

**STUDI PENURUNAN TANAH PERIODE 2016 - 2017  
MENGUNAKAN GAMIT 10.6  
(Studi Kasus : Pesisir Kecamatan Sayung, Demak)**

Mohammad Afif, 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 : Afiforjon@gmail.com

**ABSTRAK**

Daerah pesisir Kecamatan Sayung, Demak merupakan daerah yang rentan terhadap tekanan lingkungan, baik tekanan lingkungan secara alamiah seperti (tsunami, pasang surut, dan abrasi) maupun yang tekanan lingkungan disebabkan oleh manusia (eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan dan pembuangan limbah ke tepi pantai). Wilayah pesisir pantai Kecamatan Sayung merupakan wilayah yang sering terkena banjir rob. Banjir rob tersebut menggenangi daerah yang lebih rendah dari muka air laut pada saat pasang tertinggi yang ada di Kecamatan Sayung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya deformasi dalam rentang waktu  $\pm 1$  tahun (2016-2017), dengan melakukan survei menggunakan metode pengamatan GPS. Deformasi adalah perubahan bentuk, posisi dan dimensi dari suatu benda (Kuang,1996). Pada penelitian ini memanfaatkan patok patok pengamatan yang ada di area penelitian, nilai deformasi di peroleh dengan acuan data 2016. Dan pengolahan pada penelitian ini menggunakan GAMIT 10.6.

Nilai penurunan tanah di Kecamatan Sayung pada tahun 2016-2017 menggunakan metode ikat IGS dan CORS CSEM berkisar antara -0,057 pada titik GEMA sampai -15,052 pada titik BDN1 cm/tahun dengan Penurunan terbesar berada di barat pesisir sayung hal ini sesuai dengan pengambilan air tanah ,kondisi geologi dan persebaran sumur yang ada di daerah tersebut.

**Kata Kunci :** Deformasi, GAMIT, GPS, Sayung

**ABSTRACT**

*The coastal area of Sayung Demak is an area vulnerable to environmental pressures, both natural environmental pressures (tsunami, tidal and abrasion) as well environmental stresses caused by humans (excessive exploitation of natural resources and waste disposal to the coast). The coastal area of Sayung District is an area often affected by rob floods. The rob flood that inundated the lower regions of the sea level at the highest tide in Sayung District. This study aims to determine the amount of deformation in the time span  $\pm 1$  year (2016-2017), by conducting surveys using GPS observation method. Deformation is a change in shape, position and dimension of an object (Kuang, 1996). In this study using benchmark observations that exist in the research area, the value of deformation obtained with reference data 2016. And the processing in this study using GAMIT 10.6. The value of land subsidence in Sayung Sub-district in 2016-2017 using the IGS and CORS CSEM binding methods ranged from -0.057 at the GEMA point to -15.052 at the point of BDN1 cm / year with the largest decrease in the western coastal area of Sayung according to groundwater extraction, geological conditions and the distribution of existing wells in the area.*

**Keywords :** Deformation, GAMIT, GPS, Sayung

<sup>\*)</sup> Penulis, Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir Kecamatan Sayung memiliki berbagai bentuk pemanfaatan lahan, dari banyaknya penggunaan lahan penting mulai dari pemukiman, industri, jalan dan fasilitas umum lainnya (BAPEDA Kabupaten Demak, 2007). Daerah pesisir kecamatan sayung merupakan daerah yang rentan terhadap tekanan lingkungan, baik tekanan lingkungan secara alamiah (adalah tsunami, pasang surut, dan abrasi) maupun yang tekanan lingkungan disebabkan oleh manusia (eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan dan pembuangan limbah ke tepi pantai). Penurunan tanah (*subsidence*) di kawasan pesisir Kecamatan Sayung merupakan sebuah bencana yang terjadi sejak lama dan mengakibatkan tenggelamnya dua dusun (dusun Tambaksari dan Senik) akibat dari adanya banjir rob, Sehingga terjadi kerusakan baik itu kerusakan lingkungan, fasilitas umum dan rumah rumah warga yang di akibatkan oleh banjir rob. Banjir rob adalah suatu peristiwa naiknya permukaan air laut dan/atau disertai penurunan muka tanah akibat dari berbagai macam faktor yang terjadi disekelilingnya. Salah satu faktor yang mencolok adalah pembangunan kawasan yang tidak seimbang serta penggunaan air bawah tanah yang tidak terkontrol. Banjir pasang tersebut menggenangi daerah yang lebih rendah dari muka air laut pada saat pasang tertinggi, Daerah pedesaan yang sering terjadi banjir pasang di Kecamatan Sayung adalah Desa Sriwulan, Purwosari, Bedono, Sayung, Timbulsloko, Sidogemah, Gemulak dan Surodadi (Subardjo, 2004).

Menurut Ni Made Sumiarsih, (Kepala BBWS Pemali Juana 2016) tanah Kabupaten Demak (Kecamatan Sayung) merupakan tanah yang berjenis *alluvial* Jenis tanah ini terdapat di sepanjang pantai Demak, berwarna kelabu, coklat dan hitam Permukaan *alluvial* ini terbentuk dari sedimentasi lumpur yang dibawa melalui sungai-sungai.. Ciri-ciri tanah *alluvial* yaitu, jenis tanah masih muda, belum mengalami perkembangan, berasal dari bahan induk aluvium, tekstur beraneka, dan kesuburan umumnya sedang hingga tinggi. Pernyataan ini diperkuat bahwa daerah *alluvial* pantai membujur dari barat ke timur sepanjang pantai utara Jawa (Bemmelen, 1949).

Kecamatan sayuung memiliki Struktur muka tanah yang sebagian besar berasal dari endapan lumpur (tanah rawa), maka sangat rentan mengalami pergerakan tanahnya. Penurunan muka air tanah dan pembebanan akibat bangunan dan tanah timbunan mempercepat laju konsolidasi dan penurunan tanah (Sarah, 2011). Dari berbagai faktor tersebut mengakibatkan semakin meluasnya banjir rob di Kecamatan Sayung.

### I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah nilai koordinat titik pantau di tahun 2017?

2. Berapakah besarnya penurunan tanah di pesisir pantai Kecamatan Sayung pada tahun 2016-2017?

### I.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah penelitian berada di enam desa yakni di Desa Bedono, Desa Timbulsloko, Desa Purwosari, Desa Surodadi, Desa Sidogemah dan Desa Tugu. Keenam desa tersebut berada di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak.
2. Pengumpulan data ukur 8 titik pemantauan deformasi muka tanah dengan melakukan pengukuran GPS dual frekuensi secara statik metode ikat IGS.
3. Perhitungan dan pengolahan data GPS menggunakan *software* GAMIT 10.6 .
4. Pengolahan dan perhitungan data menggunakan dua macam titik ikat (lokal dan internasional). Titik ikat lokal dengan stasiun CSEM, sedangkan stasiun internasional menggunakan BAKO, COCO, DARW, IISC, KAT1, PIMO, SOLO, XMIS.

### I.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini, adalah:

1. Melakukan pengukuran menggunakan alat ukur GPS dual frekuensi di titik – titik pengamatan.
2. Melakukan perhitungan data dan membandingkan data pengamatan sebelumnya untuk mendapatkan besaran deformasi.
3. Memberikan gambaran arah pergerakan titik pengamatan
4. Memberikan masukan kepada Instansi terkait tentang adanya deformasi dalam rangka menyangkut program mitigasi bencana

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1. Penelitian Terdahulu

1. Pada tahun 2012 Pryambodo (2012) melakukan penelitian tentang penurunan muka tanah di Kawasan Industri Kaligawe, pesisir Semarang menggunakan metode sipat datar (*levelling*) untuk melihat penurunan muka tanah yang terjadi di daerah penelitian. untuk waktu Pelaksanaan pengukurannya dilakukan pada bulan Juni 2004 dan November 2005 (rentang 16 bulan). Hasil dari pengukuran tersebut disimpulkan bahwa mengalami penurunan tanah sebesar 1-10 cm. Penurunan relatif merata di daerah penelitian, namun penurunan muka tanah terbesar terjadi di sebelah barat dan utara daerah penelitian. Penurunan diduga diakibatkan oleh beban bangunan di atas tanah *alluvial* yang belum terkompaksi.
2. Pada tahun 2013 Yuwono, et al. (2013) dalam penelitiannya menjelaskan karakteristik dari Penurunan Muka Tanah (PMT) perlu diketahui

untuk keperluan perencanaan dan penataan kota maupun tindakan dalam melakukan antisipasi mitigasi terhadap dampak yang ditimbulkan. Penelitian tersebut ditujukan untuk memperoleh karakteristik penurunan muka tanah dengan penggabungan hasil pengukuran dari berbagai metoda yaitu sipat datar, GPS pengukuran langsung, dan INSAR. Penurunan muka tanah di Kota Semarang bervariasi antara 0 – 13 cm/tahun dengan kecenderungan meningkat ke arah utara timur (timur laut) Kota Semarang

3. Pada tahun 2015 Haqqi (2015) melakukan survei pendahuluan deformasi pertama di Kecamatan Sayung. Berdasarkan tinjauan dari peta geologi, jenis tanah, abrasi, DAS, dan tata guna lahan dalam RTRW Kabupaten Demak tahun 2011-2031 maka pembuatan rancangan desain jaringan titik kontrol telah sesuai untuk dilakukan monitoring deformasi muka tanah di pesisir pantai Sayung tersebut dengan membuat 10 titik kontrol yang tersebar di kecamatan sayung. Dilakukan pengikatan pada stasiun IGS dengan titik ikat yang terdiri dari BAKO, COCO, PIMO dan KAT1.
4. Pada tahun 2016 Rahmawan (2016) melakukan pengamatan Perubahan tinggi muka tanah di Sayung Demak dengan pengamatan menggunakan titik kontrol yang di buat oleh Haqqi (2015) dan menambahkan 2 titik baru yang terletak di desa bedono menggunakan metode pengikatan pada stasiun IGS yang terdiri BAKO, COCO, PIMO, KAT1, PBRI dan PNGM.

## II.2. Deformasi

Deformasi adalah perubahan bentuk, posisi, dan dimensi dari suatu benda. (Kuang, 1996). Deformasi dapat diartikan sebagai perubahan kedudukan atau pergerakan suatu titik pada suatu benda secara absolut maupun relatif. absolut apabila dikaji dari perilaku gerakan titik itu sendiri dan dikatakan relatif apabila gerakan itu dikaji dari titik yang lain.

Untuk mengetahui terjadinya deformasi pada suatu tempat diperlukan suatu survei, yaitu survei deformasi. Survei deformasi adalah survei geodetik yang dilakukan untuk mempelajari fenomena-fenomena deformasi. Fenomena-fenomena tersebut terbagi atas 2, yaitu fenomena alam seperti pergerakan lempeng tektonik, aktivitas gunung api, dan lainlain. Fenomena yang lain adalah fenomena manusia seperti bangunan, jembatan, bendungan, permukaan tanah, dan sebagainya.

## II.3. Penurunan muka tanah

Penurunan permukaan tanah (*landsubsidence*) adalah peristiwa turunnya permukaan tanah yang disebabkan oleh adanya perubahan pada volume lapisan batuan yang ada dibawahnya. Biasanya peristiwa ini berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Penelitian Penurunan muka tanah (*landsubsidence*) dilakukan dengan metode GPS

(Yuwono, 2017) yang menunjukkan variasi penurunan muka tanah secara spasial. Penurunan muka tanah didefinisikan sebagai penurunan tanah relatif terhadap suatu bidang referensi tertentu yang dianggap stabil. Penurunan muka tanah dapat terjadi secara perlahan, atau juga terjadi secara mendadak. Penurunan tanah adalah salah satu bagian dari deformasi. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan tanah (Whittaker dan Reddish, 1989, Chang, C.P., 2005 dan Quaxing,2001):

- a) Penurunan muka tanah yang disebabkan pengambilan bahan cair yang ada di perut bumi seperti air dan minyak bumi.
- b) Penurunan muka tanah akibat dari adanya proses penambangan
- c) Sedimentasi daerah cekungan
- d) Penurunan muka tanah alami (*natural subsidence*) disebabkan oleh proses-proses geologi, seperti aktivitas vulkanik dan tektonik, siklus geologi, adanya rongga di bawah permukaan tanah. (Chang, C.P., 2005)
- e) Sedimentasi daerah cekungan
- f) Penurunan muka tanah yang diakibatkan oleh beban berat yang ada di atas bumi seperti struktur bangunan yang membuat lapisan tanah di bawahnya mengalami kompaksi atau konsolidasi. Penurunan ini juga sering disebut *settlement* (Quaxiang, 2001).
- g) Adanya rongga di bawah permukaan tanah sehingga ataprongga runtuh dan hasil runtuhan atap rongga membentuk lubang yang disebut *sinkhole*.

## II.4. IGS

IGS (*International GNSS Service*) adalah suatu organisasi internasional yang merupakan kumpulan dari agensi di seluruh dunia yang mengumpulkan sumber dan data permanen dari stasiun GNSS dan memelihara sistem GNSS. IGS menyediakan produk dan data yang berkualitas tinggi yang digunakan untuk kepentingan ilmiah, pendidikan, yang menjadi kunci ke ITRF sebagai kerangka realisasi sistem koordinat referensi global. setiap negara berkontribusi dalam IGS dengan membangun stasiun IGS di seluruh dunia dan saat ini IGS menangani dua stasiun GNSS yaitu GPS dan GLONASS

## II.5. CORS

CORS (*Continuously Operating Reference Station*) adalah suatu teknologi berbasis GNSS yang berwujud sebagai suatu jaring kerangka geodetik yang pada setiap titiknya dilengkapi dengan receiver yang mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS yang beroperasi secara penuh dan kontinu selama 24 jam perhari, 7 hari per minggu dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna (*users*) memanfaatkan data dalam penentuan posisi, baik secara *post processing* maupun secara *real time* (sumber: *Guidelines for New and Existing CORS*).

Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP) merupakan sebuah sistem jaringan stasiun referensi yang bekerja secara kontinu selama 24 jam nonstop. JRSP merupakan pengembangan teknologi Continuously Operating Reference Station (CORS) atau teknologi untuk menentukan posisi secara global menggunakan *system satellite positioning*. *Global Navigation Satellite System* (GNSS) dapat disebut sebagai sistem navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. GNSS didesain untuk memberikan informasi waktu dan posisi secara kontinu di seluruh dunia. GNSS merupakan metode pengukuran ekstra-terestris, yaitu penentuan posisi yang dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran terhadap satelit atau benda angkasa lainnya.

Penggunaan CORS untuk pengamatan Deformasi dikawasan Semarang-Demak (Yuwono, 2017) Digunakan untuk mengetahui nilai deformasi yang terjadi di kawasan Semarang-Demak.

## II.6. GAMIT/GLOBK

GAMIT (*GPS Analysis of Massachusset Institute of Technology*) dan GLOBK (*Global Kalman filter VLBI and GPS analysis program*) yang merupakan perangkat lunak yang bersifat ilmiah dan bersifat *open source* dengan platform berbasis UNIX/LINUX.

GAMIT adalah sebuah paket perangkat lunak ilmiah yang digunakan untuk pengolahan data pengamatan GPS yang dikembangkan oleh MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) dan SIO (*Scripps Institution of Oceanography*) dan *Harvard University* dengan dukungan dari *National Science Foundation* untuk melakukan analisis pengamatan GPS yaitu estimasi koordinat stasiun, percepatan, fungsi postseismic deformasi, atmosferic delay, orbit satelit dan parameter orientasi bumi. Perangkat lunak ini dapat diperoleh tanpa perjanjian tertulis atau royalti oleh perguruan tinggi dan instansi pemerintah untuk tujuan non-komersial. Perangkat lunak ini dapat menghasilkan posisi relatif tiga dimensi stasiun bumi, orbit satelit, dan parameter orientasi bumi.

GLOBK adalah satu paket program yang dapat mengkombinasikan data survei terestris ataupun data survei ekstra terestris. Kunci dari data input pada GLOBK adalah matriks kovarian dari koordinat stasiun, parameter rotasi bumi, parameter orbit dan koordinat hasil pengamatan lapangan.

## II.7 Velocity

*Velocity* adalah sebuah laju perpindahan dari sebuah kerangka acuan dan merupakan fungsi dari waktu. *Velocity* mengacu pada tingkat dimana sebuah objek berubah posisi dari posisi awal. Dalam hal ini dapat diartikan bahwa perpindahan posisi adalah perpindahan dari posisi awal menuju posisi berikutnya. Dalam *velocity* ini dapat digambarkan kecepatan objek, misalkan pergerakan lempeng yang ada di Indonesia yaitu pergerakan lempeng di pulau Jawa

atau pergerakan lempeng di pulau Sumatra dan pulau-pulau lainnya. Karena bicara tentang *velocity*, maka biasanya disertakan juga arah pergerakannya misalkan ke arah utara, selatan, timur, dan barat. (Saputra, 2015).

Perhitungan *velocity* dalam penelitian ini menggunakan GLOBK. Persiapan yang dilakukan dalam melakukan perhitungan kecepatan posisi dalam penelitian ini adalah dengan membuat direktori pada direktori data nama direktori tersebut dalam penelitian ini adalah */vsoln*. Kemudian mengisi direktori */vsoln* tersebut dengan *globk\_vel.cmd* dan *glorg\_vel.cmd* yang berasal dari direktori *gg/tables* dan file hasil pengolahan GLRED yang berekstensi *\*.glx*

## III. Metodologi Penelitian

### III.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu bahan utama dan bahan pendukung.

1. Data pengamatan GPS tahun 2016 (*doy* 114, 115, 116 dan 117)
2. Data pengamatan GPS tahun 2017 (*doy* 112,113,dan 114)
3. Stasiun ikat IGS tahun 2016 dan 2017 sesuai *doy*.
4. Stasiun ikat lokal CORS CSEM tahun 2016 dan 2017 sesuai dengan *doy* pengamatan.
5. File *brdc* sesuai dengan *doy* pengamatan
6. *Hatanaka* File sesuai dengan *doy* pengukuran
7. File ephemeris *.sp3* sesuai dengan *doy* dari *gps week*
8. Shp peta kabupaten Demak
9. Data pendukung lainnya

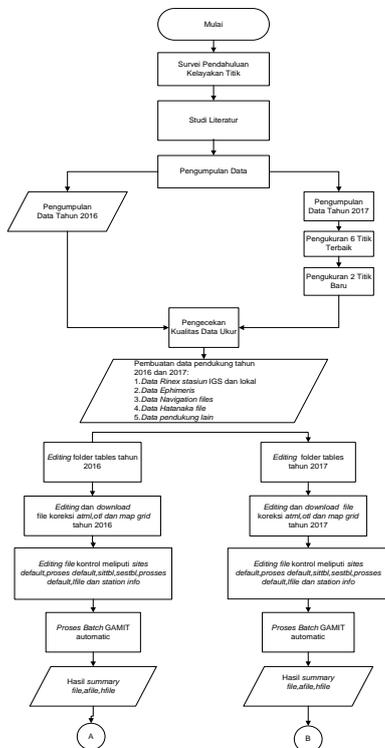
### III.2. Alat Yang Digunakan

- a. Peralatan yang digunakan yang digunakan dalam Pengambilan Data
  1. *Receiver* GPS Hiper Gb beserta semua kelengkapannya sebanyak 2 unit
  2. *Receiver* GPS Hiper II beserta semua kelengkapannya sebanyak 2 unit
  3. *Statif* sejumlah 3 buah
  4. *Tribach* 3 buah dan sebuah neck
  5. Meteran GPS 4 buah
  6. Plastik *wrap*
  7. Alat komunikasi
  8. Kamera
  9. Payung
  10. Kompas
  11. Surat ijin pengukuran
- b. Peralatan yang digunakan yang digunakan dalam Pengolahan Data:
  1. Perangkat lunak komputer dengan spesifikasi :
    - Merek laptop : ASUS X441U
    - Sistem Operasi : *Microsoft Windows* 10 pro 64-bit (10.0, Build 14393) dengan *Linux Ubuntu* 14.04 LTS 64-bit

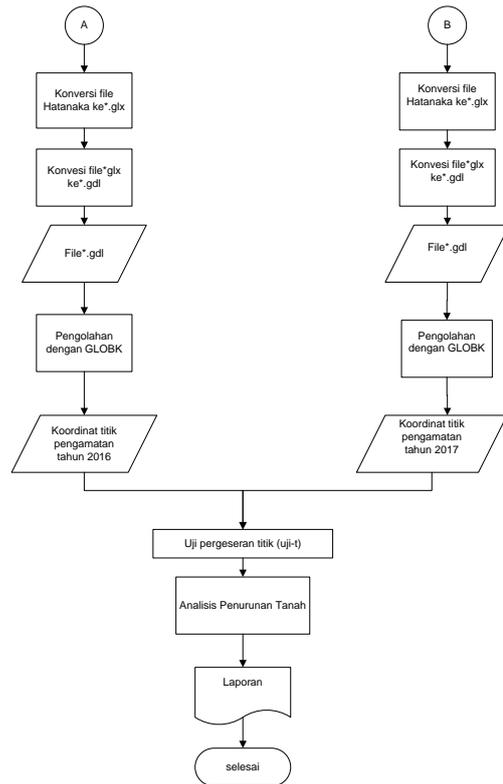
- Processor : Intel (R) Core (TM) i3-6006u CPU @2.00GHz (4CPUs)
  - RAM : 4096 MB
  - HDD : 500 GB (partition 75 GB for Ubuntu)
2. Perangkat Lunak GAMIT 10.6 dan kelengkapannya, yakni :
- a. NETCDF (*Network Common Data Form*), perangkat lunak ini adalah dependencies yang harus dipenuhi bila menginstal perangkat lunak GMT.
  - b. Gfortran, perangkat lunak (*software*) yang digunakan sebagai compiler untuk bahasa fortran pada perangkat lunak GAMIT yang diperlukan pada saat melakukan instalasi.
  - c. Geany adalah cross platform ringan GUI berbasis *editor teks* di *Ubuntu*.
  - d. *Microsoft Office* 2013 untuk penyusunan laporan
  - e. *Google Earth* dan *Arc Map* 10.3 digunakan untuk plotting titik pengamatan
  - f. TEQC untuk cek kualitas data obsevarsi.

**III.3 Pelaksanaan**

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang dilakukan, secara garis besar tahapan penelitian dijabarkan dalam diagram dibawah ini.



**Gambar 1.** Diagram Alir penelitian



**Gambar 1.** Diagram Alir penelitian (lanjutan)

**IV. Hasil Dan Pembahasan**

**IV.1. Hasil Pemasangan Titik Pengamatan Baru**

Pemasangan titik baru dipasang di desa Bedono yang di indikasikan mengalami penurunan tanah.pembuatan titik baru BDN3 dan BDN4 terletak disekitar desa bedono tepatnya berada di samping makam desa bedono yang terletak di sebelah utara jembatan desa bedono dan di depan pintu masuk wisata hutan bakau desa bedono.Titik ini dibangun untuk menggantikan titik WNSR yang RUSAK dan titik SIDO yang hilang.

Gambar IV.1. berikut adalah gambaran persebaran titik ukur di tahun 2017 dengan dua titik baru yang di tandai pin warna biru.



**Gambar 2.** Peta Lokasi Titik Pengamatan di Pesisir Pantai Sayung (*Google Earth, 2017*)

**IV.2. Hasil Pengecekan TEQC**

TEQC berfungsi untuk melihat kualitas data observasi dengan terlebih dahulu mengkonversi data mentah ke bentuk *rinex file*. Indikasi baik buruknya data ditunjukkan dengan nilai *moving average* MP12 dan MP21 yang menunjukkan efek *multipath* saat pengukuran berlangsung.

**Tabel 1.** Hasil Cek Kualitas Data Tahun 2017

Tahun	Titik	MP1	MP2	Alat Ukur	DOY
2017	BDN3	0.36548	0.35603	Topcon Hiper II	112
2017	BDN4	0.35079	0.39202	Topcon Hiper II	112
2017	PRWS	0.32156	0.29103	Topcon Hiper GB	112
2017	GEMA	0.37060	0.40687	Topcon Hiper GB	112
2017	TUGU	0.31547	0.28354	Topcon Hiper GB	113
2017	TMBL	0.39162	0.40081	Topcon Hiper II	113
2017	DADI	0.56415	0.55708	Topcon Hiper GB	113
2017	BDN1	0.36548	0.36503	Topcon Hiper II	114

**IV.3. Hasil Pengolahan GAMIT**

Hasil pengolahan dengan menggunakan GAMIT menghasilkan beberapa hasil *file* keluaran seperti *h-files*, *summary file*, dan *q-file*. Pada *Q-file* berisi nilai *posfit* dan *prefit loosely constraint* baik *bias fixed* maupun *bias free* dan itu semua tertera secara ringkas di *summary file*. Nilai *posfit* dan *prefit* dikatakan baik jika mendekati 0.2 dan tidak melebihi 0.5 untuk memastikan tidak terdapat *cycle clips*, nilai *posfit* dan *prefit* tidak memiliki satuan

**Tabel 2.** Ringkasan *summary file* metode ikat CSEM IGS tahun 2017

Tahun/Doy	Titik	Prefit	Posfit	WL Fixed	NL Fixed
2017/112	PRWS	1,3727	0,1939	90,80%	78,50%
2017/112	BDN3	1,3712	0,1893	91,20%	80,10%
2017/112	BDN4	1,3759	0,1899	92,40%	92,40%
2017/112	GEMA	1,2929	0,1889	92,00%	80,90%
2017/113	TUGU	1,5928	0,1886	89,00%	76,80%
2017/113	TMBL	1,5811	0,1912	88,90%	76,90%
2017/113	DADI	1,5794	0,1883	92,50%	78,40%
2017/114	BDN1	1,6865	0,1825	92,20%	83,10%

Pada pengamatan tahun 2017 dengan menggunakan metode ikat IGS dan CSEM terdapat nilai diatas 0.5. dari hasil pengamatan tersebut

menunjukkan adanya *cycle slips* yang cukup besar pada saat pengolahan dengan metode tersebut. Untuk nilai *Wide line* dapat di katakan baik karena rata-rata nilai WL pada tabel di atas menunjukkan hasil >90%, Sedangkan untuk nilai *Narrow line* dapat dikatakan cukup baik karena lebih banyak yang menunjukkan hasil >80% dimana untuk nilai NL dikatakan baik jika >80% untuk nilai NL yang <80% di karenakan adanya kesalahan kesalahan seperti kesalahan ukuran , kesalahan orbit, dan kondisi buruk atmosfer.

**IV.4. Hasil Pengolahan GLOBK**

Pengolahan GLRED/GLOBK dilakukan setelah proses GAMIT yang menghasilkan *h-files* yang menjadi syarat utama dalam melakukan proses pengolahan GLOBK. Hasil yang diperoleh dari proses pengolahan ini berupa koordinat kartesian 3D (X,Y,Z) dan koordinat toposentrik (N,E,U) beserta simpangan bakunya masing –masing. Untuk memperoleh nilai ketinggiannya didapatkan dari selisih dua nilai tinggi *epoch* pengamatan yang berbeda. Dengan diketahuinya selisih ketinggian antar *epoch* maka bisa dihitung nilai perubahan *land subsidence* pertahun dari setiap titik pengamatan.

**Tabel 4.** Hasil koordinat kartesian 3D metode Jaring CSEM IGS tahun 2016

TITIK	JARING CSEM IGS					
	2016					
	X (m)	Y (m)	Z (m)	x	y	z
PRWS	-2217365,765	5930844,49	-765129,015	0,01122	0,0246	0,006
GEMA	-2219058,483	5930468,06	-763140,3794	0,01305	0,028	0,008
TUGU	-2219848,791	5930322,15	-761984,4746	0,02497	0,0517	0,012
TMBL	-2218703,502	5930946,786	-760463,9237	0,02135	0,0509	0,0127
DADI	-2220521,238	5930610,794	-757795,2352	0,01953	0,0427	0,0101
BDN1	-2216424,052	5931413,9	-763445,0454	0,00904	0,0218	0,0056

**Tabel 4.** Hasil koordinat kartesian 3D metode Jaring CSEM IGS tahun 2017

TITIK	JARING CSEM IGS					
	2017					
	X (m)	Y (m)	Z (m)	x	y	z
PRWS	-2217365,76	5930844,354	-765129,0306	0,01191	0,0279	0,007
GEMA	-2219058,566	5930468,026	-763140,3993	0,01242	0,0293	0,0073
TUGU	-2219848,813	5930322,12	-761984,4996	0,01095	0,0246	0,0063
TMBL	-2218703,514	5930946,759	-760463,9303	0,005	0,005	0,005
DADI	-2220521,185	5930610,758	-757795,266	0,01651	0,0346	0,0082
BDN1	-2216423,991	5931413,757	-763445,0865	0,0076	0,0136	0,0041
BDN3	-2216006,151	5931466,188	-764247,2461	0,01139	0,0228	0,0058
BDN4	-2215404,219	5931735,836	-763904,1033	0,01331	0,0289	0,0059

**Tabel 5.** Hasil perhitungan perubahan tinggi metode jaring CSEM IGS

TITIK	CSEM IGS			
	2016	2017	dU CSEM IGS (m)	dU/yr (cm)
PRWS	28,4995	28,37319	-0,12631	-12,701
GEMA	27,32488	27,32431	-0,00057	-0,057
TUGU	27,53733	27,52066	-0,01667	-1,676
TMBL	27,14484	27,12502	-0,01982	-1,993
DADI	27,52746	27,4796	-0,04786	-4,826
BDN1	27,53629	27,38701	-0,14928	-15,052

**IV.6. Uji Penurunan (T)**

Uji statistik *T Student* dilakukan dengan cara menguji variabel titik pengamatan ( $P_{ij}$ ) dari tinggi titik pengamatan  $i$  ke tinggi titik pengamatan  $j$ .

**Tabel 4.** Hasil uji T metode Jaring CSEM IGS

TITIK	Metode Ikat IGS CSEM			Terjadi Penurunan Tanah
	du IGS CSEM	std du 2017	T	
PRWS	-0,12631	0,02955	4,27445	Ya
GEMA	-0,00057	0,03094	0,018423	Tidak
TUGU	-0,01667	0,02625	0,635048	Tidak
TMBL	-0,01982	0,02998	0,661107	Tidak
DADI	-0,04786	0,03759	1,273211	Tidak
BDN1	-0,14928	0,01482	10,07287	Ya

Dari tabel diatas dapat di simpulkan bahwa terdapat 2 titik yaitu titik PRWS yang berada di Desa Purwosari dan titik BDN1 yang berada di Desa Bedono yang mengalami perubahan tinggi yang signifikan sedangkan 4 titik lainnya meski mengalami perubahan tinggi tetapi perubahannya tidak signifikan karena masih  $< 1,96$  sehingga uji statistik menunjukkan tidak ada perubahan tinggi.

**IV.6. Hitungan Velocity Rate**

Hasil perhitungan kecepatan pergeseran *velocity* dalam penelitian ini menggunakan GLOBK. Pada hasil perhitungan GLOBK menghasilkan nilai kecepatan pergeseran beserta simpangan bakunya dengan menggunakan strategi pengolahan ikat IGS dan cors CSEM dengan menggunakan data pengamatan pada tahun 2016-2017. Hasil perhitungan kecepatan pergeseran *velocity* tertera pada tabel di bawah ini

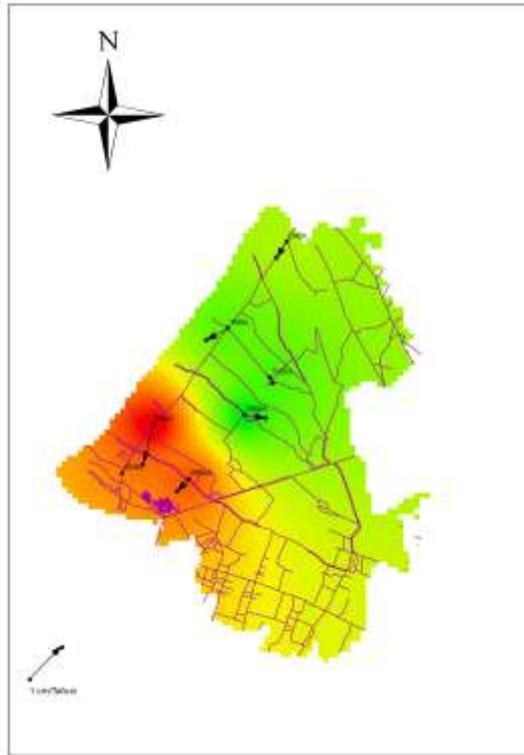
**Tabel 7.** Perhitungan *Velocity rate*

Nama Titik	N (m)	E (m)	U (m)	Std n	Std e	Std u
DADI	-0,0382	-0,0353	-0,0424	0,0106	0,0149	0,0596
GEMA	-0,0106	0,0666	0,0045	0,0092	0,0121	0,0434
TUGU	-0,0191	0,0084	-0,0117	0,0119	0,0172	0,0615
TMBL	-0,0378	-0,0676	0,0295	0,0117	0,0145	0,0622
BDN1	-0,0505	-0,0322	-0,1473	0,0060	0,0080	0,0277
PRWS	-0,0213	0,0168	-0,1284	0,0078	0,0102	0,0397

Hasil pengolahan GLOBK dengan menggunakan strategi ikat IGS dan cors CSEM menghasilkan arah dan kecepatan pergeseran sebagai berikut:

- Titik pengamatan PRWS mengalami pergeseran ke arah barat daya dengan kecepatan  $-0,02131 \pm 0,00783$  untuk komponen utara  $0,01682 \pm 0,01026$  untuk komponen timur dan  $-0,12847 \pm 0,03974$  untuk komponen tegak/vertikal
- Titik pengamatan BDN1 mengalami pergeseran ke arah barat daya dengan kecepatan  $-0,05057 \pm 0,00603$  untuk komponen utara  $-0,03227 \pm 0,00801$  untuk komponen timur dan  $-0,14734 \pm 0,02773$  untuk komponen tegak/vertikal
- Titik pengamatan TMBL mengalami pergeseran ke arah barat daya dengan kecepatan  $-0,03781 \pm 0,01171$  untuk komponen utara  $-0,06762 \pm 0,01455$  untuk komponen timur dan  $0,0295 \pm 0,06223$  untuk komponen tegak/vertikal
- Titik pengamatan TUGU mengalami pergeseran ke arah tenggara dengan kecepatan  $-0,01911 \pm 0,01193$  untuk komponen utara  $0,00849 \pm 0,01726$  untuk komponen timur dan  $-0,01175 \pm 0,06157$  untuk komponen tegak/vertikal
- Titik pengamatan GEMA mengalami pergeseran ke arah tenggara dengan kecepatan  $-0,01063 \pm 0,00928$  untuk komponen utara  $0,06661 \pm 0,01212$  untuk komponen timur dan  $0,00453 \pm 0,04342$  untuk komponen tegak/vertikal
- Titik pengamatan DADI mengalami pergeseran ke arah barat daya dengan kecepatan  $-0,03825 \pm 0,01066$  untuk komponen utara  $-0,03539 \pm 0,01491$  untuk komponen timur dan  $-0,04247 \pm 0,05966$  untuk komponen tegak/vertikal.

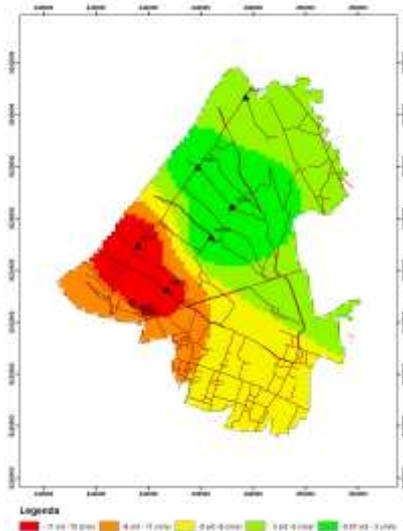
Selanjutnya pergerakan arah diplotting menggunakan software *ArcGIS* berikut hasil plotting



Gambar 3. Arah kecepatan pergerakan metode ikat IGS dan cors CSEM

**IV.7. Analisis Hasil Pengolahan**

Hasil perhitungan menunjukkan dari enam titik yang dilakukan pengamatan sebanyak dua kali, enam diantaranya mengalami penurunan antara 0,5 hingga 14 cm titik PRWS dan BDN 1 mengalami penurunan yang cukup signifikan



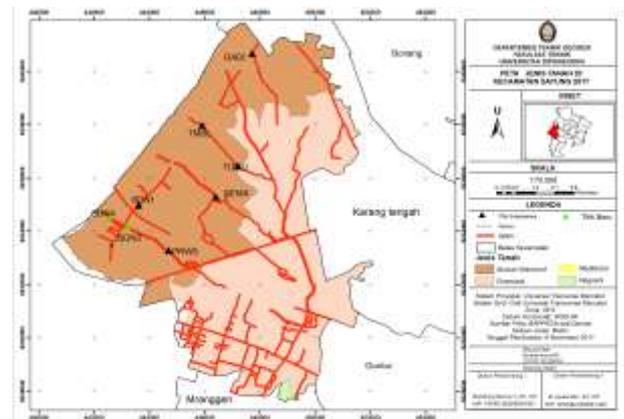
Gambar 4. Peta zona penurunan tanah Kecamatan Sayung metode ikat IGS dan CSEM

Pada Gambar 4 menunjukkan penurunan tanah terjadi secara signifikan di barat pesisir Sayung pada titik PRWS dan BDN 1.

**IV.8. Analisis Korelasi Hasil Pengolahan**

**1. Korelasi Penurunan Tanah dengan Jenis Tanah**

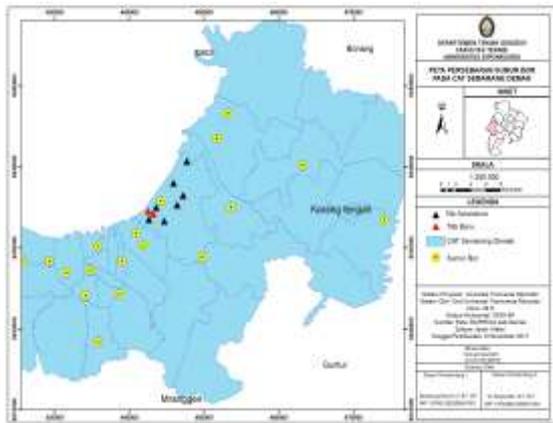
Jenis tanah merupakan salah komponen yang sangat berpengaruh terhadap pemanfaatan tanah tersebut dan juga dampak yang dihasilkannya. Untuk jenis tanah di kecamatan sayung sendiri terdapat dua jenis tanah yakni *Aluvial Hidromorf (Gleisol)* dan *Gromosol*. Semua titik pengamatan yang dilakukan di kecamatan sayung berada pada tanah *Aluvial*. Jenis tanah ini mempunyai ciri-ciri fisik warna kelabu, bertekstur liat, dan memiliki permeabilitas (*water run off*) lambat. Jenis tanah ini biasanya banyak digenangi oleh air sehingga warnanya tua kelabu sampai kehitaman.



Gambar 5. Peta Overlay Kontur dengan Jenis Tanah

**2. Korelasi Penurunan Tanah dengan dengan Persebaran Sumur Bor**

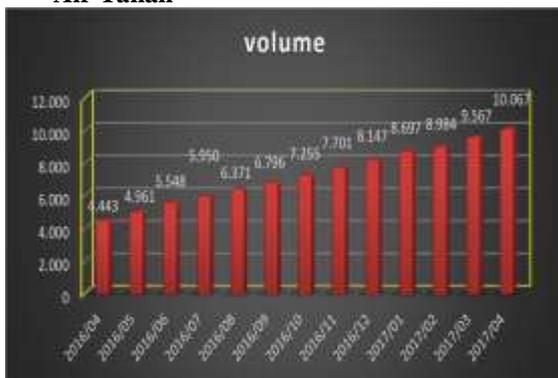
Sumur bor, merupakan sumur yang airnya digunakan untuk kebutuhan sehari – hari, untuk Persebaran sumur bor di CAT di wilayah Semarang Demak cukup banyak. Menurut kantor Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Provinsi Jawa Tengah, persebarannya dapat dilihat dari gambar di bawah ini.



**Gambar 6.** Peta Persebaran Sumur Bor Pada CAT Semarang Demak

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa persebaran sumur bor resmi di sekitar area penelitian jumlahnya hanya ada beberapa. Klasifikasi sumur bor yang terpetakan di atas memiliki kedalaman kurang dari 150 meter, sumur bor tersebut memiliki dampak besar terhadap muka air tanah yang kemudian dapat berimbas pada ketersediaan air.

**3. Korelasi Penurunan Tanah dengan Muka Air Tanah**



**Gambar 7.** Grafik pengambilan air tanah

Pengambilan air tanah yang terjadi secara berkala karena aktivitas industri yang ada di sepanjang jalan Pantura Semarang – Demak. Pengambilan air terlihat menunjukkan tren peningkatan dari bulan ke bulan yang mendasari adanya pengaruh/korelasi dengan

penurunan tanah di Sayung, terutama sayung bagian barat Jika dilihat secara spasial merupakan perbatasan antara kota semarang dan kabupaten demak

**IV.9. Dampak Penurunan Tanah di Sayung**

Hasil pengolahan menunjukan penurunan tanah yang bervariasi dari titik pengamatan yang tersebar si kecamatan sayung, terutama di bagian sayung barat yang menunjukkan hasil penurunan tanah yang cukup besar tepatnya berada di desa purwosari dan desa Bedono yang menyebabkan cukup banyak kerugian material bagi warga sekitar yang digunakan untuk memperbaiki, meninggikan tempat tinggal dan halaman mereka agar tidak terendam oleh air



**Gambar 8.** Rumah Warga yang terkena dampak Penurunan Tanah

Gambar diatas menggambarkan warga yang harus mengeluarkan biaya extra untuk tempat tinggal dan halamannya agar tidak tergenang oleh air rob. Bangunan fisik seperti rumah rumah, fasilitas umum dan lain lain. Karena sering terjadinya penurunan tanah pada lokasi tersebut material apapun yang berdiri di atasnya ikut bergerak



**Gambar 9.** Kondisi Rumah warga yang sudah tidak layak huni

Gambar diatas diambil di desa Bedono dimana posisi rumah tersebut berbatasan langsung degan pesisir barat kecamatan sayung yang mengalami penurunan tanah cukup besar pada penelitian tahun ini. Banjir rob merupakan banjir yang airnya berasal dari air laut. Banjir rob ini adalah banjir yang diakibatkan oleh pasangannya air laut, hingga air yang pasang tersebut menggenangi daratan



**Gambar 10.** Kondisi Banjir Rob

## V. Penutup

### V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis pada penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan akhir sebagai berikut:

1. Hasil pengolahan GPS menghasilkan nilai koordinat titik pantau tahun 2017 di pesisir Sayung, dengan nilai koordinat pada titik PRWS X  $-2217365,76 \pm 0,01191$  m, Y  $5930844,354 \pm 0,02787$  m, Z  $-765129,0306 \pm 0,007$  m, titik GEMA X  $-2219058,566 \pm 0,01242$  m, Y  $5930468,026 \pm 0,02926$  m, Z  $-763140,3993 \pm 0,00725$  m, titik TUGU X  $-2219848,813 \pm 0,01095$  m, Y  $5930322,12 \pm 0,02462$  m, Z  $-761984,4996 \pm 0,0063$  m, titik TMBL X  $-2218703,514 \pm 0,005$  m, Y  $5930946,759 \pm 0,005$  m, Z  $-760463,9303 \pm 0,005$  m, titik DADI X  $-2220521,185 \pm 0,01651$  m, Y  $5930610,758 \pm 0,03459$  m, Z  $-757795,266 \pm 0,00815$  m, titik BDN1 X  $-2216423,991 \pm 0,0076$  m, Y  $5931413,757 \pm 0,01364$  m, Z  $-763445,0865 \pm 0,00406$  m, titik BDN3 X  $-2216006,151 \pm 0,01139$  m, Y  $5931466,188 \pm 0,02275$  m, Z  $-764247,2461 \pm 0,00584$  m, titik BDN4 X  $-2215404,219 \pm 0,01331$  m, Y  $5931735,836 \pm 0,02894$  m, Z  $-763904,1033 \pm 0,00588$  m.
2. Nilai penurunan tanah di Kecamatan Sayung pada tahun 2016-2017 adalah  $-0,057$  cm pada titik GEMA,  $-1,676$  cm pada titik TUGU,  $-1,993$  cm pada titik TMBL,  $-4,826$  cm pada titik DADI,  $-12,701$  cm pada titik PRWS dan  $-15,052$  cm pada titik BDN1.

## V.2 Saran

Berdasarkan dari pengalaman peneliti mulai dari pengukuran hingga akhir dari proses penelitian ini, terdapat beberapa saran untuk kemajuan penelitian selanjutnya, diantaranya:

1. Sebelum melakukan pengukuran, diharapkan melakukan survei lokasi titik dan perijinan untuk melakukan pengukuran di lokasi tersebut serta perijinan pada pemerintah kabupaten demak demi meminimalisir adanya gangguan saat pengukuran.
2. strategi pengukuran yang harus sejalan jika akan memakai data penelitian tahun ini (2017) sebagai pembandin dengan penelitian selanjutnya.
3. Peneliti selanjutnya diharapkan memakai alat yang sama dengan peneliti sebelumnya untuk mengurangi efek ketelitian alat yang berbeda.
4. Melakukan *centering* dan pembacaan tinggi alat pengukuran yang teliti agar tidak terjadi kesalahan saat dilakukanya pengolahan dan analisis data
5. Penambahan titik sangat disarankan, terutama di Sayung bagian selatan untuk mengetahui pengaruh pembebanan (daerah industri dan pabrik) terhadap PMT
6. Memperbanyak strategi pengolahan dengan *software* GAMIT/GLOBK sehingga lebih banyak parameter yang diperhitungkan dalam pengolahan, sehingga lebih banyak parameter yang diperhitungkan dalam pengolahan.

## Daftar Pustaka

- \_\_\_\_\_. <http://geodesy.gd.itb.ac.id>. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2017.
- Abidin, H.Z. 2007. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Haqqi, Kun Fariqul. 2015. Survei Pendahuluan Deformasi Muka Tanah dengan Pengamatan Gps di Kabupaten Demak (Studi Kasus : di Pesisir Pantai Kecamatan Sayung). Skripsi Teknik Geodesi Undip.
- Hermawan, Lutfi Eka 2016. Survei Pemantauan Deformasi Muka Tanah Kawasan Pesisir Menggunakan Metode Pengukuran GPS Di Kabupaten Demak Tahun 2016 (Studi Kasus : Pesisir Kecamatan Sayung, Demak) Jurnal Geodesi Undip Volume 5, Nomor 4, Tahun 2016, (ISSN : 2337-845X)
- Kuang, S. 1996. Geodetic Network Analysis and Optimal Design. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.
- Kurniawan, Aldika. 2013. Analisis Penurunan Muka Tanah Daerah Semarang Menggunakan Perangkat Lunak Gamit 10.04 Kurun Waktu 2008-2013. Jurnal Geodesi Undip Volume 2, Nomor 4, Tahun 2013, (ISSN : 2337-845X). Oktober 2013. 105–119. 8 Desember 2011.

- Pryambodo, Dino Gunawan. 2012. Penurunan Muka Tanah Di Pesisir Semarang (Studi Kasus: Daerah Industri Kaligawe). Jurnal Ilmiah Geomatika LPSDKP Padang Vol. 18, No. 2, Desember 2012.
- Saputra, Rizky. 2015. "Perhitungan Velocity Rate Cors GNSS Di Wilayah Pantai Utara Jawa Tengah ". Jurnal Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sarah, Dwi., et al. 2011. Modelling Of Land Subsidence Along Tanah Mas -Pelabuhan Section Semarang City Using Finite Element Method. Journal Riset Geologi dan Pertambangan Vol. 21 No. 2 (2011).
- Sumiarsih, Ni Made. Kepala BBWS Pemali Juana 2016 tanah kaligawe turun 3 cm suara merdeka cetak dalam semarang metro 16 juni 2016.
- Yusron, Haris 2016 Perhitungan *Velocity Rate* CORS GNSS Di Pulau Sulawesi Jurnal Geodesi Undip Volume 6, Nomor 1, Tahun 2017, (ISSN : 2337-845X).
- Yuwono, B.D., Hasanuddin Z.A., M. Hilmi. 2013. Analisa Geospasial Penyebab Penurunan Muka Tanah Di Kota Semarang. Prosiding SNST ke-4 Tahun 2013 Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Yuwono, B.D, Abidin H Z, Andreas H., Gumilar I., Awaluddin M. and Najib 2017 .Development of Static Differential Method GNSS CORS UDIP For Monitoring Land Subsidence In Semarang Demak . In International Conference on Energy, Environment and Information (ICENIS 2016). Volume 23, Issue 3, March 2017, Pages 2207-2210.
- Yuwono, B.D, M. Awaluddin, F H Kun and E R Lutfi (2017). Evaluation of Base Station CORS UDIP and CSEM for monitoring Ground Deformation Sayung Demak Indonesia. In The 5th GeoInformation Science Symposium "Bridging Geospatial Industries and Scientific Research" Yogyakarta 27-28 September 2017 Departement of Geographical Information Science and PUSPICS Faculty of Geography UGM (-).
- Yuwono, B.D., Awaluddin M, F H Kun and E R Lutfi 2017 Evaluation of Base Station CORS UDIP and CSEM for monitoring Ground Deformation Sayung Demak Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, volume 98, conference 1.