,00404	0,00428	0,00491	Radial
	0,00342	0,00373	0,00484	Jaring
	0,00264	0,00371	0,00481	Ikat IGS
SIDO	0,00411	0,00429	0,00492	Radial
	0,00378	0,00399	0,00489	Jaring
	0,00338	0,00378	0,00486	Ikat IGS
GEMA	0,00409	0,00429	0,00492	Radial
	0,00376	0,00400	0,00489	Jaring
	0,00325	0,00370	0,00484	Ikat IGS
TUGU	0,00500	0,00500	0,00500	Radial
	0,00356	0,00385	0,00487	Jaring
	0,00320	0,00356	0,00483	Ikat IGS

#### 4.7 Uji F

Pada uji statistik ini digunakan untuk mengetahui adanya persamaan atau perbedaan pada hasil pengukuran dengan pengolahan 3



metode. Uji ini dilakukan dengan membandingkan variance dari kedua pengolahan, pada uji ini dilakukan dengan menggunakan rumus :

Uji statistik yang digunakan untuk menentukan penolakan dari hipotesis nol

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \text{ or } F = \frac{s_2^2}{s_1^2} \text{ } F = \frac{\text{large sampel variance}}{\text{smaller sampel variance}} \dots\dots(2.1)$$

Tabel F Distributions

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = \frac{1}{F_{1-\alpha, v_2, v_1}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Hipotesa nol yang digunakan pada uji statistik ini adalah metode pengolahan tidak terdapat perbedaan yang signifikan sehingga :

- Hipotesa nol  $H_0 : dV = 0$
- Hipotesa alternative  $H_0 : dV \neq 0$

Adapun hasil dari hitung nilai rata-rata, variansi, standar deviasi dan F tabel dapat dilihat pada Tabel 4.12 dibawah ini :

**Tabel 4.12** Hasil hitungan Rata-rata, Variansi, dan standar deviasi

No	Metode	Rata-rata	Variansi (V)
1	Radial	0,004953	0,0000245
2	Jaring	0,004876	0,0000237
3	Ikat IGS	0,004855	0,0000236

Dari tabel IV.17 diatas maka uji F dapat dihitung dan dianalisis dengan selang kepercayaan 95% dan F Tabel 3,72 , yaitu :

a) Metode Radial dengan Metode Jaring

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{0,0000245}{0,0000237} = 1,03183 \dots\dots$$

$$F_{\frac{\alpha}{2}, v_1, v_2} = F_{0,025, 10, 10} = 3,72$$

Dari uji hipotesis 0 menunjukkan F hitung < dari F tabel, maka dari uji F metode Radial dan Metode Jaring tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

b) Metode Radial dengan Ikat IGS

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{0,0000245}{0,0000236} = 1,03183 \dots\dots\dots$$

$$F_{\frac{\alpha}{2}, v_1, v_2} = F_{0,025, 10, 10} = 3,72$$

Dari uji hipotesis 0 menunjukkan F hitung < dari F tabel, maka dari uji F metode Radial dan Metode Jaring tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

c) Metode Jaring dengan Ikat IGS

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{0,0000237}{0,0000236} = 1,04077 \dots\dots\dots$$

$$F_{\frac{\alpha}{2}, v_1, v_2} = F_{0,025, 10, 10} = 3,72$$

Dari uji hipotesis 0 menunjukkan F hitung < dari F tabel, maka dari uji F metode Radial dan Metode Jaring tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Dari uji statistik ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa pada hasil penghitungan rata-rata, variansi dan standar deviasi hasil ikat IGS memiliki hasil yang sangat kecil bila di bandingkan dengan metode pengolahan lainnya dan pada uji F pengukuran dengan menggunakan pengolahan metode radial, jaring dan ikat IGS tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

### 5. Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Berdasarkan tinjauan dari peta geologi, peta jenis tanah, peta abrasi, peta DAS, dan peta tata guna lahan dalam RTRW Kabupaten Demak tahun 2011-2031 maka pembuatan rancangan desain jaringan titik kontrol untuk deformasi muka tanah di pesisir pantai Kecamatan Sayung dapat disimpulkan bahwa semua titik pengamatan sesuai untuk dilakukannya pemantauan deformasi muka tanah di pesisir pantai Sayung.

2. Hasil pengolahan komponen tinggi titik pengamatan mempunyai simpangan baku rata-rata untuk metode radial = 0,004953 m, metode jaring = 0,004876 m, metode ikat IGS = 0,004855 m. Dari uji statistik ke tiga metode mempunyai ketelitian yang sama.

### Daftar Pustaka

Abidin, H.Z.2006. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Pradnya Paramita: Jakarta

Damaywanti, K. 2013. *Dampak Abrasi Pantai terhadap Lingkungan Sosial (Studi Kasus di Desa Bedono, Sayung Demak)*.

- Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Hal. 363-367.
- Handoko, E. Y., A. Kurniawan, dan Angger S. M., *Apakah Surabaya Terjadi Land subsidence? Kajian Awal – Land Subsidence Surabaya*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah 2011. Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Kuang, S. 1996. *Geodetic Network Analysis and Optimal Design*. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.
- Kurniawan, A., B. D. Yuwono, dan L. M. Sabri. 2013. *Analisis Penurunan Muka Tanah Kota Semarang Menggunakan Perangkat Lunak GAMIT 10.04 Kurun Waktu 2008-2013*. Jurnal Geodesi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Panuntun, H. 2012. *Penentuan Posisi Anjungan Minyak Lepas Pantai dengan Titik Ikat IGS Regional dan Global*. Thesis. Program Studi S-2 Teknik Geomatika Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
- Yuwono, B. D., H. Z. Abidin, dan M. Hilmi. *Analisis Geospasial Penyebab Penurunan Muka Tanah di Kota Semarang*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Semarang Jawa Tengah.