

Studi *Land Subsidence* dengan Kondisi Sumur Milik Masyarakat di Wilayah Utara Semarang dan Demak

Diqja Yudho Nogoro, Bambang Darmo Yuwono, Arief Laila Nugraha^{*)}.

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : Diqja.yn18@gmail.com

ABSTRAK

Kota Semarang sebagai Ibukota Provinsi Jawa Tengah memiliki karakteristik geografis yang unik dimana wilayah Semarang terbagi menjadi dua yaitu dataran rendah di bagian utara dan dataran tinggi di bagian selatan. Wilayah Semarang bagian utara merupakan dataran rendah yang berada di pesisir pantai utara Pulau Jawa. *Land Subsidence* atau disebut juga penurunan permukaan tanah pada dasarnya merupakan perubahan (deformasi) permukaan tanah secara vertikal ke bawah dari suatu bidang referensi tinggi. Maka dari itu penulis mencoba untuk mencari dan menyajikan informasi mengenai korelasi antara kondisi air sumur galian terhadap penurunan muka tanah yang terjadi di wilayah Utara Semarang dan Demak. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data toponimi sumur, data peta penurunan muka tanah, data peta tata guna lahan, serta data peta struktur geologi Kota Semarang, pelaksanaan dimulai dengan survey lapangan yang selanjutnya di plot-kan titik-titik observasi yang sudah didapat dari survey lapangan serta di digitasi, sehingga menghasilkan Peta Zona Penelitian yang selanjutnya ditambahkan ditambahkan data *shapefile* yang di satukan dalam satu *geodatabase* yang selanjutnya di topologi untuk kemudian di *overlay* menggunakan menu Intersect, sehingga dapat di analisis. Hasil dari penelitian ini adalah peta *overlay* antara peta penurunan muka tanah dengan peta zona penelitian, peta struktur geologi dengan peta zona penelitian, peta tata guna lahan dengan peta zona penelitian, setelah dilakukan analisis maka dapat disimpulkan bahwa: Kondisi sumur yang ada pada daerah yang mengalami penurunan muka tanah, kandungan air sumur galian mengalami kepayauan. Sedangkan korelasi antara laju penurunan muka tanah dengan kondisi sumur galian di daerah yang mengalami laju penurunan muka tanah secara signifikan belum bisa di simpulkan secara pasti, hal ini disebabkan karena kurang nya distribusi data penulis serta time seris dari penelitian ini.

Kata Kunci : ArcGIS, Kabupaten Demak, Kabupaten Semarang, Sumur, Sistem Informasi Geografis, Penurunan Muka Tanah

ABSTRACT

Semarang City as the Capital of Central Java Province has unique geographical characteristics where the Semarang region is divided into two namely lowlands in the north and highlands in the south. The northern part of Semarang is a low-lying area on the north coast of Java Island. Land Subsidence or also called land subsidence is basically a change (deformation) of the land surface vertically downward from a high reference field. Therefore the author tries to find and present information about the correlation between the condition of dug well water on land subsidence that occurred in the northern part of Semarang and Demak. The data needed in this study are well toponimi data, land subsidence map data, land use map data, as well as Semarang City geological structure map data, the implementation begins with a field survey which is then plotted observation points that have been obtained from field survey and digitization, so that the resulting Research Zone Map is then added shapefile data added together in a geodatabase which is then topologized and then overlaid using the Intersect menu, so it can be analyzed. The results of this study are overlay maps between land subsidence maps with research zone maps, geological structure maps with research zone maps, land use maps with research zone maps, after analysis it can be concluded that: Condition of wells in the affected area land subsidence, the water content of dug wells has been subjected to headache. While the correlation between the rate of land subsidence and the condition of dug wells in areas experiencing significant land subsidence rates cannot yet be concluded with certainty, this is due to the lack of distribution of author data and time series of this study.

Keywords: ArcGIS, Geografis Information System, Kabupaten Demak, Kabupaten Semarang, Land Subsidence, Well

^{*)}Penulis, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kota Semarang sebagai Ibukota Provinsi Jawa Tengah memiliki karakteristik geografis yang unik dimana wilayah Semarang terbagi menjadi dua yaitu dataran rendah di bagian utara dan dataran tinggi di bagian selatan. Wilayah Semarang bagian utara merupakan dataran rendah yang berada di pesisir pantai utara Pulau Jawa. (Yuwono, B.D dkk, 2013)

Land Subsidence atau disebut juga penurunan permukaan tanah pada dasarnya merupakan perubahan (deformasi) permukaan tanah secara vertikal ke bawah dari suatu bidang referensi tinggi (Handoko dkk., 2011 dalam Prasetya, A.B dkk, 2017).

Intrusi air laut merupakan suatu peristiwa penyusupan atau meresapnya air laut atau air asin ke dalam air tanah. Kasus intrusi air laut merupakan masalah yang sering terjadi di daerah pesisir pantai. Masalah ini selalu terkait dengan kebutuhan air bersih, dimana air bersih merupakan air yang layak untuk dikonsumsi. Rusaknya air tanah pada daerah pesisir ditandai dengan keadaan air yang tidak bersih dan rasanya asin (Indahwati dkk, 2012 dalam Afrianita, Reri dkk, 2017)

Fenomena amblesan intrusi air laut ini diakibatkan pengambilan air tanah yang berlebihan sehingga lapisan tanah menjadi turun serta naiknya muka air laut yang dapat menyebabkan air tanah terkontaminasi air laut sehingga menjadi air payau. (Supriyadi, Khumaedi, 2016)

Maka dari itu penulis mencoba untuk mencari dan menyajikan informasi mengenai korelasi antara kondisi air sumur galian terhadap penurunan muka tanah yang terjadi di wilayah Utara Semarang dan Demak.

I.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi air sumur galian disekitar daerah penurunan muka tanah ?
2. Bagaiman korelasi antara penurunan muka tanah dengan kondisi sumur galian ?

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui kondisi air sumur galian disekitar daerah penurunan muka tanah.
2. Mengetahui bagaimana korelasi antara penurunan muka tanah dengan sumur masyarakat di kawasan utara Semarang dan Demak.

I.4. Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Wilayah penelitian berada di kawasan Utara Semarang dan Demak.

Untuk wilayah Utara Semarang meliputi Kecamatan: Gayamsari, Genuk, Pedurungan, Semarang tengah, Semarang Utara dan Semarang Timur. Sedangkan untuk wilayah Utara Demak meliputi Kecamatan: Sayung

2. Data spasial berupa data koordinat lokasi sumur galian dan sumur bor.

3. Data atribut berupa informasi karakteristik sumur galian dan sumur bor

Informasi data atribut objek sumur galian dan sumur bor terdiri dari :

- a) Lokasi
- b) Kedalaman
- c) Payau atau tidak payau

Data didapat dengan cara melakukan wawancara langsung dengan masyarakat sekitar serta merasakan langsung kandungan air sumur galian, untuk mengetahui kepayauannya.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Penurunan Muka Tanah dan Penurunan Muka Air Tanah

Setelah kejadian yang berlangsung lama, besar penurunannya bisa ditentukan dengan mekanisme secara periodik. Penurunan tanah alami terjadi secara regional yaitu meliputi daerah yang luas atau terjadi secara lokal yaitu hanya sebagian kecil permukaan tanah. Hal ini biasanya disebabkan oleh adanya rongga di bawah permukaan tanah, biasanya terjadi didaerah yang berkapur (Whittaker dan Reddish, 1989 dalam Kurniawan, 2013).

Penurunan muka tanah dan penurunan muka air tanah memiliki keterkaitan yang cukup erat di tinjau dari segi truktur geologi kandungan air.

II.2 Pengukuran Penurunan Muka Tanah Menggunakan Metode Pengamatan GPS

Metode pengukuran penurunan muka tanah menggunakan GPS secara garis besar adalah metode pengamatan menggunakan GPS pada titik – titik yang mengalami penurunan muka tanah secara berkala sesuai kebutuhan, pengamatan GPS sendiri menggunakan metode pengamatan statik yang dilakukan dengan durasi tertentu, bisa 6-7 jam atau 6-8 jam.

Selanjutnya data hasil pengamatan GPS diolah dengan menggunakan GAMIT/GLOBK, yang mana merupakan paket perangkat lunak ilmiah yang digunakan untuk pengolahan data pengamatan GPS (Prasetya, A.B, 2017)

Pengolahan data sendiri secara garis besar terbagi menjadi 3 tahapan, antara lain: uji kualitas data, pengolahan menggunakan GAMIT/GLOBK dan uji signifikansi menggunakan uji-t.

A. Alat dan Bahan

- a) *Global Positioning System* (GPS)

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS, kependekan dari "*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Position System*". Sistem yang dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca ini, didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti dan juga informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia (Abidin, 2006)

- b) Perangkat Lunak GAMIT/GLOBK

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 *post*-seismik deformasi, *atmospheric delay*, 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. (Prasetya, A.B, dkk, 2017)

B. Pengolahan Data

a) Uji Kualitas Data dengan TEQC

Pegecekan kualitas data dilakukan sebelum melakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* GAMIT dalam format RINEX dengan perangkat lunak TEQC. Pegecekan data dilakukan untuk mengetahui waktu mulai dan berakhirnya setiap pengamatan, nilai *multipath* yang terjadi, interval perekaman, total satelit dan informasi lainnya.

b) Pengolahan Data dengan GAMIT/GLOBK

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengolahan GAMIT adalah membuat direktori kerja, dengan membuat folder yang berisi IGS, *h-file*, *rinex* dan *brdc*. Selanjutnya dilakukan pengeditan *control file*, seperti: *sestbl*, *station.info*, *l-file*, *process.default*, *sittbldn* dan *sites.default*. Setelah tahapan persiapan, input dataditan *editing* data selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan dengan GAMIT dengan memasukkan perintah menggunakan bahasa komputer. Hasil keluaran dari perangkat lunak GAMIT berupa estimasi dan matrik kovarian dari posisi stasiun dan parameter orbit dan rotasi bumi yang kemudian dimasukkan pada GLOBK.

c) Uji Statistik “t” (*Student*)

Uji-t dikenal dengan uji parsial, yaitu untuk menguji bagaimana pengaruh masing-masing variabel bebasnya secara sendiri-sendiri terhadap variabel terikatnya. Uji ini dapat dilakukan dengan membandingkan t-hitungan dengan t-tabel atau dengan melihat kolom signifikansi pada masing-masing t-hitungan. Uji statistik ini dilakukan dengan cara menguji variabel pergerakan titik (Pij) dari sesi pengamatan i ke sesi j, seperti pada persamaan (1)

$$t = \frac{Pij}{Std Pij} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- t = Besaran yang menunjukkan signifikansi pergeseran
- Pij = Pergeseran titik Pengamatan
- Std = Standar deviasi Pij

C. Hasil

a) Hasil Pengolahan GAMIT

Proses pengolahan GAMIT ini menghasilkan data keluaran diantaranya yang terpenting adalah *h-files*, *summary file*, dan *q-file*. Masing-masing *file* tersebut berisi hasil pengolahan yang menunjukkan kualitas data hasil pengolahan.

b) Hasil Pengolahan GLOBK

Proses pengolahan GLOBK dilakukan untuk mendapatkan hasil koordinat titik pengamatan. Hasil dari proses GLOBK ini berupa *file* dengan format *.org. Hasil koordinat yang didapatkan berupa koordinat kartesian 3D (X,YZ) dan koordinat toposentrik (n,e,u) beserta simpangan bakunya masing-masing.

c) Hasil Perhitungan Selisih Penurunan Muka Tanah

Selanjutnya untuk mengetahui laju penurunan muka tanah maka dilakukan perhitungan selisih dari data pertahun dengan data hasil pengamatan terbaru dengan fungsi linier, seperti pada persamaan (2).

$$y = ax + b \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

x = Waktu (tahun + sesi/365)

y = Data pada waktu ke t

a dan b = Nilai yang ditentukan berdasarkan kumpulan data pengamatan.

II.3 Hubungan Antara Intrusi Air dan Penurunan Muka Air Tanah

Intrusi air laut adalah penyusupan air laut (air asin) ke dalam akuifer air tawar, umumnya intrusi air laut terjadi di daerah perkotaan, ini disebabkan oleh terlalu banyaknya manusia mengambil air bawah tanah tanpa adanya *feedback* yang setimpal untuk regenerasi air tanah itu sendiri. Intrusi air laut mengakibatkan berkurangnya mutu air bawah tanah. Air tanah yang sebelumnya layak untuk digunakan sebagai air minum menjadi tidak layak lagi untuk digunakan. (Hendrayana, 2002)

II.4 Struktur geologi

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Magelang-Semarang (Thanden, dkk., 1996), susunan stratigrafi dataran Alluvial Kota Semarang adalah sebagai berikut:

Aluvial Merupakan endapan aluvium pantai, sungai dan danau, Endapan pantai litologi terdiri dari lempung, lanau dan pasir dan campuran diantaranya mencapai ketebalan 50 m atau lebih. Endapan sungai dan danau terdiri dari kerikil, pasir dan lanau dengan tebal 1-3 m. Bongkah tersusun oleh andesit, batugamping dan sedikit batupasir. (Putranto,T.T, dkk, 2015):

a) Alluvium (Qa)

Merupakan endapan aluvium pantai, sungai dan danau. Endapan pantai litologinya terdiri dari lempung, lanau, pasir dan campuran dengan ketebalan mencapai 50 m atau lebih. Endapan sungai dan danau terdiri dari kerikil, kerakal, pasir dan lanau dengan tebal 1-3 m.

Bongkah tersusun andesit, batu lempung dan sedikit batu pasir.

b) Formasi Damar (Qtd)

Batuannya terdiri dari batupasir tufan, kolongmerat, dan breksi vulkanik. Batupasir tufan berwarna kuning kecoklatan berwarna berbutir halus-kasar, komposisi terdiri dari mineral mafik, felspar, dan kuarsa dengan massa dasar tufan, porositas sedang. Konglomerat berwarna kuning kecoklatan hingga kehitamaan, komponen terdiri dari andesit, basalt, batu apung, berukuran 0,5-5 cm, membundar tanggung hingga membundar baik, agak rapuh. Breksi vulkanik mungkin diendapkan sebagai lahar, berwarna abu-abu kehitamaan, komponen terdiri dari andesit dan basalt, berukuran 1-20 cm, menyudut- membundar tanggung agak keras. (Hastuti, Yulianto, Putranto, 2016)

II.5 Sumur

a) Sumur Galian

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. (Waluyo, 2009)

b) Sumur Bor

Sumur bor yakni sistem terbaik untuk mendapatkan sumber air bersih dengan kedalaman tertentu. Adapun kedalaman sumur bor yang didapatkan tidak menentu. Sebab ada yang ukurannya pendek dan ada pula yang kedalamannya panjang.

II.6 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographical Information Systems (GIS) atau Geomatika adalah sistem berbasis komputer yang mempunyai empat kemampuan untuk menangani data bereferensi geografi, yaitu pemasukan data (data input), manajemen data penyimpanan (store and management) dan pemanggilan (retrieve), analisis dan manipulasi, serta menghasilkan data (data output) (Aeronoff 1989)

Sistem Informasi Geografis adalah sistem untuk memasukkan, menyimpan, memanipulasi, dan menyajikan data geografi atau data spasial (Congalton and Green 1992).

II.7 ArcGIS

ArcGIS merupakan software berbasis Geographic Information System (GIS) yang dikembangkan oleh ESRI (Environment Science & Research Institute). Produk utama arcgis terdiri dari tiga komponen utama yaitu : ArcView (Berfungsi sebagai pengelola data komprehensif, pemetaan dan analisis), ArcEditor (berfungsi sebagai editor dari data spasial) dan ArcInfo (Merupakan fitur yang menyediakan fungsi – fungsi yang ada di dalam GIS yaitu meliputi keperluan analisa dari fitur Geoprocessing). (PT.Geosriwijaya Nusantara Group, 2016).

III. Metode Penelitian

III.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berpusat pada daerah utara Semarang dan Demak yang berfokus pada beberapa kecamatan antara lain, Kecamatan Semarang Utara, Gayamsari, Genuk, Pedurungan, Semarang Selatan, Semarang Tengah, Semarang Timur, untuk Kota Semarang, serta Kecamatan Sayung, untuk Kabupaten Demak.

III.2. Peralatan dan Data Penelitian

III.2.1 Peralatan Penelitian

Untuk kelancaran dalam menjalankan penelitian ini, digunakan beberapa perangkat penunjang yakni:

1. Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah:
 - a. *Notebook Acer* dengan sistem operasi *Windows 8 Enterprise*, dan *processor Intel^(R) Core^(TM) i3-2310M CPU @2.10 GHz* (Perangkat keras yang digunakan penulis untuk mengolah serta menulis laporan)
 - b. *GPS Handheld* (Digunakan untuk pengambilan titik koordinat)
 - c. *Smartphone Samsung J8* (Digunakan untuk memandu ke lokasi penentuan titik serta sebagai media komunikasi)
2. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah:
 - a. *ArcGIS 10.4.1* (Perangkat lunak pengolah data hasil survey lapangan)
 - b. *Google Chrome* (Media *Browser* penulis untuk mencari referensi)
 - c. *Google Earth Pro* (Perencanaan penentuan titik yang akan diambil dan pengambilan Citra Satelit)
 - d. *Mobile Topographer* (Aplikasi *Smart Phone* sebagai pengganti GPS jika diperlukan untuk pengambilan titik)

III.2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah.

Data spasial dan Data non spasial yang didapatkan dari hasil survey lapangan serta data dari sumber tertentu.

Data penelitian yang digunakan sudah melalui peninjauan *historical* data yang mencakup sumber, tahun serta metode yang digunakan untuk mendapatkan data yang digunakan.

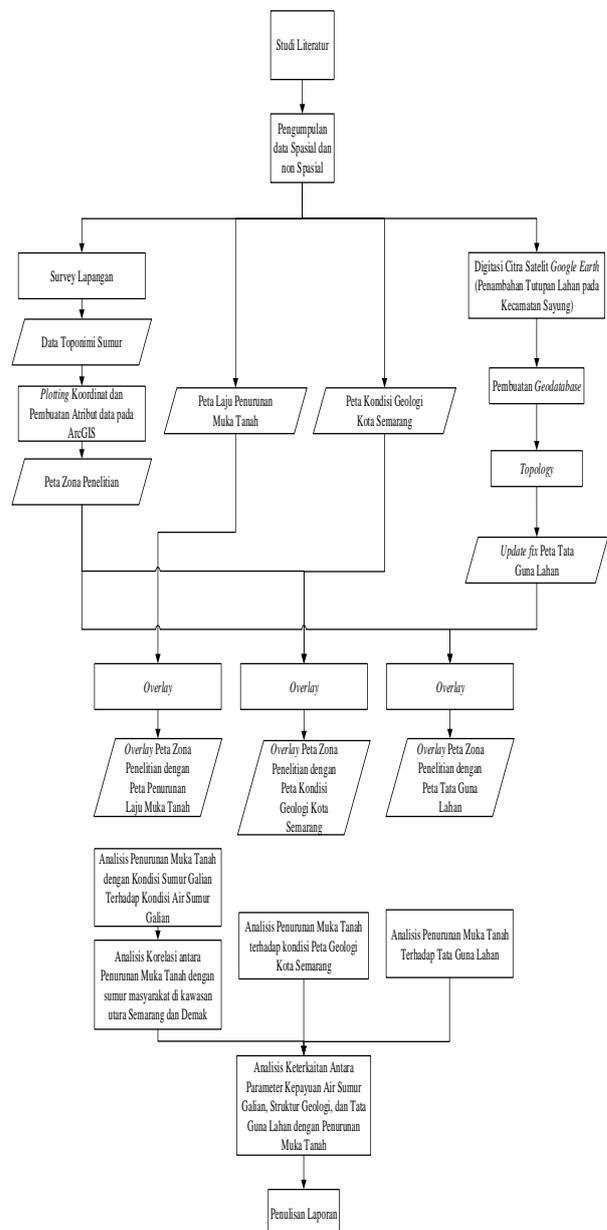
Untuk lebih rinci dapat dilihat pada **Tabel.III.1**

Tabel III.1 Rincian Data Penelitian

| Jenis Data | No | Nama Data | Sumber | Tahun | Metode |
|------------------|----|--------------------------------|------------------------------------|-------|---|
| Data Spasial | 1 | Data Koordinat Sumur | Survey toponimi lokasi studi kasus | 2019 | Pengambilan koordinat menggunakan <i>GPS Handheld</i> |
| | 2 | Citra Satelit | <i>Google Earth</i> | 2019 | <i>Online Google Earth</i> |
| | 3 | Peta Laju Penurunan Muka Tanah | Yuwono, B.D | 2016 | Pengamatan dengan menggunakan GPS pada titik – titik yang mengalami penurunan muka tanah secara berkala sesuai kebutuhan pengamatan GPS sendiri menggunakan metode pengamatan statik yang dilakukan dengan durasi tertentu, bisa 6-7 jam atau 6-8 jam |
| | 4 | Peta Geologi Kota Semarang | Yuwono, B.D | 2012 | Metode gayaberat, yang merupakan metode geofisika yang memanfaatkan medan gravitasi bumi untuk menggambarkan batuan bawah permukaan berdasarkan keragaman rapat masanya |
| | 5 | Peta Tata Guna Lahan | Yuwono, B.D | 2012 | Digitasi <i>on screen</i> |
| Data Non Spasial | 1 | Lokasi Sumur | Survey toponimi lokasi studi kasus | 2019 | Wawancara langsung dengan pemilik atau masyarakat sekitar lokasi Sumur |
| | 2 | Jenis Sumur | | | |
| | 3 | Kedalaman Sumur | | | |
| | 4 | Kepayauan Sumur | | | |

III.3 Diagram Alir

Secara deskriptif, penelitian ini dilakukan dengan tahapan studi literatur untuk memahami dan mengkaji lebih dalam lagi tentang konsep *Land Subsidence* atau Penurunan muka tanah. Kemudian dilakukan pengumpulan data spasial dan non-spasial. Pengumpulan data dilakukan dengan survey toponimi di lapangan di kawasan utara Semarang dan Demak. Selanjutnya data kemudian diolah menggunakan aplikasi ArcGis setelah data di olah maka kemudian di *Overlay* dengan peta laju penurunan muka tanah, peta geologi, dan peta tata guna lahan. Selanjutnya dilakukan analisis untuk penulisan laporan secara garis besar dapat dilihat pada **Gambar III.1**



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

III.4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi tahapan-tahapan pengolahan data spasial dan non spasial sehingga dapat dianalisis dan diberi kesimpulan.

III.4.1 Survey Toponimi

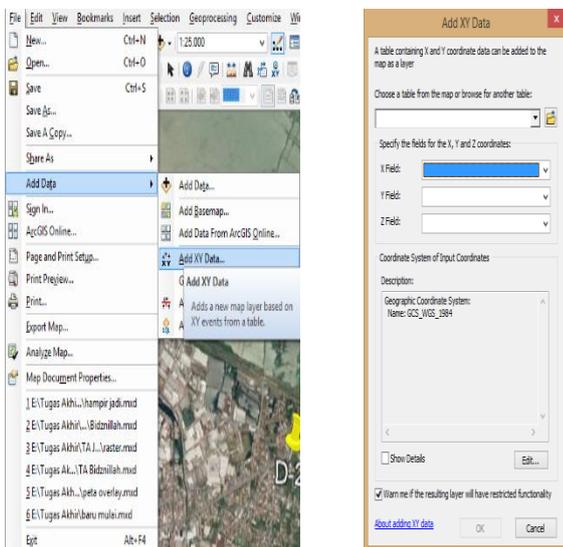
Survey Toponimi dilaksanakan pada wilayah studi kasus, dengan datang langsung ke lokasi objek penelitian yaitu sumur, baik sumur galian maupun sumur bor, selanjutnya pengambilan titik koordinat sumur menggunakan GPS handheld, setelah melakukan pengambilan titik, penulis melakukan wawancara langsung untuk mendapatkan data atribut karakteristik sumur, beberapa pertanyaan yang diajukan didalam angket instrumen penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Berapakah kedalaman sumur(Galian/Bor) ?
2. Apakah air didalam sumur payau ?
3. Apakah muka air sumur pernah mengalami perubahan dari tahun ke-tahun ?

Sedangkan untuk memastikan kepayauan air sumur penulis merasakan langsung air dari sumur yang dijadikan objek penelitian.

III.4.2 Ploting Data Koordinat dan Pembuatan Tabel Atribut pada ArcGIS

Data excel koordinat yang sudah didapatkan dari survei di lapangan kemudian ditambahkan pada ArcMap melalui menu *add X,Y data*.



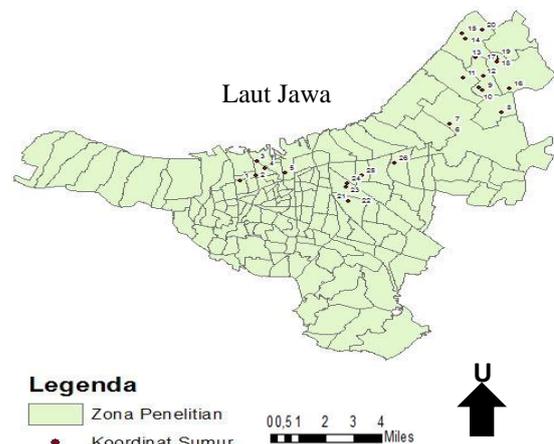
Gambar III.2 Input Data Toponimi xls

Jika data toponimi sudah ditampilkan pada ArcGIS, maka selanjutnya ekspor data tersebut ke dalam *shapefile* agar bisa diintegrasikan dengan data-data *shapefile* yang sudah dilakukan digitasi sebelumnya. Data yang input tidak hanya berupa koordinat, namun juga data atribut lain yang menjadi bagian dari penting untuk analisis hasil dari pengolahan data.

Setelah semua proses *ploting* data hasil survey toponimi sumur pada ArcGIS selesai dilakukan maka selanjutnya dikombinasikan dengan peta Zona Penelitian sehingga membentuk Peta Zona Penelitian dengan titik-titik koordinat sumur. Seperti pada Gambar III.3

III.4.3 Digitasi Tutupan Lahan

Digitasi pada penelitian ini menggunakan



Gambar III.3 Peta zona penelitian dengan titik koordinat

perangkat lunak ArcGIS versi 10.4.1, yang dilakukan di atas citra satelit dari *Google Earth* dengan metode digitasi *on screen*. Unsur-unsur peta yang akan didapatkan dari proses digitasi ini, antara lain digitasi kawasan pemukiman, kawasan industri serta kawasan tambak.

Langkah pertama untuk melakukan digitasi menggunakan Citra satelit dari *Google Earth* yaitu memotong Citra satelit pada *Google earth* dengan cara menentukan titik – titik kontrol koordinat yang akan diikatkan lalu men-*save* gambar Citra satelit tersebut, kemudian me-*rektifikasinya* di ArcMap 10.4.1 dengan menggunakan menu *Georeferencing* kemudian *add control point* pada titik kontrol yang sudah dibuat pada gambar yang di *save* sehingga terikat dan sesuai dengan sistem referensi koordinat.

Selanjutnya membuat *shapefile* baru pada menu *Catalog* yang ada pada ArcMap 10.4.1 *Shapefile* yang akan dibuat antara lain yaitu *shapefile* kawasan pemukiman, *shapefile* kawasan industri, *shapefile* tambak, dan *shapefile* koordinat sumur.

Jika setiap *shapefile* sudah dibuat maka digitasi bisa langsung dilakukan, yaitu dengan mengaktifkan *editor* terlebih dahulu, kemudian memilih *shapefile* yang akan didigit pada menu *Create Features*.

Setelah melakukan digitasi pada citra satelit maka akan didapa Data yang berupa data-data dalam format *shapefile*. Data-data tersebut terdiri dari *shapefile* kawasan pemukiman, industri, tambak dan toponimi koordinat sumur. Berikut merupakan tampilan dari data-data *shapefile* tersebut pada *Table Of Contents*.

Jika dilihat pada *Data View*, maka tampilan *shapefile* tersebut akan terlihat seperti berikut.

III.4.4 Geodatabase dan Topologi

Data digitasi citra satelit dan data survei lapangan yang sudah diubah menjadi data *shapefile* kemudian digabungkan menjadi suatu *geodatabase* untuk selanjutnya dilakukan proses topologi pada data tersebut.

Geodatabase sendiri merupakan kumpulan data set yang terdiri dari beberapa *shapefile*, sedangkan Topologi merupakan cara untuk mengkoreksi dan mengeliminasi kesalahan sesuai dengan aturan kesalahan yang kita ingin seleksi dengan menggunakan *menu Topology*.

Agar bisa dilakukan proses topologi pada *geodatabase*, diperlukan *Feature Dataset* yang berfungsi menggabungkan beberapa *shapefile* menjadi satu *file dataset* di dalam sebuah *geodatabase*.

Pada *dataset* yang sudah dibuat, impor semua *shapefile* yang didapatkan dari digitasi.

Pada *dataset* yang sudah dibuat, selanjutnya dibuat fitur topologi baru untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi kesalahan pada *shapefile* yang didapatkan dari digitasi sebelumnya.

Memilih *feature* apa saja yang akan dilakukan topologi, yaitu *feature* pemukiman dan industri. Pemilihan *feature* yang akan di topologi sendiri di lihat dari seberapa besar kemungkinan terjadinya kesalahan saat digitasi.

Pada fitur topologi, aturan (*Rule*) dipilih oleh pengguna ArcMap itu sendiri, karena tidak semua *Rule* yang disediakan sesuai dengan kriteria topologi yang ingin didapatkan.

Rule yang digunakan pada *dataset* ini adalah:

1. *Must Not Overlap* untuk *feature* pemukiman dan industri.
2. *Must Not Have Gaps* untuk *feature* pemukiman dan industri.

Jika sudah selesai membuat Rule pada topologi, maka selanjutnya adalah melakukan validasi untuk melihat error yang terdapat pada *dataset*. Validasi dilakukan dengan memilih file topologi yang ada pada jendela Catalog, kemudian memilih tombol *Validate*. Ketika validasi telah selesai, maka secara otomatis akan muncul error pada jendela *Table Of Contents*. Error yang ditunjukkan berwarna merah yaitu *Area Errors*, *Line Errors*, dan *Point Errors*.

Menjalankan *Error Inspector* dengan mengaktifkan *editor* terlebih dahulu, kemudian memblok semua *feature*, lalu memilih tombol *Search Now* pada jendela *Error Inspector*.

Maka akan didapatkan jumlah *error* yang terdapat pada *dataset*. Selanjutnya mengeliminasi semua *error* tersebut dengan langsung melakukan *zoom* pada *error*, kemudian pilih *tools* yang disediakan untuk mengeliminasi *error* tersebut. Proses *topology* telah selesai.

III.4.5 Overlay

Tahap *overlay* sendiri merupakan tahap akhir bagi peneliti dalam proses pengolahan data. *Overlay* sendiri merupakan fitur yang digunakan untuk proses penyatuan dua *layer* berbeda. Ada berbagai macam

metode *overlay* namun dalam hal ini peneliti menggunakan metode *Intersect*. Metode *Intersect* sendiri merupakan cara untuk memotong *layer data* sesuai dengan *layer* yang kita miliki tanpa menghapus atribut yang ada didalam *layer* yang di potong.

Penggunaan metode *Intersect* sendiri dikarenakan beberapa data yang dimiliki terlalu luas untuk wilayah zona penelitian, oleh karena itu penggunaan fitur *Intersect* dirasa cocok untuk model data yang digunakan dalam penelitian ini.

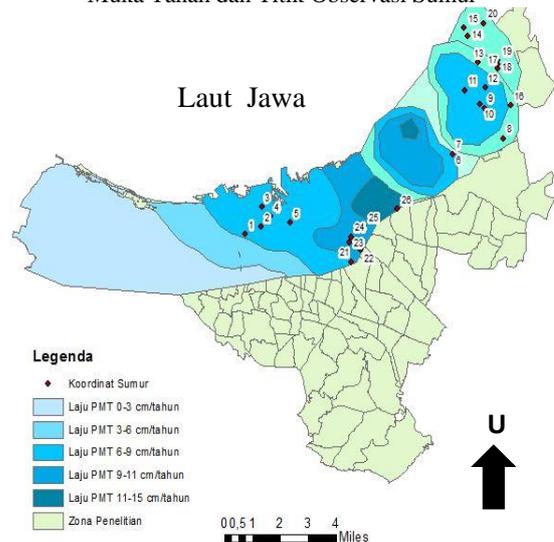
IV Hasil dan Pembahasan

IV.1 Analisis Penurunan Muka Tanah dengan Kondisi Sumur Galian

Untuk melakukan analisis keterkaitan antara penurunan muka tanah dengan kondisi sumur galian yang ada pada area terjadinya penurunan muka tanah maka penulis melakukan *overlay* peta area penurunan muka tanah dengan titik observasi sumur galian yang masuk kedalam area penurunan muka tanah di wilayah Semarang Utara.

Hasil *overlay* peta area penurunan muka tanah dengan titik observasi dapat dilihat pada **Gambar IV.1**

Gambar IV.1 Hasil *Overlay* antara Peta Area Penurunan Muka Tanah dan Titik Observasi Sumur



Setelah di *overlay* maka tampak bahwa semua titik koordinat observasi masuk dalam area laju penurunan muka tanah, selanjutnya untuk menganalisis sejauh mana korelasi antara kepayauan air sumur dengan laju penurunan muka tanah, penulis menggunakan tabel untuk selanjutnya mengklasifikasikan besarnya laju penurunan muka tanah, sehingga dapat dianalisis berdasarkan asumsi penulis.

Klasifikasi besar nya laju penurunan muka tanah, bedasarkan tinggi laju penurunannya, klasifikasi sendiri dibagi menjadi tiga kelas yaitu, rendah, sedang, datinggi, yang masing-masing berdasarkan nilai penurunannya yang apabila ≥ 8 Cm/tahun maka dikategorikan rendah, 8 Cm - ≤ 10 Cm/tahun

dikategorikan sedang, dan $10 \text{ Cm} - \leq 15 \text{ Cm/tahun}$ dikategorikan tinggi. Seperti pada **Tabel IV.1**.

Tabel IV.1 Tabel Klasifikasi Laju Penurunan Muka Tanah

| Klasifikasi Laju PMT | Titik | Kondisi sumur | | | Laju PMT (Cm/tahun) |
|----------------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| | | Jenis Sumur | Kedalaman (m) | Kepayauan Air | |
| Laju PMT Rendah | 1 | Galian | 6 | Payau | 6 |
| | 2 | Bor | 80 | Tidak Payau | 6 |
| | 3 | Galian | 3 | Payau | 8 |
| | 4 | Galian | 4 | Payau | 8 |
| | 8 | Bor | 25 | Payau | 6 |
| | 12 | Bor | 100 | Payau | 6 |
| | 13 | Bor | 100 | Payau | 6 |
| | 14 | Bor | 70 | Tidak Payau | 6 |
| Laju PMT Sedang | 15 | Bor | 25 | Payau | 6 |
| | 16 | Bor | 17 | Payau | 6 |
| | 5 | Galian | 18 | Payau | 9 |
| | 17 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 |
| | 18 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 |
| | 19 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 |
| Laju PMT Tinggi | 20 | Bor | 120 | Tidak Payau | 9 |
| | 21 | Galian | 6 | Payau | 9 |
| | 22 | Galian | 5 | Payau | 10 |
| | 23 | Bor | 110 | Tidak Payau | 10 |
| | 6 | Galian | 5 | Payau | 11 |
| | 7 | Bor | 120 | Tidak Payau | 11 |
| | 9 | Bor | 125 | Tidak Payau | 12 |
| | 10 | Bor | 125 | Tidak Payau | 12 |
| Laju PMT Tinggi | 11 | Bor | 80 | Payau | 11 |
| | 24 | Galian | 5 | Payau | 10,5 |
| | 25 | Bor | 120 | Tidak Payau | 11 |
| | 26 | Bor | 125 | Tidak Payau | 13 |

Berdasarkan hasil klasifikasi laju penurunan muka tanah pada **Tabel IV.1** maka dapat dilihat pada laju penurunan muka tanah rendah terdapat 10 titik sumur yang didominasi oleh kondisi air sumur yang payau, pada laju penurunan muka tanah sedang terdapat 8 titik sumur yang didominasi oleh kondisi air sumur yang tidak payau, serta pada laju penurunan muka tanah tinggi terdapat 8 titik yang didominasi oleh kondisi air sumur yang tidak payau.

Berdasarkan hasil tersebut maka tidak terdapat korelasi yang signifikan antara laju penurunan muka tanah terhadap kondisi kepayauan air sumur galian.

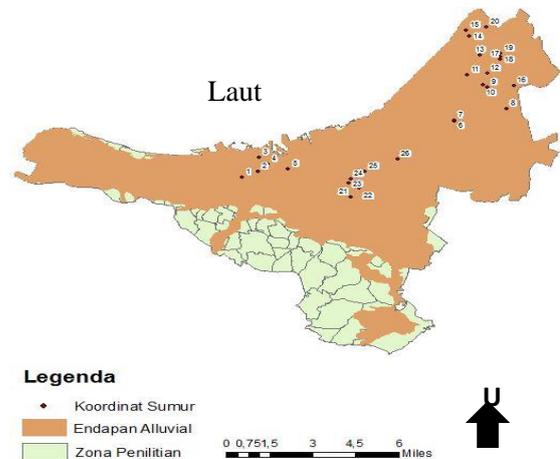
Sedangkan apabila ditinjau dari kedalaman sumur, sumur bor yang memiliki kedalaman kurang dari 100m kondisi air sumur nya payau, namun untuk kedalaman diatas 100m kondisi air sumur nya tidak payau.

Dari kesimpulan klasifikasi, dapat disimpulkan bahwa sumur dengan kedalaman kurang dari 100m kondisi air sumur nya mengalami kepayauan, sedangkan untuk kedalaman lebih dari 100m dimungkinkan air sumur bor yang didapat adalah air yang tidak payau karena air yang dihasilkan bukan air yang terkena dampak intrusi air laut.

IV.2 Analisis Penurunan Muka Tanah terhadap Kondisi Geologi Wilayah Studi Kasus

Proses *overlay* antara peta zona penelitian dengan peta kondisi geologi wilayah studi kasus bertujuan untuk menganalisis seberapa jauh pengaruh kondisi geologi terhadap laju penurunan muka tanah yang mengacu pada titik koordinat sumur yang telah dianalisis berdasarkan kepayauan kandungan air nya .

Berikut hasil *overlay* antara peta zona penelitian dengan peta geologi di wilayah studi kasus :



Gambar IV.2 Hasil *Overlay* antara Peta Zona Penelitian dan Kondisi Geologi Studi Kasus

Detail klasifikasi kondisi geologi studi kasus dapat di lihat pada **Tabel IV.2**

Tabel IV.2 Tabel Struktur Geologi di Daerah yang Terjadi Penurunan Muka Tanah

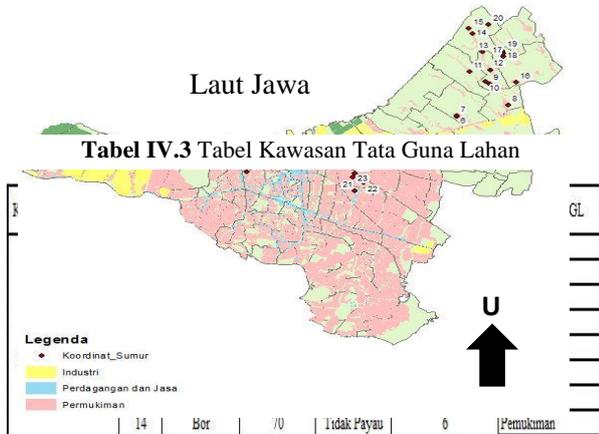
| Klasifikasi Laju PMT | Titik | Kondisi sumur | | | Laju PMT (Cm/tahun) | Struktur Geologi |
|----------------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------------|------------------|
| | | Jenis Sumur | Kedalaman (m) | Kepayauan Air | | |
| Laju PMT Rendah | 1 | Galian | 6 | Payau | 6 | Endapan Alluvial |
| | 2 | Bor | 80 | Tidak Payau | 6 | Endapan Alluvial |
| | 3 | Galian | 3 | Payau | 8 | Endapan Alluvial |
| | 4 | Galian | 4 | Payau | 8 | Endapan Alluvial |
| | 8 | Bor | 25 | Payau | 6 | Endapan Alluvial |
| | 12 | Bor | 100 | Payau | 6 | Endapan Alluvial |
| | 13 | Bor | 100 | Payau | 6 | Endapan Alluvial |
| | 14 | Bor | 70 | Tidak Payau | 6 | Endapan Alluvial |
| Laju PMT Sedang | 15 | Bor | 25 | Payau | 6 | Endapan Alluvial |
| | 16 | Bor | 17 | Payau | 6 | Endapan Alluvial |
| | 5 | Galian | 18 | Payau | 9 | Endapan Alluvial |
| | 17 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 | Endapan Alluvial |
| | 18 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 | Endapan Alluvial |
| | 19 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 | Endapan Alluvial |
| Laju PMT Tinggi | 20 | Bor | 120 | Tidak Payau | 9 | Endapan Alluvial |
| | 21 | Galian | 6 | Payau | 9 | Endapan Alluvial |
| | 22 | Galian | 5 | Payau | 10 | Endapan Alluvial |
| | 23 | Bor | 110 | Tidak Payau | 10 | Endapan Alluvial |
| | 6 | Galian | 5 | Payau | 11 | Endapan Alluvial |
| | 7 | Bor | 120 | Tidak Payau | 11 | Endapan Alluvial |
| | 9 | Bor | 125 | Tidak Payau | 12 | Endapan Alluvial |
| | 10 | Bor | 125 | Tidak Payau | 12 | Endapan Alluvial |
| Laju PMT Tinggi | 11 | Bor | 80 | Payau | 11 | Endapan Alluvial |
| | 24 | Galian | 5 | Payau | 10,5 | Endapan Alluvial |
| | 25 | Bor | 120 | Tidak Payau | 11 | Endapan Alluvial |
| | 26 | Bor | 125 | Tidak Payau | 13 | Endapan Alluvial |

Selanjutnya menganalisis hasil dari *Overlay* antara peta hasil digitasi dan peta geologi wilayah studi kasus, semua titik observasi masuk kedalam area Endapan Permukaan Alluvium, 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, karenanya daerah utara Semarang dan Sayung rentan terjadi penurunan muka tanah.

Maka dengan demikian dapat diasumsikan bahwa struktur geologi di area laju penurunan muka tanah sangat berpengaruh terhadap terjadinya penurunan muka tanah karena masih terjadi konsolidasi alamiah.

IV.3 Analisis Penurunan Muka Tanah Terhadap Tata Guna Lahan

Proses analisis sendiri dilakukan dengan mendata wilayah tata guna lahan pada titik observasi.



Tabel IV.3 Tabel Kawasan Tata Guna Lahan

| | 14 | Bor | 10 | Tidak Payau | 6 | Pemukiman |
|-----------------|----|--------|-----|-------------|------|-----------|
| Laju PMT Sedang | 17 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 | Pemukiman |
| | 18 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 | Pemukiman |
| | 19 | Bor | 118 | Tidak Payau | 9 | Pemukiman |
| | 20 | Bor | 120 | Tidak Payau | 9 | Pemukiman |
| | 21 | Galian | 6 | Payau | 9 | Pemukiman |
| | 22 | Galian | 5 | Payau | 10 | Pemukiman |
| Laju PMT Tinggi | 6 | Galian | 5 | Payau | 11 | Pemukiman |
| | 7 | Bor | 120 | Tidak Payau | 11 | Pemukiman |
| | 9 | Bor | 125 | Tidak Payau | 12 | Pemukiman |
| | 10 | Bor | 125 | Tidak Payau | 12 | Pemukiman |
| | 11 | Bor | 80 | Payau | 11 | Pemukiman |
| | 24 | Galian | 5 | Payau | 10,5 | Pemukiman |
| | 25 | Bor | 120 | Tidak Payau | 11 | Pemukiman |
| | 26 | Bor | 125 | Tidak Payau | 13 | Industri |

Setelah dilakukan *overlay* antara Peta zona penelitian dengan Peta tata guna lahan maka dapat dilihat bahwa hampir semua titik observasi berada pada kawasan pemukiman. Seperti pada Tabel IV.3.

Berdasarkan Tabel IV.3, dapat dilihat bahwa 99% titik observasi berada pada kawasan pemukiman hal ini dapat diasumsikan bahwa wilayah titik observasi yang hampir semuanya berada pada kawasan pemukiman menjadi salah satu faktor terjadinya penurunan muka tanah di kawasan tersebut.

Hal ini berdasarkan salah satu faktor penyebab terjadinya penurunan muka tanah adalah, ekstraksi air yang berlebihan pada kawasan pemukiman dan industri.

Maka dari itu penulis dapat berasumsi bahwa kondisi kepayauan air sumur di kawasan yang mengalami penurunan muka tanah di daerah utara Semarang dan Demak memiliki keterkaitan dengan tata guna lahan sekitarnya.

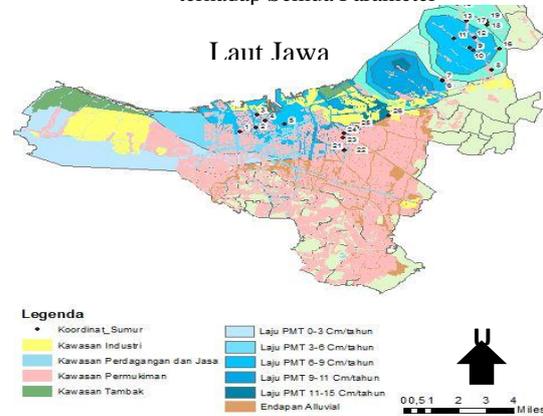
IV.4 Analisis Keterkaitan Antara Parameter Kepayauan Air Sumur Galian, Struktur Geologi, dan Tata Guna Lahan dengan Penurunan Muka Tanah

Analisis keterkaitan antara parameter kepayauan air sumur galian, struktur geologi, dan tata guna lahan

dengan penurunan muka tanah dilakukan dengan cara meng-*overlay* semua peta agar dapat dilihat keterkaitannya antara satu dengan yang lain.

Berikut hasil *overlay* semua parameter terhadap peta zona penelitian :

Gambar IV.4 Hasil *Overlay* antara Peta Zona Penelitian terhadap Semua Parameter



Secara garis besar penyebab kepayauan air sumur galian disebabkan karena hilangnya lapisan air penahan tanah, yang disebabkan karena ekstraksi air oleh manusia disekitar kawasan yang mengalami laju penurunan muka tanah, hilangnya lapisan air penahan tersebut mengakibatkan kekosongan, yang mengakibatkan menurunnya permukaan tanah serta air laut juga masuk untuk mengisi ruang yang tadinya berisi lapisan air penahan tanah, sehingga menyebabkan air tanah menjadi payau.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

- Berdasarkan klasifikasi nya ada 10 titik yang masuk kedalam laju penurunan muka tanah yang rendah, 8 titik yang masuk kedalam laju penurunan muka tanah sedang, serta 8 titik yang masuk kedalam laju penurunan muka tanah yang tinggi, dari kesemua klasifikasi didominasi oleh kondisi air sumur yang tidak payau, maka dari itu tidak terdapat korelasi yang signifikan antara laju penurunan muka tanah terhadap kondisi kepayauan sumur galian.

Sedangkan apabila ditinjau dari kedalaman sumur, sumur bor yang memiliki kedalaman kurang dari 100m kondisi air sumur nya payau, namun untuk kedalaman diatas 100m kondisi air sumur nya tidak payau.

- Berdasarkan hasil literatur penulis mengenai parameter penyebab terjadinya penurunan muka tanah, maka penulis dapat menyimpulkan adanya keterkaitan antara parameter yang di analisis dengan penyebab terjadinya penurunan muka tanah.

a) Berdasarkan parameter geologi

Dari hasil *overlay* semua titik observasi masuk kedalam area Endapan Permukaan Alluvium, dimana batuan aluvium sendiri merupakan jenis batuan yang terbentuk dari endapan sedimen yang di alirkan oleh sungai. Batuan tersebut dapat di jadikan indikator bahwa

daerah utara Semarang dan Demak sangat rentan terhadap penurunan muka tanah.

b) Berdasarkan parameter tata guna lahan

Berdasarkan hasil data yang didapat diketahui bahwa 99% titik observasi berada di kawasan pemukiman, sehingga ekstraksi air yang berlebihan pada kawasan pemukiman menyebabkan intrusi air laut.

Maka dari itu penulis dapat berasumsi bahwa kondisi kepayauan air sumur di kawasan yang mengalami penurunan muka tanah di daerah utara Semarang dan Demak memiliki keterkaitan dengan tata guna lahan sekitarnya. Berdasarkan hasil analisis korelasi semua parameter terhadap laju penurunan muka tanah, masih belum ditemukan korelasi yang signifikan.

V.2 Saran

1. Untuk menganalisis keterkaitan antara laju penurunan muka tanah dengan kondisi sumur milik masyarakat, sebaiknya memperluas area penelitian.
2. Pelaksanaan survey lapangan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian, haruslah dengan persiapan yang matang, jika melakukan wawancara langsung ada baiknya berkoordinasi dengan Kades, Lurah, RT atau RW setempat guna kelancaran saat melakukan pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, Mohammad., Yuwono, B.D., Awaluddin, Moehammad. 2018. *STUDI PENURUNAN TANAH PERIODE 2016 – 2017 MENGGUNAKAN GAMIT 10.6 (Studi Kasus : Pesisir Kecamatan Sayung, Demak)*. Jurnal Geodesi Undip 2018
- Afrianita, Reri., Edwin, Tivany., Aroya, Alawiyah. 2017. *ANALISIS INTRUSI AIR LAUT DENGAN PENGUKURAN TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS) AIR SUMUR GALI DI KECAMATAN PADANG UTARA*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. 2017
- Faizana, Fina., Nugraha, A.L., Yuwono, B.D. 2015. *PEMETAAN RISIKO BENCANA TANAH LONGSOR KOTA SEMARANG*. Jurnal Geodesi Undip. 2015
- Khoirunisa, Risty., Yuwono, B.D., Wijaya, A.P. 2015. *ANALISIS PENURUNAN MUKA TANAH KOTA SEMARANG TAHUN 2015 MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK GAMIT 10.5*. Jurnal Geodesi Undip. 2015
- Prasetya, A.B., Yuwono, B.D., Awaluddin, Moehammad. 2017. *PEMANTAUAN PENURUNAN MUKA TANAH KOTA SEMARANG TAHUN 2016 MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK GAMIT 10.6*. Jurnal Geodesi Undip 2018
- Putranto, T.T., Susanto, N., Dwiyanto, J.S., Anatoly, N., dan Aufa, Rifqi. 2015. *PENGUKURAN GEOLISTRIK PADA DAERAH RAWAN GERAKAN TANAH DI KOTA SEMARANG UNTUK IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR. GRHA SABHA PRAMANA*. 2015
- Supriyadi, Khumaedi. 2016. *EDUKASI FENOMENA AMBLESAN-INTRUSI AIR LAUT DAN PENANGGULANGANNYA DI SEMARANG UTARA*. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. 2016
- Yuwono, B.D, Abidin, H.Z, Hilmi, Muhammad. 2013. *ANALISA GEOSPASIAL PENYEBAB PENURUNAN MUKA TANAH DI KOTA SEMARANG*. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. 2013
- Yuwono, B.D. 2013. *KORELASI PENURUNAN MUKA TANAH DENGAN PENURUNAN MUKA AIR TANAH DI KOTA SEMARANG*. Fakultas Teknik Univesitas Diponegoro. 2013