



LAPORAN AKHIR



KAJIAN HIDROGEOLOGI CEKUNGAN AIR TANAH DI KECAMATAN PEKALONGAN UTARA



**Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan
Pengembangan Daerah Kota Pekalongan**

Jl. Sriwijaya No. 44 Pekalongan 51111 Telp./Fax. (0285) 423223

Email: pekalongankota.bappeda@gmail.com

Tahun 2018

KATA PENGANTAR

Laporan ini merupakan laporan Akhir Kajian Hidrogeologi Cekungan Air Tanah di Kecamatan Pekalongan Utara, laporan ini diharapkan dapat mengetahui fenomena terjadinya penurunan muka tanah dan keterkaitannya dengan penurunan muka air tanah, sehingga dapat diperoleh langkah langkah yang optimal dalam mencegah terjadinya penurunan muka tanah.

Laporan ini menguraikan data-data sumber daya air tanah, kondisi fisik Kecamatan Pekalongan Utara – Kota Pekalongan, tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan, serta hasil yang dicapai atau ditampilkan pada laporan ini.

Penyusun, mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kepercayaan yang diberikan untuk melaksanakan pekerjaan ini.

Pekalongan, Agustus 2018

Tim Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud Dan Tujuan.....	1
1.3. Ruang Lingkup.....	2
1.3.1. Lingkup Wilayah.....	2
1.3.2. Lingkup Substansi.....	2
1.4. Metodologi	2
BAB 2 LOKASI PENELITIAN	4
BAB 3 DASAR TEORI	
3.1. Air Tanah	16
3.2. Geolistik (Metoda Schlumberger)	17
3.3. Penurunan Muka Tanah	20
3.4. Intrusi Air Laut	24
BAB 4 ANALISA	
4.1. Analisa Geolistik	26
4.2. Intrusi Air Laut	28
4.3. Penurunan Muka Tanah	31
4.4. Rob (Banjir Air Laut)	33
BAB 5 KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan.....	4
Gambar : Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa Tengah.....	11
Gambar Administrasi Kota Pekalongan.....	13
Gambar Rata Rata Temperatur (oC)	14
Gambar Rata Rata Presipitasi (mm)	14
Gambar Rata Rata Hari Hujan (Hari)	15
Gambar Pola Angin Tanggal 26 April 2018	15
Gambar 3.1. Bidang equipotensial yang ditimbulkan oleh dua elektroda arus C di permukaan bumi.	18
Gambar 3.2. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger.....	18
Gambar 4.1. Zonasi Intrusi Air Laut Berdasarkan Hasil Pengukuran Geolistrik	30
Gambar 4.2. Zona Rentan Penurunan Tanah	30
Gambar 4.3. Laju Penurunan permukaan tanah	32
Grafik GL -1.....	41
Grafik GL -2.....	41
Grafik GL -3.....	42
Grafik GL -4.....	42
Grafik GL -5.....	43
Grafik GL -6.....	43
Grafik GL -7.....	44
Grafik GL -8.....	44
Grafik GL -9.....	45
Grafik GL -10.....	45
Photo Lapangan.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Koordinat Titik Geolistrik.....	26
Tabel Hasil Interpretasi dari Pengukuran Geolistrik.....	27
Tabel No. Point GL -1	46
Tabel No. Point GL -2.....	47
Tabel No. Point GL -3.....	48
Tabel No. Point GL -4.....	49
Tabel No. Point GL -5.....	50
Tabel No. Point GL -6.....	51
Tabel No. Point GL -7.....	52
Tabel No. Point GL -8.....	53
Tabel No. Point GL -9.....	54
Tabel No. Point GL -10.....	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Penggunaan air untuk memenuhi kebutuhan masyarakat diperlukan tidak hanya dalam jumlah yang banyak tetapi juga dalam kondisi bersih. Salah satu sumber air yang memungkinkan adalah air tanah, karena sumber air permukaan di daerah ini cukup terbatas, mengharuskan pengadaan air bersih dilakukan dengan memanfaatkan sumber alternatif lain, yaitu dengan pemanfaatan air tanah.

Untuk menunjang pelaksanaan pemanfaatan air tanah tersebut diperlukan terlebih dahulu suatu penelitian tentang keberadaan air tanah melalui pemetaan kondisi akuifer yaitu dengan metode penyelidikan geolistrik (tahanan jenis) dan uji pompa. Penyelidikan geolistrik ini adalah berdasarkan pada harga-harga konstras tahan jenis yang diperoleh setelah dilakukan interpretasi geolistrik secara kuantitatif yang ditunjang dengan data geologi dan hidrogeologi setempat. Berdasarkan harga konstras tahanan jenis inilah, maka lapisan-lapisan batuan yang berfungsi sebagai lapisan pembawa air (akuifer) maupu lapisan kedap air yang mempunyai sifat-sifat fisika dan harga tahan jenis berbeda dapat diduga baik posisi maupun ketebalannya. Sementara uji pompa dapat menentukan kemampuan batuan yang sebagai akuifer untuk meloloskan air tanah, di mana semakin mudah batuan dapat meloloskan air maka batuan tersebut mempunyai potensi air tanah yang tinggi jika dibandingkan dengan batuan yang sulit untuk melepaskan air tanah.

1.2. MAKSUD DAN TUJUAN

Pelaksanaan Pemetaan Hidrogeologi ini dimaksudkan untuk memperoleh gambaran tentang penyebaran berbagai lapisan batuan di bawah permukaan serta kemampuan untuk meloloskan air tanah. Sementara tujuannya adalah

untuk dapat menentukan kebijakan yang berkaitan dengan pemanfaatan serta konservasi air tanah di Kecamatan Pekalongan Utara.

1.3. RUANG LINGKUP

1.3.1. Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah kegiatan Pemetaan Hidrogeologi Kecamatan Pekalongan Utara adalah di Wilayah Kecamatan Pekalongan Utara.

1.3.2. Lingkup Substansi

Lingkup Subtansi kegiatan Pemetaan Hidrogeologi di Wilayah Pekalongan Utara meliputi:

1. Pekerjaan Persiapan
 - Administrasi, Rencana Kerja dan Peralatan
 - Studi Literatur dan Pengumpulan data sekunder
2. Pekerjaan Lapangan
 - Pengamatan Geologi dan Hidrogeologi Lapangan
 - Pengukuran / pengambilan data lapangan
3. Pekerjaan Studio / Analisis dan Interpretasi Data
 - Pengolahan, Analisis dan Interpretasi Data
4. Penyusunan Laporan
5. Sosialisasi / Presentasi

1.4. METODOLOGI

➤ Tahap Persiapan,

Pada tahap ini dilakukan inventarisasi data hidrogeologi dan data terkait dari berbagai instansi, yang meliputi :

- Pengumpulan data sekunder, seperti geologi, iklim, hidrogeologi regional, dan lain-lain.
- Pencetakan peta dasar topografi skala 1 : 25.000 , 1 : 50.000 dan 1 : 100.000
- Penggambaran peta dasar

- Telaah data sekunder untuk perencanaan pekerjaan lapangan
- Penyelesaian administrasi, meliputi pembuatan proposal penyelidikan, surat izin penyelidikan, dan lain-lain.
- Penyiapan alat survey

➤ **Tahap Pekerjaan Lapangan**

Beberapa kegiatan yang dilaksanakan pada tahap ini adalah:

- Pengurusan izin survey pada Pemerintah Kota Pekalongan
- Orientasi medan untuk perencanaan pekerjaan lapangan
- Penentuan pangkalan kerja (base camp)
- Inventarisasi data sekunder pada instansi setempat, meliputi data rencana pengembangan wilayah dan strategi pembangunan, kependudukan, tatagunalahan, iklim, serta data berbagai aspek lainnya yang terkait dengan penyelidikan ini.
- Pengukuran dan pemeriksaan data air tanah pada sistem akuifer dangkal dan dalam melalui sumur gali dan sumur bor
- Pengamatan dan pengukuran mata air untuk mengetahui keterdapatan dan kualitas air tanah pada suatu akuifer tertentu.
- Uji pemompaan sumur gali dan sumur bor untuk mengetahui parameter akuifer.
- Pengambilan dan pengiriman sampel air tanah yang dikumpulkan dari beberapa lokasi terpilih
- Penyelidikan geolistrik untuk mengetahui konfigurasi akuifer di bawah permukaan.

➤ **Presentasi**

Dilaksanakan di Lingkup Pemerintah Kota Pekalongan, sebagai pemaparan /penyampaian hasil pekerjaan lapangan.

BAB 2

LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian yaitu di Wilayah Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan, Jawa Tengah dengan batas wilayah adalah sebagai berikut :

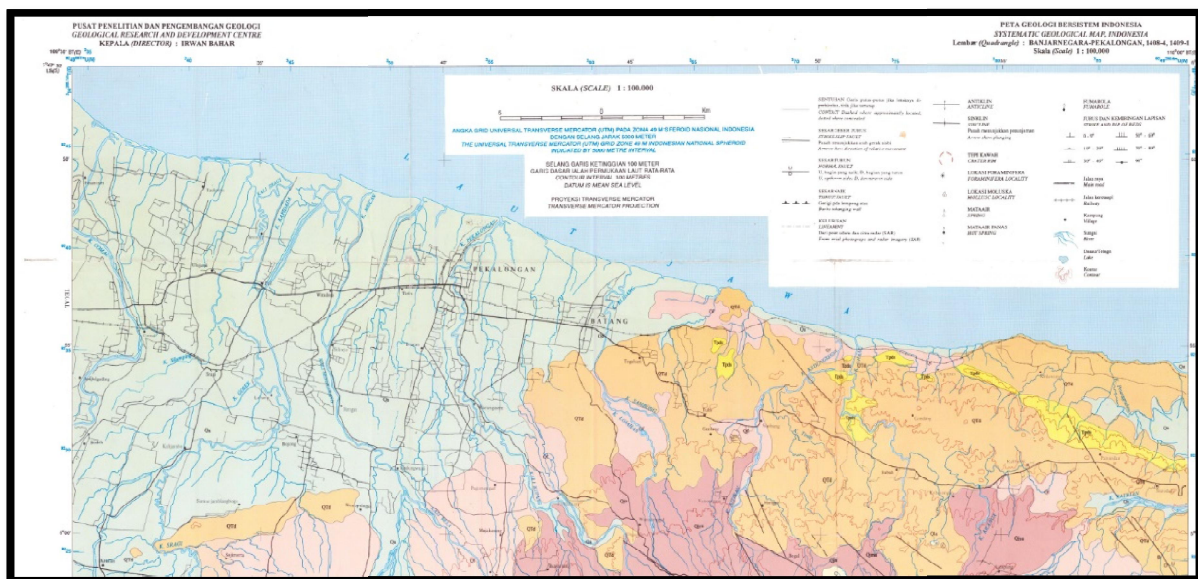
Utara : Laut Jawa,

Timur : Kabupaten Batang

Selatan : Kecamatan Pekalongan Timur

Barat : Kecamatan Pekalongan Barat.

Wilayah pesisir ini merupakan suatu paparan endapan dataran pantai. Zona ini mempunyai ciri geologi endapan dataran banjir dan endapan aluvium. Daerah ini umumnya berupa paparan dataran rendah.



Gambar Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan

Berikut penjelasan peta geologi lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa Tengah yang meliputi stratigrafi regional, sumberdaya mineral, struktur geologi dan tektonik regional.

Stratigrafi Regional Lembar Banjarnegara dan Pekalongan

Tatanan **stratigrafi regional lembar Banjarnegara dan Pekalongan** yang diurutkan dari muda ke tua sebagai berikut:

- **Aluvial** (Qa): kerikil, pasir, lanau dan lempung. Merupakan endapan sungai dan rawa dengan tebal hingga 150 meter.
- **Batuan Gunung Api Sundoro** (Qsu): Lava andesit dengan kandungan mineral hipersten-augit; basal dengan kandungan mineral olivin-augit; breksi aliran; breksi piroklastik dan lahar.
- **Batuan Gunung Api Sumbing** (Qsm): lava andesit dengan kandungan mineral augit-olivin; breksi aliran; breksi piroklastik dan lahar.
- **Batuan Gunung Api Dieng** (Qd): lava andesit dan andesit kuarsa serta batuan klastika gunungapi. Kandungan silika batuan berkurang dari muda ke tua.
- **Kipas Aluvial** (Qf): terutama bahan hasil rombakan gunungapi. Telah tersayat.
- **Endapan Danau dan Aluvial** (Qla): pasir, lanau, lumpur dan lempung. Setempat tufaan.
- **Batuan Gunung Api Jembangan** (Qj): lava andesit dan batuan klastika gunung api. Mineral penyusun terdiri atas hipersten-augit, setempat mengandung hornblende dan olivin. Berupa aliran lava, breksi aliran dan piroklastik, lahar dan aluvial (Qjo dan Qjm); lahar dan endapan aluvial terdiri dari bahan rombakan gunung api, aliran lava dan breksi ($Qjya$ dan $Qjma$) yang terendapkan pada lereng landai agak jauh dari pusat erupsi dibandingkan dengan batuan $Qjyf$ dan $Qjmf$ yang juga berupa aliran lava dan breksi dengan breksi piroklastik dan lahar.
- **Endapan Undak** (Qt): pasir, lanau, tufa, konglomerat, batu pasir tufaan dan breksi tufaan. Tersebar di sepanjang lembah Serayu.
- **Formasi Kaligetas** ($Qpkg$): breksi vulkanik, aliran lava, tufa, batu pasir tufaan dan batu lempung. Breksi aliran dengan sisipan lava dan tufa halus sampai kasar. Setempat di bagian bawahnya ditemukan batu lempung yang mengandung moluska dan batupasir tufaan. Batuan gunung api yang melapuk berwarna coklat kemerahan dan sering membentuk bongkah-bongkah besar. Tebal berkisar antara 50-200 meter.

- **Anggota Breksi Formasi Ligung (*QTlb*):** breksi gunung api (agglomerat) bersusunan andesit, lava andesit hornblende dan tufa. Merupakan bagian atas dari formasi Ligung.
- **Anggota Batu Lempung Formasi Ligung (*QTlc*):** batu lempung tufaan, batu pasir tufaan dengan struktur cross bedding dan konglomerat. Setempat sisa tumbuhan dan batubara muda yang menunjukkan bahwa anggota ini diendapkan di lingkungan bukan laut.
- **Formasi Damar (*QTd*):** batu lempung tufaan, breksi gunung api, batu pasir, tufa dan konglomerat. Setempat mencakup endapan lahar. Breksi gunung api dan tufa bersusunan andesit sedangkan konglomerat bersifat basal secara setempat padu. Batu pasir terdiri dari feldspar dan butir-butir mineral mafik. Setempat ditemukan moluska. Lingkungan pengendapan non-marine dan menindih selaras formasi Kalibiuk.
- **Anggota Batu Pasir Formasi Damar (*Tpds*):** batu pasir tufaan dan konglomerat, sebagian terikat kalsit. Bagian bawah berupa konglomerat polimik tersemen karbonat. Ke arah atas menjadi batu pasir tufaan dan konglomerat andesit sebagian tersemenkan bahan karbonat. Lingkungan pengendapan terestrial. Menindih selaras formasi Kalibiuk.
- **Formasi Kalibiuk (*Tpb*):** napal dan batu lempung bersisipan tipis tufa pasiran. Napal dan batu lempung berwarna kelabu kebiruan, kaya akan fosil moluska yang menunjukkan umur Pliosen dengan lingkungan pengendapan pada daerah pasang surut. Ke arah atas lapisan terdapat sisipan tufa pasiran. Tebal formasi antara 2500-3000 meter. Menjemari dengan anggota breksi formasi Tapak dan ditindih selaras oleh formasi Damar.
- **Formasi Tapak (*Tpt*):** batu pasir gampingan dan napal berwarna hijau, mengandung pecahan-pecahan moluska. Umur Pliosen dengan tebal sekitar 500 meter.
- **Anggota Breksi Formasi Tapak (*Tptb*):** breksi gunung api dan batu pasir tufaan. Breksi bersusunan andesit mengandung urat-urat kalsit. Batu pasir tufaan di beberapa tempat mengandung sisa tumbuhan. Tebal minimal 200 meter. Ke arah

selatan kali Serayu dikorelasikan dengan formasi Peniron, menjemari dengan bagian bawah formasi Kalibiuk dan menindih tak selaras formasi Kumbang.

- **Anggota Batu Gamping Formasi Tapak (*Tpt*):** batu gamping terumbu, napal dan batu pasir. Batu gamping mengandung koral dan foraminifera besar, sedangkan napal dan batu pasir mengandung moluska. Lingkungan pengendapan pada daerah peralihan sampai marine, umur diduga Pliosen. Satuan ini ditindih selaras oleh anggota breksi formasi Tapak dan juga oleh formasi Kalibiuk serta menindih tak selaras formasi Halang.
- **Formasi Peniron (*Tpp*):** breksi dengan sisipan tufa, setempat mengandung sisa tumbuhan dan tersilisifikasi. Breksi polimik dengan fragmen andesit piroksin, batu lempung dan batu gamping, matriks berupa batu pasir lempungan dan tufaan. Bersisipan batu pasir, tufa dan napal. Ke arah atas ukuran fragmen mengecil. Setempat ditemukan sisa tumbuhan. Tufa agak lapuk berukuran lanau sampai pasir sedang, sortasi sedang, tebal lapisan sekitar 20 cm. Satuan berupa lapisan turbidit yang terendapkan di daerah kipas atas bawah laut. Umur formasi diduga Pliosen dengan ketebalan sekitar 700 meter. Formasi ini menindih tak selaras formasi Halang dan ditindih tak selaras oleh batuan gunung api Sumbing Muda. Lebih ke arah utara dikorelasikan dengan anggota breksi formasi Tapak.
- **Formasi Kumbang (*Tmpk*):** lava andesit dan basal, breksi, tufa, setempat breksi batu apung dan tufa pasiran serta sisipan napal. Lava sebagian besar mengaca. Napal mengandung *Globigerina*. Umur Miosen Tengah-Pliosen Awal dengan tebal sekitar 2000 meter dan menipis ke arah utara. Formasi ini menjemari dengan formasi Halang.
- **Formasi Halang (*Tmph*):** batu pasir tufaan, konglomerat, napal dan batu lempung. Bagian bawah berupa breksi andesit. Lapisan bagian atas mengandung fosil *Globigerina* dan foraminifera kecil lainnya. Umur Miosen Tengah-Pliosen Awal dengan tebal maksimal 700 meter dan menipis ke arah timur. Breksi andesit ketebalannya bervariasi dari 200 meter di selatan sampai 500 meter di sebelah utara. Bagian atas lapisan tak mengandung rombakan berbutir kasar. Diendapkan sebagai sedimen turbidit pada zona batial atas.

- **Formasi Penosogan** (*Tmp*): perselingan konglomerat, batu pasir, batu lempung, napal, tufa dan riolit yang berlapis baik. Bagian bawah satuan berupa konglomerat polimik yang kearah atas lapisan berangsur menghilang, tersusun dari kuarsa, kepingan batu gamping kalkarenit yang mengandung *Lepidocyclina*. Batu pasir dengan komponen utama kuarsa sedikit biotit, turmalin, rutil dan mineral berat lainnya, sortasi jelek, setempat gampingan dan kerikilan. Ke arah atas lapisan umumnya berangsur menjadi batu lanau, berlapis tipis dan pejal. Struktur sedimen berupa graded bedding. Lapisan batuan ini hasil endapan arus turbidit. Bagian tengah formasi tersusun dari batu lempung, napal dan kalkarenit dengan sisipan tufa, batu lempung gampingan dan napalan. Kalkarenit berupa kepingan cangkang foraminifera dan koral, angular-subrounded, sortasi buruk, semen berupa kalsit. Sisipan batupasir kasar masih nampak yang semakin ke atas makin tipis. Lebih ke arah puncak napal dan napal tufaan yang mengandung *Globigerina*, *Globoquadrina*, *Orbulina* dan foraminifera besar. Sisipan tufa bersusunan dasit, riolit dan gelas mulai ada. Struktur sedimen berupa ripple mark, mudcrack, graded bedding, bioturbation, paralel laminasi dan flute cast menunjukkan kesan akan lingkungan pengendapan air dangkal atau mungkin daerah pasang surut. Bagian atas satuan tersusun dari perselingan tufa dengan napal tufaan. Tufa kaca berlapis dengan tebal 5-10 meter dan menipis ke arah puncak. Umur satuan dianggap Miosen Tengah dengan tebal mencapai 1146 meter. Formasi ini menindih selaras formasi Waturanda dan ditindih selaras oleh formasi Halang.
- **Formasi Waturanda** (*Tmw*): batupasir, breksi, konglomerat, lahar dan sisipan batu lempung. Batu pasir greywacke dengan komponen bersusunan andesit dan basal, dominan piroksin, kasar-kerikilan, sortasi buruk, subrounded, porositas sedang, pejal-berlapis, tebal lapisan 2-100 cm. Ke bagian lebih atas lapisan breksi gunung api bersisipan batupasir greywacke, tufa gampingan, batu lempung, konglomerat dan lahar. Breksi polimik berkomponen andesit dan basal, ukuran fragmen sekitar 30 cm, matriks batu pasir dan tufa, mengkasar ke atas. Sisipan batupasir greywacke, tebal 50-200 cm, sedang-sangat kasar, komposisi mineral plagioklas, piroksin, gelas dan mineral bijih. Batu lempung mengandung

foraminifera kecil berumur Miosen Awal-Tengah. Struktur sedimen berupa graded bedding, paralel laminasi dan convolute. Lingkungan pengendapan laut dalam dengan sebagian batuan terendapkan oleh arus turbidit. Satuan batuan ini ditindih selaras oleh formasi Penosogan dan menindih selaras atau sebagian menjemari dengan formasi Totogan.

- **Anggota Tufa Formasi Waturanda (*Tmw*):** perselingan tufa kaca, tufa hablur, batu pasir gampingan dan napal tufaan. Padat, berlapis baik dengan tebal perlapisan 2-80 cm, rekahan terisi kalsit. Tufa tersusun atas feldspar, kaca, kuarsa dan mineral bijih. Batu pasir gampingan tebal sekitar 4-15 meter. Mengandung foraminifera plankton yang menunjukkan umur Miosen Awal. Lingkungan pengendapan pada daerah batial atas dengan tebal satuan beberapa meter hingga 200 meter. Satuan ini menindih selaras formasi Totogan dan merupakan bagian bawah formasi Waturanda.
- **Formasi Rambatan (*Tmr*):** serpih, napal dan batu pasir gampingan. Mengandung foraminifera kecil dengan tebal lebih dari 300 meter.
- **Anggota Sigugur Formasi Rambatan (*Tmrs*):** batu gamping terumbu yang mengandung fosil foraminifera besar yaitu; *Eulepidina*, *Miogypsina*, *Spiroclypeus*. Tebal satuan beberapa ratus meter.
- **Formasi Totogan (*Tom*):** breksi, batu lempung, napal, batupasir, konglomerat dan tufa. Bagian bawah satuan terdiri dari perselingan tak teratur breksi, batulempung tufaan, napal dan konglomerat, setempat sisipan batupasir. Breksi polimik, fragmen berupa batu lempung, slate, batu pasir, batu gamping fosil, basal, sekis, granit, kuarsa dan rijang radiolaria; matriks batu lempung tufaan, gampingan, napal berwarna merah, coklat dan ungu; semen kalsium karbonat. Ke arah atas perlapisan fragmen atau komponen breksi dan batu pasir searah perlapisan. Konglomerat berfragmen basal, sortasi buruk, merupakan sisipan dalam breksi. Bagian atas lapisan berupa perselingan batu lempung, batu pasir dan tufa; berlapis baik; dijumpai kepingan kuarsa. Selain fosil foraminifera plankton yang menunjukkan kisaran umur Oligosen sampai Miosen Awal ditemukan pula *Uvigerina* sp. dan *Gyroidina* sp. Lingkungan pengendapan pada daerah batial atas. Perlapisan

batuan secara keseluruhan merupakan endapan olistostrom. Tebal satuan sekitar 150 meter yang menipis ke arah selatan. Formasi ini ditindih tak selaras oleh formasi Penosogan dan formasi Rambatan serta bagian bawahnya menjemari dengan bagian atas satuan Batugamping Terumbu.

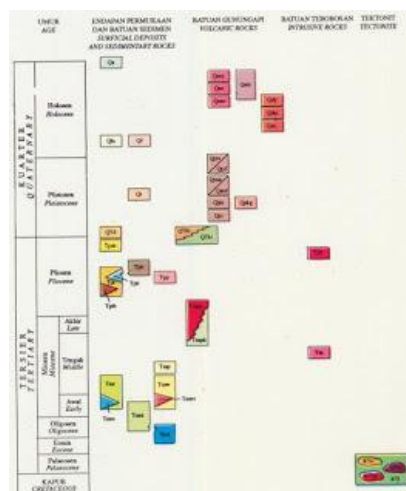
- **Batu Gamping Terumbu** (*Teo*): batu gamping bioklastika, melensa, fosil foraminifera besar dan kecil melimpah, koral dan ganggang merah. Kandungan fosil menunjukkan umur Oligosen-Eosen Tengah. Lingkungan pengendapan laut pada daerah dengan arus tenang. Batuan ini diduga berupa olistolit yang terpindahkan akibat pelongsoran dalam laut. Satuan batuan diperkirakan menjemari dengan bagian bawah formasi Totogan dan menindih tak selaras batuan tektonit.

Batuan Tektonit

- **Kompleks Luk Ulo** (*KT*): merupakan melange yang terdiri dari berbagai bongkahan yang tercampur secara tektonik dalam matriks serpih dan batu lanau gelap yang terkoyakkan. Ukuran bongkah tak seragam dan tersusun dari basal, rijang hitam dan merah, batuan beku basa dan ultrabasa, sekis dan phyllite, greywacke, granit, tufa tersilisifikasi, batu gamping merah dan kelabu. Umumnya bongkahan berbentuk lonjong. Setiap batas litologi merupakan sentuhan tektonik. Rijang memanjang searah perlapisan, berselingan dengan batu lempung merah, terlipat kuat. Di beberapa tempat terdapat tanda-tanda pelongsoran. Batu gamping merah mengandung radiolaria yang berumur Kapur. Batu gamping merah dan rijang mungkin terendapkan secara biogen di lingkungan laut dalam. Basal umumnya menjemari dengan rijang dan terdapat sebagai boundary tektonik. Granit dan kuarsa porfiri diduga berasal dari batuan beku. Di bagian yang dikuasai matriks bongkahan membentuk struktur seperti ikan. Ke arah utara matriks lebih menonjol. Umur Kapur Akhir-Paleosen.
- **Basa dan Ultrabasa** (*KTog*): gabbro, amfibolit, basal dan serpetinit. Gabbro berwarna hijau muda, tersingkap di antara napal, setempat batas keduanya jelas, terdapat sebagai boundari tektonik di dalam kompleks Lok Ulo. Basal berupa lava bantal, teralterasi. Berbatasan dengan basal umumnya berupa sedimen tufaan dan

tufa. Serpentininit sebagai sisipan di dalam gabbro dan basal, terdapat sentuhan dengan sekis atau berbentuk lensa, terbreksikan. Umur Kapur Awal.

- **Greywacke (*KTs*):** Greywacke dan konglomerat. Greywacke terdapat sebagai bongkahan atau boundary tektonik, berbutir halus-kasar, berwarna kelabu tua kehijauan, graded bedding, tersusun dari kuarsa, feldspar, kalsit, gelas dan kepingan batuan, setempat bentuk boudin, di banyak tempat merupakan kepingan dalam matriks yang menyerpih. Konglomerat polimik. Terendapkan dalam palung yang mengalami penurunan cepat, bersama dengan batu lempung berwarna hitam, batu lanau dan batu lumpur sebagai sedimen turbidit. Umur Kapur Akhir-Paleosen.
- **Batuan Terbreksikan (*KTm*):** fragmen batuan sedimen dan batuan gunung api teralterasi, granit, porfiri plagioklas-kuarsa, gabbro, amfibolit, serpentinit dan tufa. Terbreksikan, tercampur aduk secara tektonik dan tersesarkan secara massa di atas batuan sedimen berumur Kapur. Sebagian granit dan porfiri diduga berasal dari batuan beku dan sebagian lagi berasal dari tufa terkarsikkan dan batuan sedimen yang terkena proses metamorfosis.
- **Batuan Terobosan:** Batuan terobosan yang terdapat di daerah penelitian yaitu; Batuan Intrusi (*Tm*): batuan bersusunan diorit meliputi variasi tak teruraikan (*Tm*), karsanit (*Tmk*), diorit atau diorit porfiri (*Tmd*), gabbro atau porfiri gabbro (*Tmpi*) dan spesartit (*Tmsi*). Diorit (*Tpd*): batuan bersusunan diorit.



Gambar : Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa Tengah

Struktur Geologi dan Tektonik Lembar Banjarnegara dan Pekalongan

Struktur geologi yang dijumpai berupa lipatan, sesar, kelurusan dan kekar yang melibatkan batuan berumur Kapur sampai Holosen. Lipatan yang terdapat di lembar ini berarah barat laut-tenggara. Sesar yang dijumpai umumnya berarah jurus barat barat laut-timur tenggara sampai utara barat laut-selatan tenggara dengan beberapa berarah timur laut-barat daya. Jenis sesar berupa sesar turun, sesar naik dan sesar geser mengangan yang menempati daerah tengah dan selatan lembar. Kelurusan yang sebagian diduga sesar mempunyai pola penyebaran seperti pola sesar dan umumnya berarah jurus barat laut-timur tenggara serta barat laut-tenggara dengan beberapa timur laut-barat daya. Kekar umumnya dijumpai pada batuan berumur Tersier dan Pratersier. Kekar berkembang baik pada batuan berumur Kapur yang di beberapa tempat tampak saling memotong.

Pada Kapur Awal-Tengah telah diendapkan kelompok batuan ofiolit yang terdiri dari basal, gabbro dan ultramafik serta sedimen pelagos berupa batu gamping merah dan rijang radiolaria di lantai kerak samudera. Pada tektonik Kapur Akhir batuan kerak samudera tersebut tercampur dengan sedimen flysch dari sebelah utara karena adanya tumbukan. Kegiatan ini menghasilkan batuan kompleks Luk Ulo terserpentinkannya batuan ultrabasa. Pada Tersier yakni Eosen-Oligosen terendapkan batu gamping terumbu. Pada Oligosen Akhir menjelang Miosen Awal terjadi lagi kegiatan tektonik yang menghasilkan endapan olistostrom. Miosen Awal menghasilkan endapan turbidit formasi Waturanda. Menjelang Miosen Tengah terjadi genang laut dan terendapkannya formasi Penosogan di daerah selatan lembar bersamaan dengan terendapkannya formasi Rambatan di daerah utara lembar. Penerobosan batuan bersusunan diorit terjadi pada akhir Miosen Tengah. Kegiatan tektonik yang disertai kegiatan gunung api terjadi pada Miosen Akhir sampai Pliosen Awal dan menghasilkan formasi Peniron, Tapak, Halang, Kumbang dan formasi Kalibiuk.

Tektonik yang terjadi pada Pliosen Akhir-Pliosen Awal menyebabkan terjadinya pengangkatan, pelipatan dan pensesaran. Pada masa ini terbentuk formasi Damar dan Ligung dalam suasana peralihan darat. Pada kala Plistosen Akhir terjadi lagi kegiatan

gunung api yang menghasilkan satuan batuan gunungapi Jembangan yang kemudian disusul oleh terendapkannya satuan yang lebih muda.

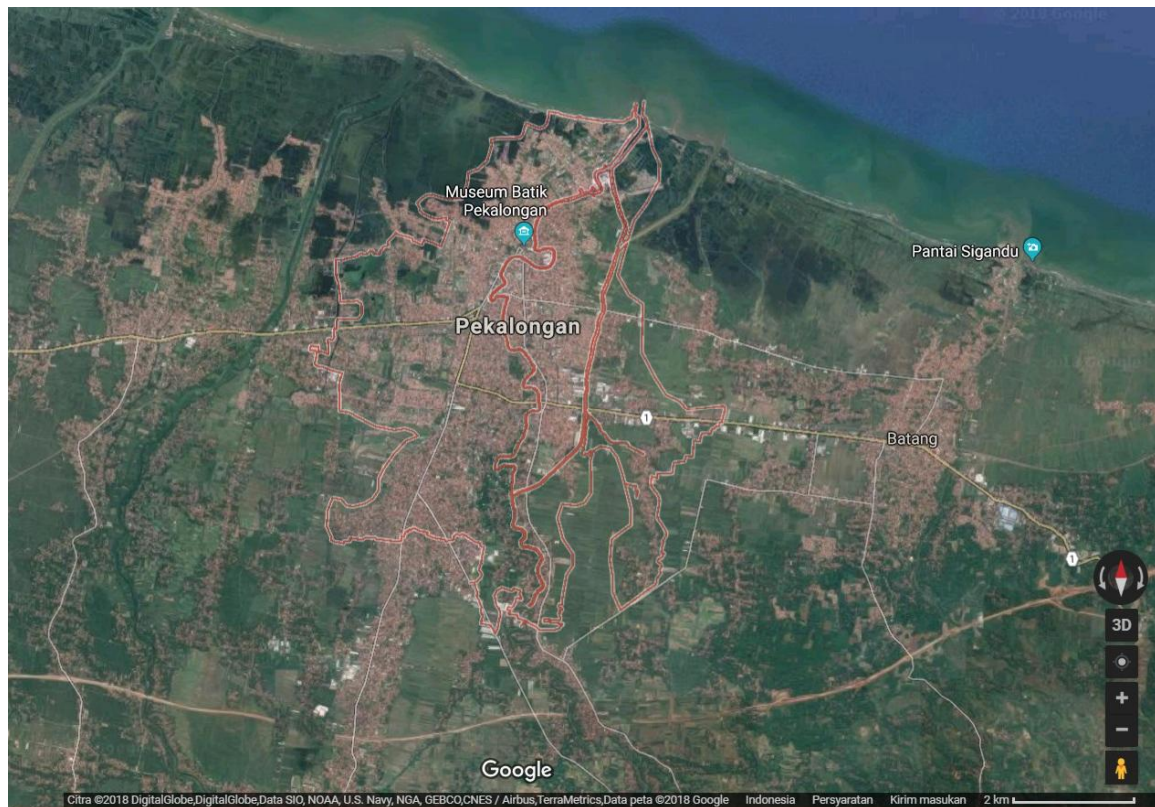
Kota Pekalongan

Kota Pekalongan adalah salah satu kota pusat pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah yang berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Kabupaten Batang di timur, serta Kabupaten Pekalongan di sebelah selatan dan barat. Pekalongan terdiri atas 4 kecamatan, yakni Pekalongan Barat, Pekalongan Utara, Pekalongan Timur, dan Pekalongan Selatan.

Kota ini terletak di jalur Pantura yang menghubungkan Jakarta-Semarang-Surabaya. Pekalongan berjarak 101 km sebelah barat Semarang, atau 384 km sebelah timur Jakarta. Pekalongan dikenal dengan julukan kota batik, karena batik Pekalongan memiliki corak yang khas dan variatif.

Kota Pekalongan membentang antara 6°50'42"–6°55'44" LS dan 109°37'55"–109°42'19" BT. Berdasarkan koordinat fiktifnya, Kota Pekalongan membentang antara 510,00 – 518,00 Km membujur dan 517,75 – 526,75 Km melintang, dimana semuanya merupakan daerah datar, tidak ada daerah dengan kemiringan yang curam, terdiri dari tanah kering 67,48% Ha dan tanah sawah 32,53%. Berdasarkan jenis tanahnya, di Kota Pekalongan memiliki jenis tanah yang berwarna agak kelabu dengan jenis aluvial kelabu kekuningan dan aluvial yohidromorf. Jarak terjauh dari Utara ke Selatan mencapai ± 9 Km, sedangkan dari Barat ke Timur mencapai ± 7 Km. Batas wilayah administrasi Kota Pekalongan yaitu:

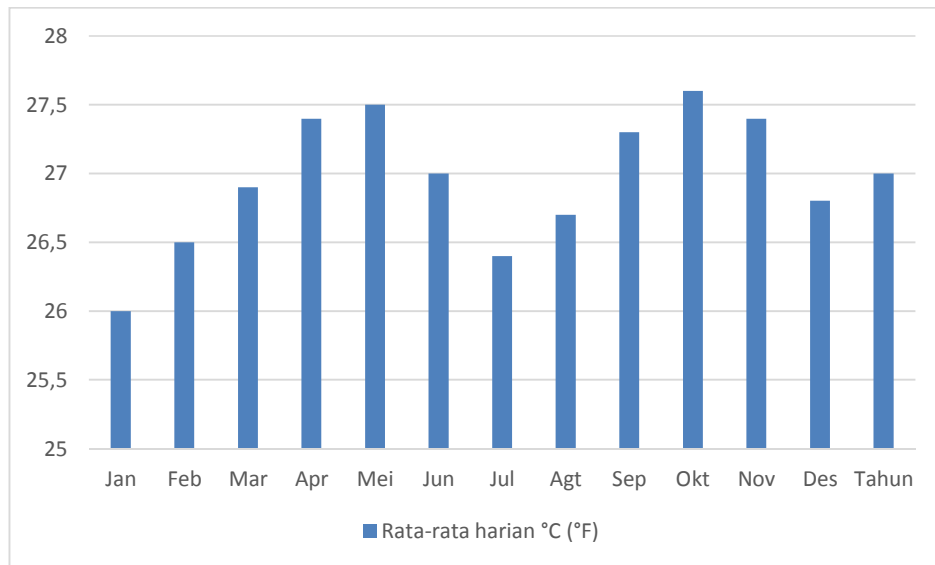
Utara	: Laut Jawa
Selatan	: Kabupaten Pekalongan dan Kabupaten Batang
Barat	: Kabupaten Pekalongan
Timur	: Kabupaten Batang



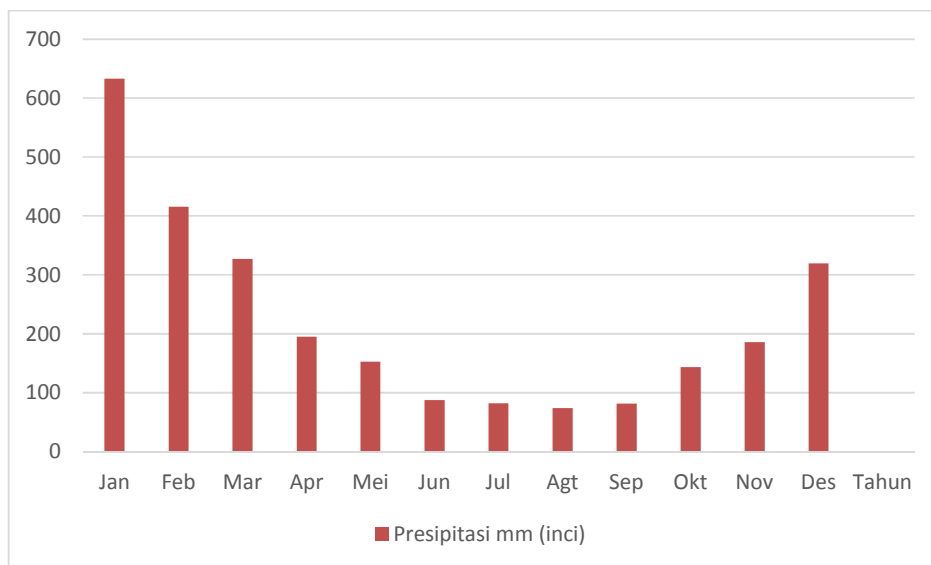
Gambar Administrasi Kota Pekalongan

Kota Pekalongan merupakan daerah beriklim tropis dengan rata-rata curah hujan berkisar antara 40 mm - 300 mm per bulan, dengan jumlah hari hujan 120 hari. Keadaan suhu rata-rata di Kota Pekalongan dari tahun ke tahun tidak banyak berubah, berkisar antara 17^o-35 °C.

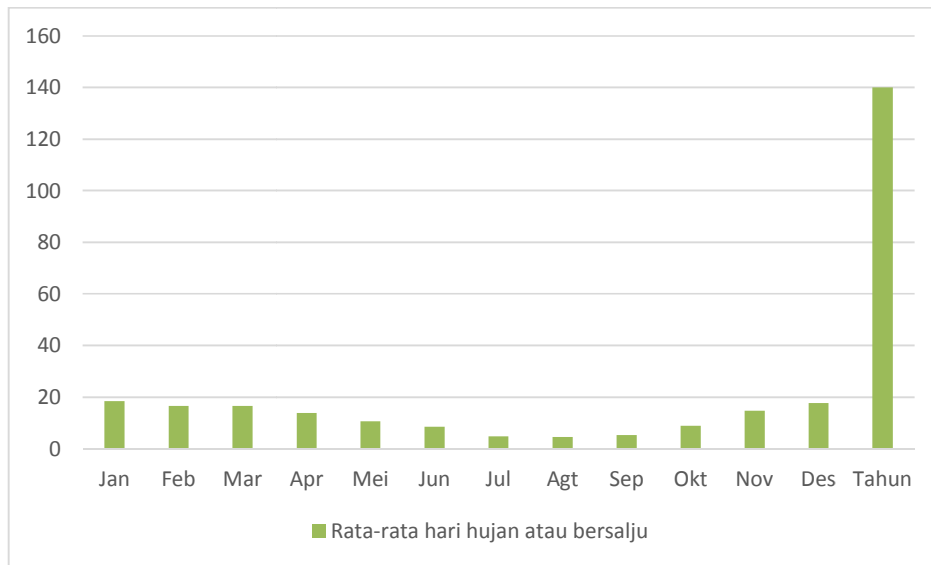
Kota Pekalongan terbagi atas 4 (empat) Kecamatan yang terbagi lagi menjadi 27 kelurahan pasca merger kelurahan yang dilakukan 1 Januari 2015 dengan luas keseluruhan mencapai 45,25 km² atau sekitar 0,14 % dari luas wilayah Jawa Tengah.



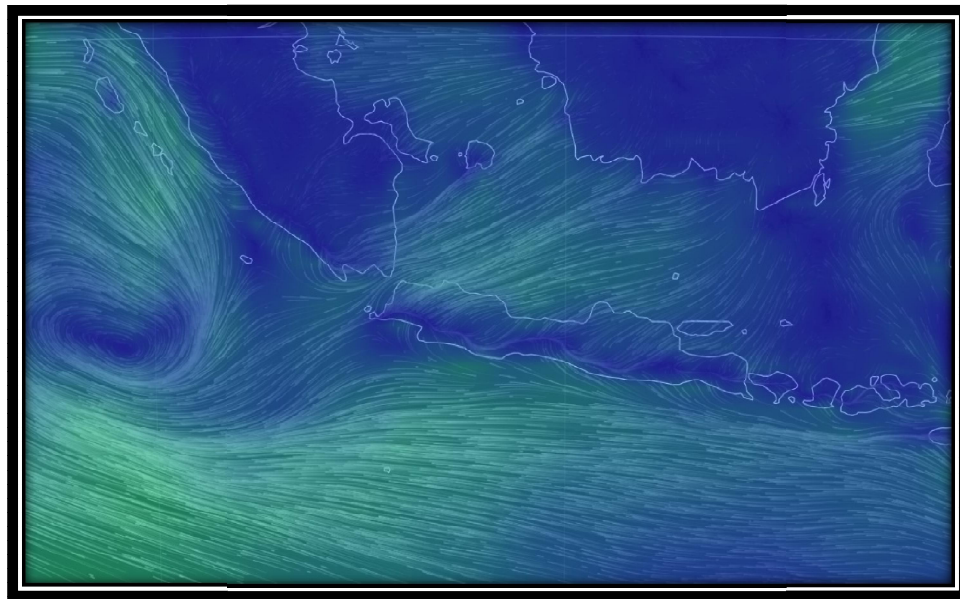
Gambar Rata Rata Temperatur (°C)



Gambar Rata Rata Presipitasi (mm)



Gambar Rata Rata Hari Hujan (Hari)



Gambar Pola Angin Tanggal 26 April 2018

BAB 3

DASAR TEORI

3.1 AIR TANAH

Air tanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan tanah, pada suatu lapisan pembawa air yang disebut akuifer (freeze, 1979). Keberadaan dan potensi air tanah tergantung dari sifat fisik akifer khususnya dalam meluluskan air. Berdasarkan pada nilai permeabilitas lapisan batuan yang melingkupi akifer dan lapisan kedap, akifer dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu :

- **Akuifer Tidak Tertekan (*Unconfined Aquifer*)**

Akuifer jenis ini adalah akifer yang bagian atasnya tidak tertutup lapisan yang kedap air atau mempunyai nilai permeabilitas kecil. Karena tidak tertutup lapisan kedap air, maka tinggi muka air tanahnya relatif tidak stabil tergantung pada keadaan curah hujan.

- **Akuifer Tertekan (*Confined Aquifer*)**

Akuifer tertekan adalah akifer yang dibagian atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air atau bagian lapisan yang mempunyai permeabilitas sangat kecil. Karena bagian atas akifer tertutup lapisan yang kedap air, maka tekanan pada permukaan air tanah dalam akifer tidak sama dengan tekanan udara bebas. Tinggi tekanan pada akifer disebut sebagai permukaan pizometrik. Pada kondisi tertentu, tinggi muka air tanah pada akifer tertekan jauh lebih tinggi daripada permukaan air tanah bebas. Bahkan kadang-kadang dapat lebih tinggi dari permukaan tanah dan mengalir sendiri.

- **Akuifer Setengah Tertekan (*Semi Confined Aquifer*)**

Akuifer setengah tertekan adalah akifer yang bagian atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan yang tidak begitu kedap air dengan permeabilitas jauh lebih kecil daripada permeabilitas akifer itu sendiri. Pada akifer jenis ini, bocoran (*leakage*) dapat terjadi dari akifer ke lapisan kedap atau sebaliknya, terutama bila muka air tanah pada akifer turun di bawah lapisan kedap. Karena kecilnya

nilai permeabilitas pada lapisan kedap, maka aliran ke arah horizontal pada lapisan tersebut dapat diabaikan.

3.2 GEOLISTRIK (METODA SCHLUMBERGER)

Teknik geofisika terapan dalam pendugaan geolistrik tahanan jenis ini sangat berguna dalam penyelidikan hidrogeologi. Dari pendugaan ini dapat diperoleh kedalaman pemboran, ketebalan lapisan akuifer dan salinitas air tanah.

Prinsip dasar dari pendugaan geolistrik tahanan jenis adalah dengan mengalirkan arus listrik pada 4 batang elektoda. Arus listrik I melalui tanah pada bagian luar elektoda. Konduktivitas listrik akan dapat menggambarkan pola aliran arus listrik yang menyebabkan terjadinya elektroda potensial. Sehingga dengan mengalirkan arus listrik pada elektroda arus (ΔI) akan menyebabkan perbedaan potensial pada elektroda bagian dalam (ΔV). Dari perbedaan kedua elektroda tersebut maka diperoleh tahanan (R) dari bahan atau material yang dilalui oleh arus listrik.

Potensial P_1 :

$$V_1 = \frac{I_p}{2\pi} x \left(\frac{I}{r_1} - \frac{I}{r_2} \right)$$

Potensial P_2 :

$$V_2 = \frac{I_p}{2\pi} x \left(\frac{I}{r_3} - \frac{I}{r_4} \right), \text{ maka beda potensial antara } P_1 \text{ dan } P_2$$

$$V = \frac{I_p}{2\pi} x \left[\left(\frac{I}{r_1} - \frac{I}{r_2} \right) - \left(\frac{I}{r_3} - \frac{I}{r_4} \right) \right]$$

Faktor geometris dari konfigurasi Schlumberger adalah :

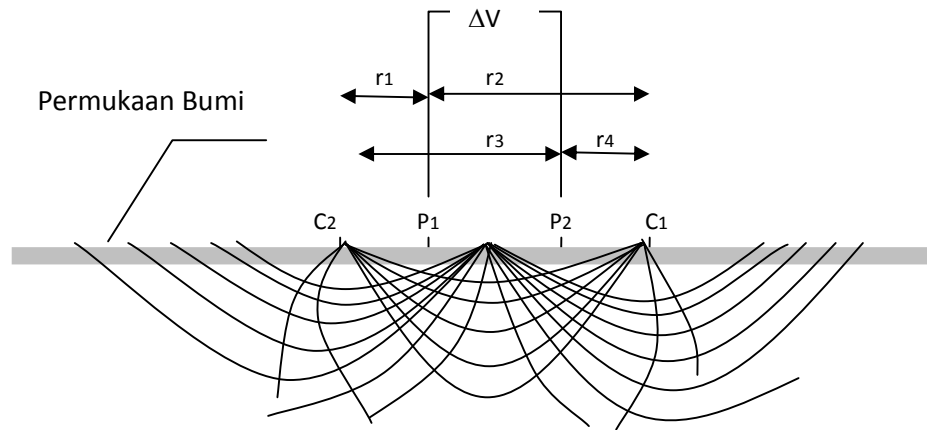
$$2\pi$$

$$K = \text{-----}$$

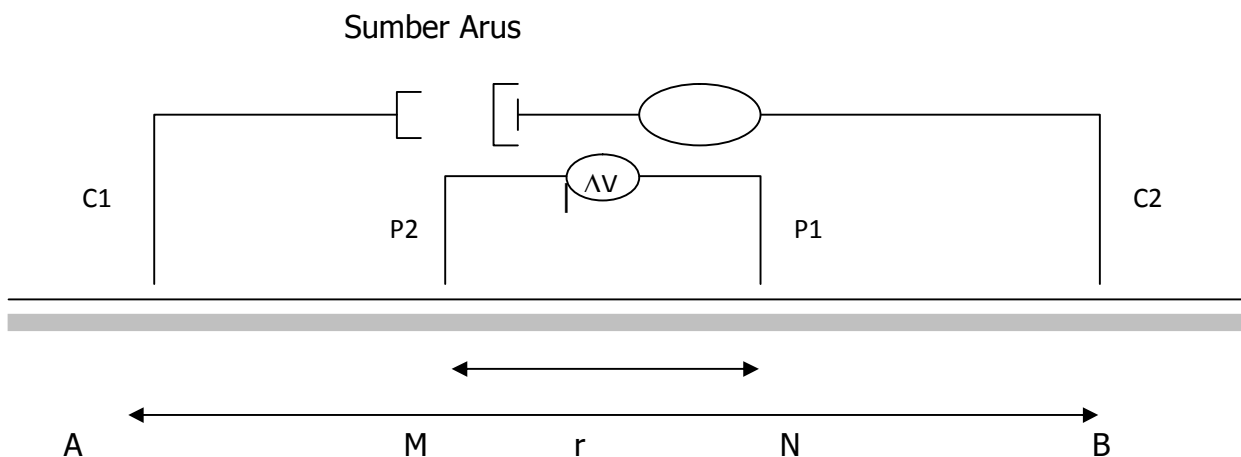
$$(1/AM - 1/BM) - (1/AN - 1/BN)$$

Bila $R = AB/2$ dan $r = MN/2$ dengan asumsi

$$K = \frac{2\pi}{(2/(R-r) - 2/(R+r))} = \frac{2\pi}{4r/(R-r)}$$



Gambar 3.1. Bidang equipotensial yang ditimbulkan oleh dua elektroda arus C di permukaan bumi.



Gambar 3.2. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger

Maka :

$$\frac{\pi (R_1 - R_2)}{r_2} = \frac{(AB/2)^2 - (MN/2)^2}{2(MN/2)}$$

dimana :

K = Konstanta geometrik (meter)

AB = Jarak antara elektroda arus (meter)

MN = jarak antara elektroda potensial (meter)

Hubungan antara tahanan jenis ρ (rho) dapat diturunkan sehingga menjadi :

Tahanan jenis ρ (rho) = $K (\Delta V / \Delta I)$

ΔV = Beda potensial dalam volt

ΔI = Beda arus listrik yang melalui material dalam amper

Beda metoda ini, jarak elektroda potensial (MN) jarang diubah-ubah sedangkan jarak elektroda arus (AB) selalu berubah-ubah setiap pengukuran. Jarak optimum AB/2 harus lebih besar dari 5 MN/2.

Cara penafsiran dan analisa data adalah dengan membuat kurva antara ρ_a dan AB/2 yang didapatkan dari hasil perhitungan pengukuran di lapangan. Dari data kurva dibandingkan dengan model kurva baku. Pada umumnya lapisan batuan sedimen merupakan satu lapisan, maka cara menginterpretasikannya dengan memakai kurva "*multi layer*" yang dibantu dengan cara manual.

Pengolahan data selanjutnya dilakukan di studio memakai interpretasi komputer dengan metoda '*trial and error program*', sehingga diperoleh hubungan antara nilai tahanan jenis batuan dengan ketebalannya.

Salah satu kelistrikan suatu batuan adalah besaran tahanan jenis (ρ_a) dihantarkan secara elektrolistrik oleh pengisi pori dan tahanan jenis dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- Porositas
- Bentuk dan ukuran butir
- Kandungan air dalam pori
- Kualitas air pori
- Mineral pembentuk batuan

Perbedaan sifat kelistrikan batuan dalam hal ini besaran tahanan jenis digunakan dalam penyelidikan geolistrik yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Batuan yang berporositas tinggi dan lepas, daya hantar listrik sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas cairan yang dikandungnya dari pada oleh mineral-mineral pembentuknya.

2. Batuan sedimen lepas mempunyai nilai tahanan jenis lebih rendah dibandingkan dengan batuan beku dan batuan ubahan.
3. Harga tahanan jenis batuan sedimen yang belum terkonsolidasikan dengan baik umumnya berkisar mulai kurang dari 1 ohm-meter yaitu untuk lempung dan sampai ribuan ohm-meter untuk basalt kering, pasir dan kerakal kering.

Harga tahanan jenis pasir dan kerakal yang jenis air tawar berkisar antara 15 sampai 600 ohm-m (Zohdy,1974) dan secara mencolok akan mempunyai nilai tahanan jenis jauh lebih kecil, apabila air yang dikandungnya mempunyai kandungan garam tinggi.

3.3 PENURUNAN MUKA TANAH

Planet Bumi sebagai satu-satunya planet di tata surya tempat tinggal makhluk hidup memiliki beberapa bagian penting. Secara garis besar bentuk permukaan Bumi dibagi menjadi dua macam yaitu muka daratan dan muka perairan. Daratan merupakan bagian permukaan bumi yang berbentuk pulau-pulau maupun benua yang berupa tanah maupun batuan. Sementara bagian perairan berupa samudera maupun macam- macam laut dan sebagian perairan di darat seperti sungai, macam-macam danau, rawa- rawa , dan lain sebagainya. Untuk porsi sendiri, daratan dan lautan lebih luas lautan dimana 2/3 bagian planet ini berupa perairan. Meskipun demikian daratan masih cukup menampung jumlah manusia yang begitu banyak dengan ukuran yang terbatas ini.

Berbicara mengenai bentuk permukaan Bumi, daratan menjadi tempat yang sangat penting. Daratan menjadi tempat yang sangat penting tentu saja karena manusia, binatang dan tumbuh- tumbuhan hidup di daratan (terkecuali binatang dan tumbuhan air). Maka dari itulah daratan menjadi sesuatu yang sangat penting. Alam ini memberikan apa yang manusia butuhkan, namun tidak jarang pula bahwa alam memberikan kenampakan- kenampakannya yang kadang menakutkan karena keindahannya, namun terkadang juga menakutkan karena sangat merugikan manusia. Banyak sekali fenomena alam yang menakutkan di bumi ini. Salah satu fenomena alam yang mungkin tidak asing

lagi di telinga kita adalah mengenai penurunan muka tanah. Pada kesempatan kali ini kita akan membahas lebih lanjut mengenai penurunan muka tanah dari pengertian, penyebab, cara mengatasi dan juga fenomena penurunan muka tanah yang pernah terjadi.

Pengertian Penurunan Muka Tanah

Barangkali sudah banyak yang mengetahui dan mengerti mengenai penurunan muka tanah sebelumnya. Ya, fenomena ini bisa diartikan hanya karena kita membaca namanya saja. Yang dimaksud dengan penurunan muka tanah adalah sebuah peristiwa turunnya permukaan tanah yang disebabkan karena adanya perubahan pada volume lapisan batuan yang terkandung di bawahnya. Menurunnya muka tanah ini biasanya terjadi perlahan-lahan dalam jangka waktu yang lama sehingga manusia tidak langsung menyadari akan hal itu. Namun bagaimanapun juga penurunan muka tanah ini akan berdampak pada kondisi lingkungan sekitar apabila tidak segera diatasi oleh masyarakat. Lalu, apa sajakah yang menyebabkan hal ini terjadi?

Penyebab Penurunan Muka Tanah

Seperti halnya fenomena alam lainnya, fenomena penurunan muka tanah juga dapat disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Menurut ilmuwan Whittaker dan Reddish pada tahun 1998, ada tiga faktor yang menyebabkan penurunan muka tanah terjadi. Adapun beberapa faktor tersebut antara lain:

1. Faktor Alami (Natural Subsidence)

Fenomena penurunan muka bumi dapat terjadi karena faktor-faktor yang terjadi pada alam itu sendiri. Secara alamiah, penurunan muka tanah dapat terjadi akibat adanya pengaruh dari proses geologi bumi. Namun secara lebih mengerucut faktor alamiah yang menjadi penyebab menurunnya muka tanah ini dibagi menjadi dua macam yaitu siklus geologi dan juga sedimentasi yang berada di wilayah cekungan.

- Siklus geologi merupakan siklus bumi yang terdiri dari pelapukan, pengendapan dan juga terjadinya pergerakan kerak bumi.

- Sedimentasi yang berada di daerah cekungan merupakan sedimentasi yang terjadi di daerah lempeng utama yang dekat dengan perbatasan lempeng. Sedimentasi yang berada di wilayah cekungan ini semakin lama semakin banyak kemudian massa endapan tersebut meningkat , sehingga dapat menyebabkan turunnya muka tanah khususnya di wilayah tersebut.

Nah kedua faktor tersebut merupakan faktor alamiah yang menyebabkan muka bumi turun. Karena faktor-faktor tersebut terjadi di dalam bumi maka manusia akan lebih lama menyadarinya.

2. Faktor Pengambilan Air Tanah (Groundwater Extraction)

Faktor penyebab yang selanjutnya adalah karena pengambilan air tanah. Seperti yang kita ketahui bersama bahwasanya makhluk hidup sangat membutuhkan air untuk dapat bertahan hidup dan sumber air tawar yang bagus adalah air tanah, maka tidak heran apabila manusia mengambil air dari dalam tanah. Penurunan muka tanah akan terjadi apabila air tanah diambil dalam jumlah yang banyak dan dalam waktu yang relatif lama. Hal tersebut tentu akan dapat menyebabkan berkurangnya volume tanah yang berada di lapisan tanah tertentu. Berkurangnya air tanah ini kemudian berdampak pada pori- pori tanah sehingga tekanan hidrostatik yang terdapat di bawah permukaan tanah akan berkurang. Hal tersebut akan berdampak pada pemampatan lapisan akuifer (lapisan di bawah permukaan tanah yang mengandung air), sehingga akan menyebabkan turunya permukaan air tanah.

3. Faktor Massa Bangunan (Settlement)

Faktor selanjutnya adalah massa bangunan. Seperti yang kita tahu bahwa manusia mendirikan bangunan dengan tanah sebagai alasnya. Bangunan yang dibangun di atas tanah ini menjadi penyebab lapisan yang berada di tanah ini mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut terjadi akibat pengaruh deformasi dari partikel tanah, relokasi partikel dan keluarnya air atau udara dari dalam tanah tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa

semakin berat massa bangunan yang ber berada di atas permukaan tanah maka akan semakin dalam pula tingkat penurunan muka tanah tersebut.

Nah, itu dia ketiga faktor yang menjadi penyebab menurunnya muka tanah. Apabila kita perhatikan maka faktor- faktr tersebut berada di kota-kota besar, sehingga wajar apabila kota besar mengalami penurunan muka tanah.

Dampak Penurunan Muka Tanah

Penurunan muka tanah tentu akan berdampak pada lingkungan di sekitarnya. Adapun beberapa dampak dari penurunan muka tanah antara lain sebagai berikut:

- **Banjir rob**

Banjir rob merupakan banjir air laut yang terjadi karena volume air laut yang bertambah akibat pemanasan global. Hal ini diperparah dengan menurunnya muka tanah sehingga lebih leluasa terjadi.

- **Intrusi air laut**

Intrusi air laut juga akan terjadi seiring menurunnya muka tanah. Hal ini disebabkan karena penggunaan air tanah yang berlebihan dan tidak diimbangi dengan upaya- upaya pemulihan tertentu.

- **Rusaknya insfrastruktur**

Infrastruktur yang paling banyak terkena dampak akibat menurunnya muka tanah adalah jembatan dan jalan.

- **Terdapat genangan air hujan**

Hujan yang mengguyur cukup deras dengan waktu yang lama akan menyebabkan genangan di daerah yang muka tanahnya tirun sehingga akan menyebabkan banjir.

- **Kualitas hidup menurun**

Banyak penyakit yang timbul dari genangan air sehingga akan menyebabkan kualitas hidup menurun .

Itulah beberapa dampak yang bisa dihasilkan dari penurunan muka tanah. Lalu apa saja solusi yang bisa kita lakukan?

Solusi Pencegahan Muka Tanah Menurun

Ada beberapa solusi yang bisa kita lakukan untuk dapat mencegah terjadinya penurunan muka tanah. Beberapa upaya tersebut antara lain:

- Menggunakan air bawah tanah secara efisien
- Membuat sumur resapan
- Penerapan injeksi air tanah
- Penerapan ruang terbuka hijau (*green open space*)
- Penerapan prinsip Rainwater Harvesting (metode pengumpulan air hujan untuk dimanfaatkan kembali)

Itulah beberapa upaya yang bisa kita lakukan untuk menjadi solusi pencegahan. Fenomena penurunan muka tanah telah terjadi di beberapa wilayah bahkan di Indonesia. Mana sajakah itu?

Fenomena Penurunan Muka Tanah

Ada berbagai fenomena penurunan muka tanah yang terjadi. Beberapa fenomena tersebut antara lain:

1. Fenomena menurunnya muka tanah di Jakarta

Penurunan muka tanah di Jakarta sudah tidak diragukan lagi. Dari beberapa penyebab yang telah dikemukakan di atas hampir semua terjadi di Jakarta. Jakarta yang padat penduduk dan banyak pula gedung pencakar langit sukses menyebabkan muka tanah menjadi turun. Penurunan muka tanah di Jakarta ini mencapai 12 cm. Penurunan yang paling parah terjadi di wilayah Jakarta Utara

2. Penurunan muka tanah di Semarang

Menyusul Jakarta ada Semarang. Sama- sama kota besar dengan permasalahan yang hampir sama pula. Maka dari itulah muka tanah di Semarang menurun hingga beberapa cm dan semakin megkhawatirkan saja.

Itulah dua kota besar di Indonesia yang telah mengalami penurunan muka tanah. Bila diperhatikan, kota-kota tersebut tidak jauh letaknya dari

Panjai Utara Pulau Jawa. Dan memang benar daerah sanalah yang banyak mengalami penurunan muka tanah. Semoga artikel ini bermanfaat.

3.4 INTRUSI AIR LAUT

Intrusi air asin adalah pergerakan air asin ke akuifer air tawar yang dapat mengkontaminasi sumber air minum. Intrusi air asin dapat terjadi secara alami hingga derajat tertentu pada sebagian besar akuifer pantai, dikarenakan adanya hubungan hidrolis antara air tanah dan air laut. Karena air asin memiliki kadar mineral yang lebih tinggi dari air tawar, maka air laut memiliki massa jenis yang lebih tinggi dan tekanan air yang lebih besar. Sehingga air asin bergerak menuju air tawar. Berbagai aktivitas manusia, terutama pemompaan air tanah dari akuifer pantai, dapat meningkatkan intrusi air laut karena tekanan air tanah berkurang dan menjadi relatif lebih kecil dibandingkan tekanan dari air laut. Penyebab intrusi air asin lainnya yaitu kanal navigasi dan drainase yang menciptakan celah bagi air laut bergerak ke daratan melewati permukaan dan melalui pasang surut air. Intrusi air laut juga dapat terjadi pada kondisi cuaca ekstrem seperti badai dan ombak besar.

BAB 4

ANALISA

4.1 ANALISA GEOLISTRIK

Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik, kawasan Pesisir Utara Kota Pekalongan disusun oleh material berbutir halus dan kasar yaitu lempung, lanau dan pasir, di mana tanah lunak lempung dan alluvial. Kawasan ini terdapat banyak erosi sehingga menyebabkan terbentuknya endapan tanah lunak terutama pada bagian hilir sungai yang melewati Kota Pekalongan.

Pengukuran geolistrik dilakukan di 10 titik pengukuran adapun koordinat titik pengukuran tersebut adalah sebagai berikut

Tabel 1. Koordinat Titik Geolistrik

No	Titik Geolistrik	Koordinat titik Geolistrik	
		x	y
1	Titik GL – 1	354,020.1	9,240,353.9
2	Titik GL – 2	351,927.4	9,240,630.3
3	Titik GL – 3	355,092.4	9,240,696.3
4	Titik GL – 4	355,573.2	9,241,340.8
5	Titik GL – 5	352,967.2	9,238,800.8
6	Titik GL – 6	357,030.2	9,237,991.3
7	Titik GL – 7	357,151.2	9,239,603.6
8	Titik GL – 8	357,534.6	9,240,650.6
9	Titik GL – 9	351,519.4	9,239,603.6
10	Titik GL – 10	352,496.9	9,242,033.4

Lapangan Juni 2018

No.	Kelurahan	Titik Koordinat	Ket.
P-1.	Kel. Jeruksari	6°52'25.4" S 109°39'32.7" E	Jl. Raya Jeruksari
P-2.	Kel. Bandengan	6°52'19.6" S 109°39'43.0" E	Jl. Selat Karimata
P-3.	Kel. Panjang Wetan	6°51'39.1" S 109°41'24.2" E	Kawasan <i>Technopark</i> Perikanan
P-4.	Kel. Panjang Baru		Jl. Samudra Pasai
P-5.	Kel. Kandang Panjang	6°52'14.4" S 109°40'33.3" E	Taman Makam Pahlawan
P-6.	Eks. Kel. Pabean	6°52'40.9" S 109°39'21.8" E	Jl. Pramuka
P-7.	Kel. Padukuhan Kraton	6°52'41.9" S 109°40'06.8" E	Jl. Veteran, Dukuh
P-8.	Kel. Krapyak	6°52'41.2" S 109°41'08.0" E	Perumahan Limas, Krapyak
P-9.		6°52'02.2" S 109°41'51.3" E	Lab. Perikanan Unikal, Krapyak Lor
P10.	Kel. Degayu	6°52'22.2" S 109°42'07.7" E	Tambak Edukeominawisata Degayu

Lapangan 30 Juni dan 1 Juli 2018

Adapun hasil interpretasi dari pengukuran geolistrik adalah sebagai berikut

No	Titik	Kedalaman	Hasil Interpretasi
1	Titik GL – 1	0 – 1.39	Tanah Penutup
		1.39 – 9.39	Pasir lempungan
		9.39 – 49.5	Lempung
		49,5 – 94.2	Pasir (Air payau)
2	Titik GL – 2	0 -1.25	Tanah Penutup
		1.25 – 37	Lempung
		37 - 100	Pasir
3	Titik GL – 3	0 – 1.18	Tanah Penutup
		1.18 -25.8	Pair (Air Payau)
		25.8 – 50.5	Pasir

		50.5 - 100	Air Payau
4	Titik GL – 4	0 – 0.5	Tanah Penutup (Payau)
		0.5 - 100	Lempung Pasiran (Payau)
5	Titik GL – 5	0 – 2.56	Tanah Penutup
		2.56 – 4.47	Lempung Pasiran
		4.47 – 100	Pasir
6	Titik GL – 6	0 – 0.9	Tanah Penutup
		0.9 - 75	Pasir ada sisipan border
		75 -100	Lempung Pasiran
7	Titik GL – 7	0- 1.6	Tanah Penutup
		1.6 – 11.7	Lempung Pasiran
		11.7 - 100	lempung
8	Titik GL – 8	0 – 0.91	Tanah penutup
		0.91 – 100	Pasir (payau)
9	Titik GL – 9	0 – 0.9	Tanah Penutup
		0.9 – 3.9	Pasir
		3.9 – 8.2	Pasir ada border
		8.2 - 75	Pasir
		75 - 100	Lempung
10	Titik GL – 10	0 – 0.9	Tanah Penutup
		0.9 - 100	Pasir lempung (Air payau)

Sama dengan hasil pengukuran geolistrik yang dilakukan pada bulan Juni, maka pada tanggal 30 Juni dan 1 Juli hasil pengukuran geolistrik menunjukkan nilai bahwa di daerah penelitian didominasi oleh lempung, pasir maupun lempung pasiran. Untuk di daerah pesisir menunjukkan sudah adanya kontainasi air laut di beberapa tempat.

4.2 INTRUSI AIR LAUT

Air tanah merupakan suatu sumber alam yang dapat diperbaharui yang sifatnya terbatas dan memainkan peran yang sangat penting dalam penyediaan air bersih untuk berbagai keperluan. Penggunaan air tanah sebagai sarana kehidupan semakin meningkat baik untuk kebutuhan industri maupun untuk kebutuhan rumah tangga.

Terjadinya penyedotan air tanah yang terus menerus tanpa memperhitungkan daya dukung lingkungannya menyebabkan permukaan air tanah melebihi daya produksi dari suatu akifer, yang merupakan formasi pengikat air yang memungkinkan air cukup besar untuk bergerak. Hal ini dapat menimbulkan terjadinya intrusi air laut terhadap sumber air bawah tanah.

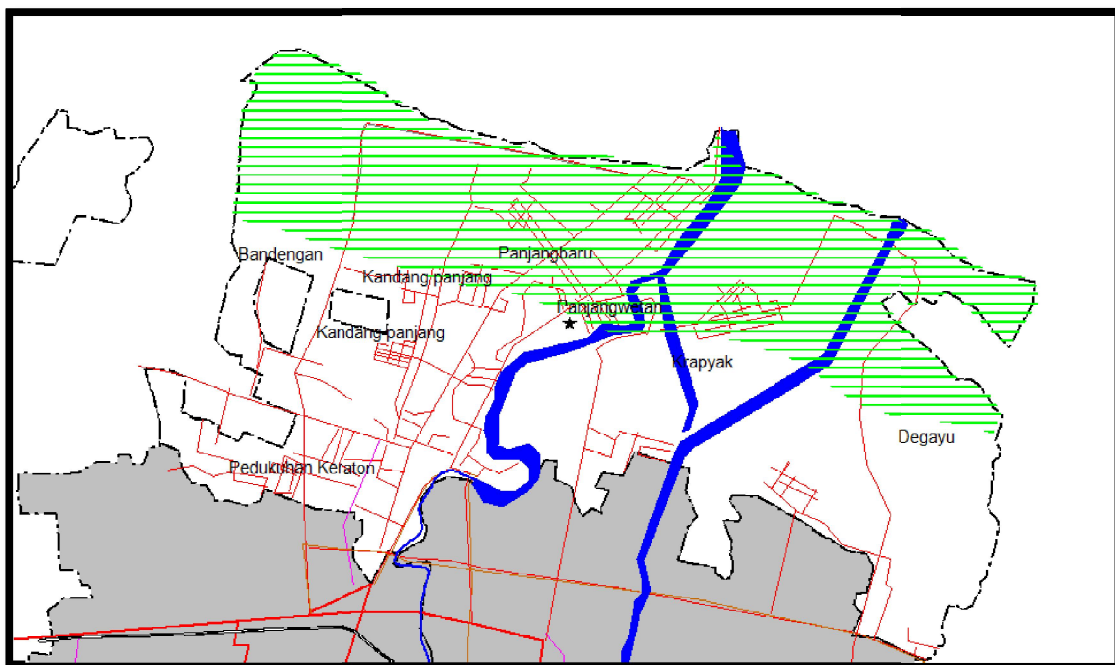
Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan suatu penelitian atau survei dengan menggunakan metode tahanan jenis (resistivity). Sejauh ini belum pernah dilakukan suatu penelitian dengan metode tahanan jenis (resistivity) konfigurasi

Schlumberger mengenai penyebaran intrusi air pada desa Pantai sebagai upaya untuk mengetahui sampai sejauh mana penyebaran air laut akibat penyedotan air bawah tanah (sumur) oleh manusia untuk keperluan sehari-hari. Eksploitasi air tanah secara berlebihan dapat menyebabkan terjadinya intrusi air laut pada daerah tersebut. Jika hal ini terjadi, maka kondisi air pada daerah tersebut tidak layak untuk dikonsumsi, karena adanya rasa asin atau payau. Untuk mengetahui hal tersebut, maka akan dilakukan suatu penelitian atau survei geofisika menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kedalaman intrusi air laut berdasarkan nilai tahanan jenis, menentukan batas kedalaman antara air tawar dengan air asin berdasarkan prinsip Schlumberger, memperoleh citra bawah permukaan berdasarkan nilai tahanan jenis untuk setiap lapisan bawah permukaan, dan faktor yang mempengaruhi terjadi intrusi air laut. Keadaan material bawah tanah sangat mempengaruhi aliran dan jumlah air tanah.

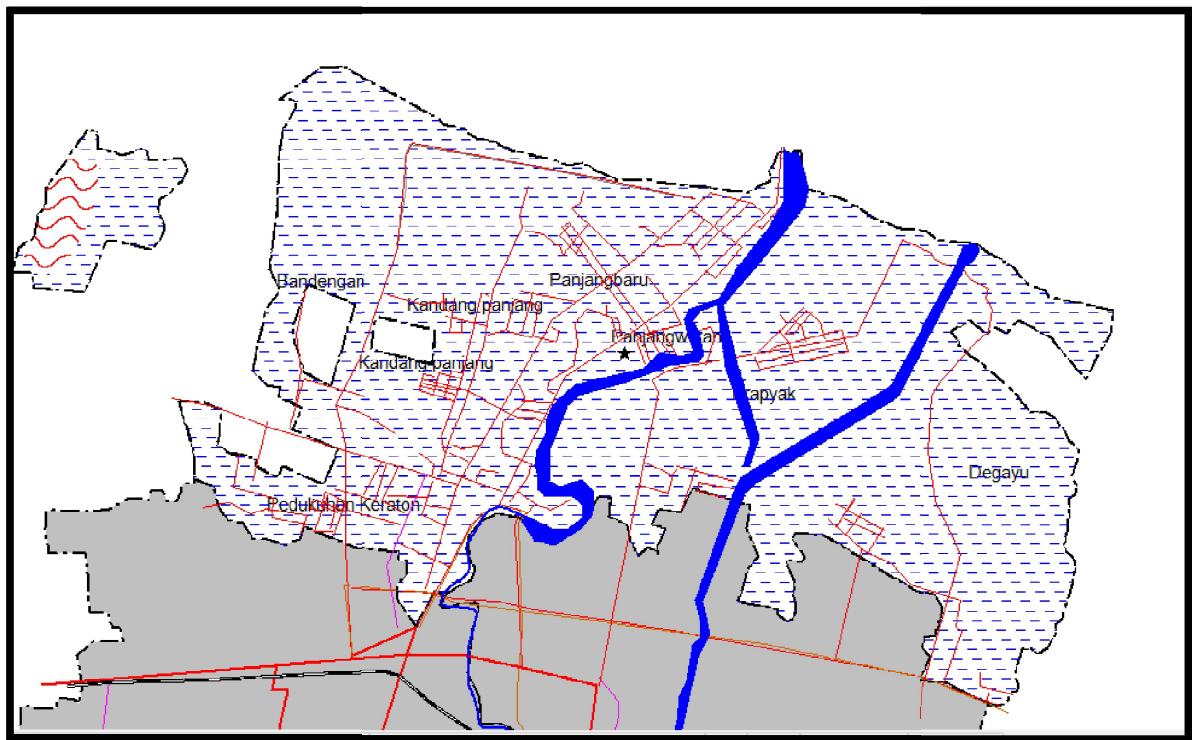
Jumlah air tanah yang dapat di simpan dalam batuan dasar, sedimen dan tanah sangat bergantung pada permeabilitas. Permeabilitas merupakan kemampuan batuan atau tanah untuk melewatkan atau meloloskan air. Porositas juga sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air tanah. Porositas adalah jumlah atau persentase pori atau rongga dalam total volume batuan atau sedimen.

Hasil pencitraan bawah permukaan yang berupa gambaran warna yang dihasilkan oleh software Res2dinv kemudian diinterpretasikan berdasarkan nilai tahanan jenis tiap batuan. Dengan membaca panduan atau literature pada software tersebut, maka akan diketahui kedalaman intrusi air laut pada daerah tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan di sekitar wilayah Kecamatan Pekalongan Utara, Nilai apparent resistivity atau resistivitas semu yang diperoleh dari hasil pengukuran selanjutnya akan dilakukan inversi dengan menggunakan software Res2dinv dari konfigurasi Wenner Schlumberger diperoleh penampang tahanan jenis.



Gambar 4.1. Zonasi Intrusi Air Laut Berdasarkan Hasil Pengukuran Geolistrik



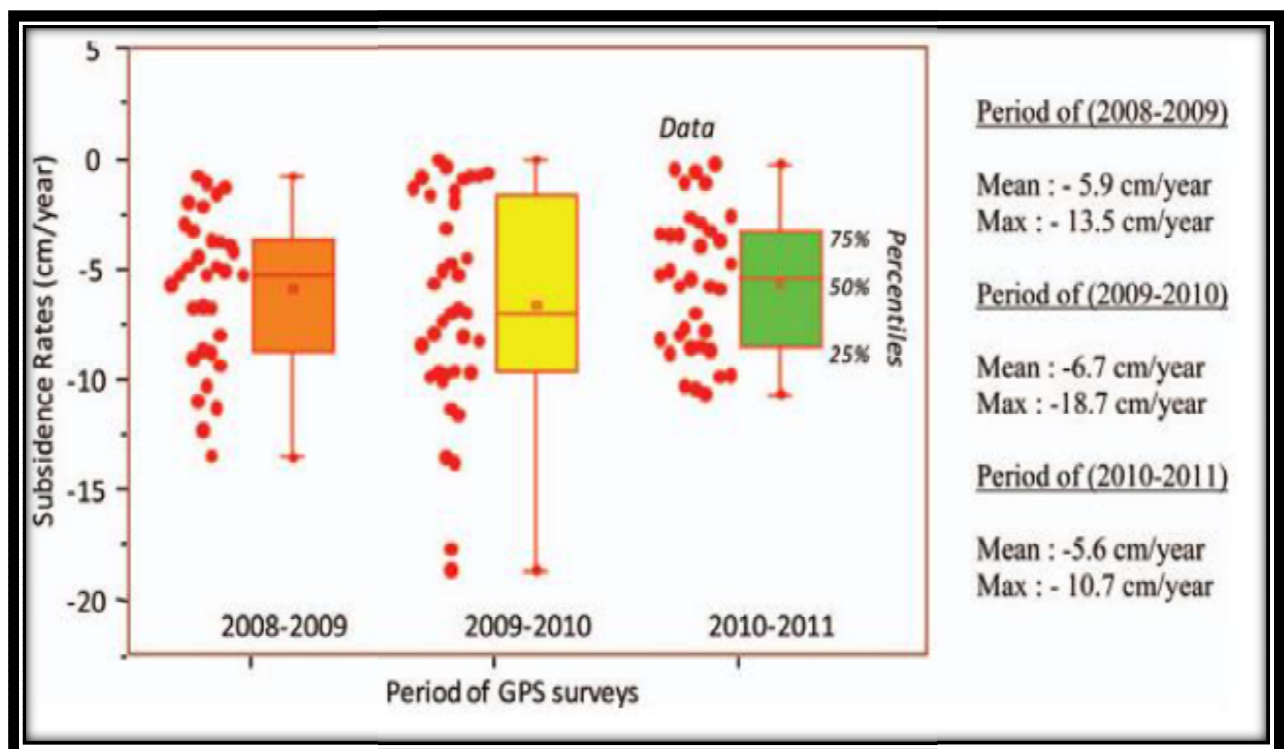
Gambar 4.2. Zona Rentan Penurunan Tanah

4.3 PENURUNAN MUKA TANAH

Potensi kerentanan penurunan tanah seperti yang terjadi di kota besar: Semarang, Bandung dan Jakarta. Endapan tanah lunak memberikan ancaman, tanah lunak mempunyai nilai daya dukung yang rendah.

Penurunan muka tanah (amblesan) telah menjadi masalah penting yang mengancam keberlangsungan daya dukung wilayah wilayah perkotaan. Amblesan tanah dapat merusak bangunan, jalan, jembatan, saluran drainase dan berbagai infrastruktur lainnya sehingga menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Pada daerah pesisir penurunan muka tanah dapat memudahkan intrusi air laut dan banjir akibat pasang surut. Amblesan tanah secara alami dapat terjadi akibat konsolidasi alamiah tanah lempung, aktivitas tektonik, runtuh akibat disolusi karbonat pada daerah karst dan lain-lain. Penurunan muka air tanah akibat ekstraksi air tanah yang berlebihan, beban bangunan, konstruksi bawah permukaan adalah beberapa aktivitas manusia yang dapat menyebabkan peristiwa amblesan. Penurunan muka air tanah oleh pengambilan air tanah yang

berlebihan diindikasikan sebagai penyebab terbesar dari peristiwa amblesan. Seiring dengan kecepatan pembangunan di wilayah perkotaan, dampak yang terjadi dibawah permukaan menunjukkan kecenderungan peningkatan dari tahun ke tahun, yang menimbulkan dampak penurunan permukaan tanah (land subsidence), hal ini dapat dilihat seperti Gambar di bawah ini.



Gambar 4.2. Laju Penurunan permukaan tanah

Wilayah Pekalongan bagian utara merupakan endapan daerah pantai yang terletak pada utara Pulau Jawa. Sebagaimana yang umumnya terjadi di daerah lingkungan pengendapan pantai, maka daerah ini juga terindikasi adanya ancaman penurunan tanah. Hal ini diperjelas dengan adanya bukti-bukti fenomena tersebut di antaranya adalah rusak jalan, naiknya air laut. Melihat fenomena kerusakan dan adanya dugaan dari pengendapan geologi maka diperlukan informasi secara ilmiah tentang karakteristik urutan stratifikasi bawah

permukaan kaitannya dengan penurunan muka tanah berdasarkan nilai over consolidation ratio (OCR) untuk menjelaskan kejadian tersebut.

Karakteristik geologi teknik pada sedimen terlihat terdapat lapisan lempung, lanau sedikit tanah organik. Keberadaan lapisan lempung lunak pada bagian bawah, mengindikasikan zona lunak dengan daya dukung rendah termasuk kedalam jenis tanah lunak dengan konsistensi sangat lunak, hal ini didukung dengan terjadinya rob pada pantai utara Kota Pekalongan. Dengan demikian pada lokasi lokasi tersebut (terjadi rob) perlu mendapat perhatian dengan kajian yang lebih dalam dan dipersiapkan juga pengurangan risiko bahaya amblesan.

4.4 ROB (Banjir Air Laut)

Rob atau banjir air laut adalah banjir yang menggenangi daratan yang lebih rendah dari permukaan air laut pada suatu daerah yang disebabkan oleh air laut yang pasang. Rob pada umumnya terjadi pada daerah kota atau wilayah sekitar pantai (dikenal sebagai daerah pesisir) di Pekalongan Utara, mengapa demikian? Karena bila dilihat dari topografinya, daratan Pekalongan Utara relatif datar dan menunjukkan beda ketinggian yang relatif kecil dari permukaan air laut rata-rata, ada yang di atas muka air laut rata-rata dan bahkan ada daerah-daerah dengan beda ketinggian (X_h) = negatif (-) artinya lebih rendah dengan permukaan air laut rata-rata.

Berbeda dengan daerah Jawa bagian selatan dimana topografinya menunjukkan gambaran daerah dataran tinggi dengan ketinggian jauh di atas permukaan air laut rata-rata atau beda tinggi dengan permukaan air laut (X_h) sangat besar ke arah positif. Sehingga pada daerah Jawa bagian selatan tidak ada masalah rob seperti pada daerah Pekalongan Utara Jawa.

Terjadinya rob di Pekalongan Utara sangat bervariasi, ada daerah yang cukup lama dan semakin parah mengalami permasalahan rob dan ada daerah mengalami permasalahan rob yang tidak begitu serius dan terjadinya hanya sebentar. Permasalahan rob ini terjadi karena adanya penurunan muka tanah

dan permukaan air laut yang meninggi sebagai akibat pemanasan suhu bumi. Permasalahan rob menunjukkan semakin besar dan serius adalah terutama pada wilayah kota-kota yang berdekatan dengan laut (kota pesisir) dibandingkan dengan wilayah pedesaan. Mengapa? Karena di samping adanya pemanasan suhu dunia (Global warming), di kota-kota tersebut banyak sekali penyedotan air tanah berlebihan yang tidak terkendalikan sehingga permukaan tanah turun, dan penyebab lainnya.

Penyebab tingginya laju penurunan muka tanah :

1. Pertama adalah karena sifat atau karakteristik geologi tanah di wilayah Pekalongan Utara yang merupakan lapisan akumulasi endapan (quarter) sedimen yang belum stabil (terus mengalami proses konsolidasi) pada kawasan pantai yang berlansung ribuan tahun lalu yang akhirnya membentuk wilayah delta .
2. Karena adanya beban statis (bangunan) dan dinamis (beban bergerak seperti kendaraan bermotor) yang mempercepat terjadinya proses pemadatan lapisan tanah.
3. Ketiga adalah karena adanya gaya tektonis yang menyebabkan getaran dan pergerakan lapisan kulit bumi/tanah yang juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan muka tanah.
4. Keempat adalah akibat sangat tingginya laju ekstraksi air tanah (khususnya air tanah dalam) yang sudah melewati daya dukungnya (melebihi kemampuan pengisian kembali).

Salah satu dari ke empat penyebab turunnya muka tanah khususnya di daerah-daerah industri dan kota-kota besar, penyebab yang paling dominan adalah pengambilan air tanah yang berlebihan.

Sementara yang telah terjadi pada kota-kota besar adalah telah tumbuh bagaikan jamur bangunan-bangunan bertingkat seperti hotel, instansi negeri dan swasta, bangunan pusat-pusat industri yang banyak mengkonsumsi air tanah, pembangunan sarana dan prasarana jalan yang semakin bertambah mengakibatkan tertutupnya pori-pori tanah. Bertambah padatnya penduduk ikut

mewarnai tumbuhnya lahan perumahan-perumahan yang menggantikan lahan pertanian, ruang tanaman hijau yang tadinya berfungsi sebagai resapan. Akibat dari semuanya itu apa? Air tanah semakin berkurang karena tidak ada lagi keseimbangan dalam pengisian kembali akibat dari daerah resapan yang semakin sempit, ditambah lagi dengan pengambilan air tanah yang berlebihan sehingga terbentuk ruang kosong di dalam tanah mengakibatkan terjadinya penurunan tanah.

Penurunan muka tanah semakin turun akibat dari sifat atau karakteristik geologi tanah, beban statis bangunan dan beban dinamis benda bergerak, gaya tektonis, serta pengambilan air tanah yang berlebihan. Sebaliknya kenaikan permukaan air laut dunia menunjukkan semakin terus bertambah naik yang diprediksi akibat dari mencairnya lapisan es dan memanasnya air laut yang disebabkan pemanasan global.

"Berdasarkan analisis terakhir yang dilakukan oleh tim Inggris-Finlandia, permukaan laut selama 2000 tahun telah stabil. Pengukuran menunjukkan peningkatan hanya 2 cm di abad ke-18 dan 6 cm di abad ke-19, tapi tiba-tiba menjadi 19 cm atau lebih dari setengah kaki di abad yang lalu. Hal ini karena mencairnya lapisan sungai es. Bagi ahli iklim, angka yang kecil ini sangatlah berarti, dengan implikasi yang lebih kompleks dari yang dimengerti sejauh ini.

Penurunan muka tanah dan kenaikan permukaan air laut itulah yang mengakibatkan semakin bertambah luasnya wilayah darat yang terkena rob atau banjir air laut, dan mungkin secara pelan-pelan bumi akan tenggelam.

Solusi Untuk Mengatasi Meluasnya Rob (Banjir Air Laut)

Untuk mengatasi meluasnya rob yang terjadi yang faktanya telah berdiri bangunan-bangunan saling berdempetan dan sarana jalan yang semuanya serba beton, dengan permasalahan yang sangat kompleks dalam mengendalikan tata guna lahan, mengendalikan bangunan-bangunan yang telah berdiri atau yang masih dalam proses perencanaan, serta pengendalian pengambilan air tanah, diperlukan kebijakan yang serius dalam pengendaliannya. Agar tidak meluasnya areal rob, dan guna mengantisipasi dalam jangka pendek solusi yang terpilih

salah satunya mungkin harus dibuat dan dibangunnya tanggul di sepanjang pantai, di samping pembatasan dan pengendalian penyedotan air tanah. Untuk daerah-daerah yang mulai berkembang pembangunannya, diperlukan perencanaan dan pengendalian serius untuk kepentingan jangka panjang dalam penataan ruang tata guna lahan sebagaimana yang tertuang dalam Peraturan Daerah tentang Rencana Tata Ruang dan Wilayah.

Beberapa contoh bentuk upaya pengelolaan dan pelestarian lingkungan hidup, antara lain sebagai berikut.

1. Reboisasi, yaitu berupa penanaman kembali tanaman terutama pada daerah-daerah perbukitan yang telah gundul. .
2. Rehabilitasi lahan, yaitu pengembalian tingkat kesuburan tanah-tanah yang kritis dan tidak produktif.
3. Pengaturan tata guna lahan serta pola tata ruang wilayah sesuai dengan karakteristik dan peruntukan lahan.
4. Menjaga daerah resapan air (catchment area) diupayakan senantiasa hijau dengan cara ditanami oleh berbagai jenis tanaman keras sehingga dapat menyerap air dengan kuantitas yang banyak yang pada akhirnya dapat mencegah banjir, serta menjadi persediaan air tanah.
5. Pembuatan sengkedan (terasering) atau lorak mati bagi daerah daerah pertanian yang memiliki kemiringan lahan curam yang rentan terhadap erosi.
6. Rotasi tanaman baik secara tumpangsari maupun tumpang gilir, agar unsur-unsur hara dan kandungan organik tanah tidak selamanya dikonsumsi oleh satu jenis tanaman.
7. Penanaman dan pemeliharaan hutan kota. Hal ini dimaksudkan supaya kota tidak terlalu panas dan menjadi lebih indah. Mengingat pentingnya hutan di daerah perkotaan, hutan kota sering dinamakan paru-paru kota.
8. Larangan pembuangan limbah rumah tangga agar tidak langsung ke sungai.
9. Penyediaan tempat sampah dilokasi-lokasi publik.
10. Menghindari terjadinya kebocoran tangki-tangki pengangkut bahan bakar minyak pada wilayah laut.

11. Netralisasi limbah industri sebelum dibuang ke sungai. Dengan demikian, setiap pabrik atau industri wajib memiliki unit pengolahan limbah yang dikenal dengan istilah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).
12. Mengontrol kadar polusi udara dan memberi informasi jika kadar polusi melebihi ambang batas, yang dikenal dengan emisi gas buang
13. Penegakan hukum bagi pelaku tindakan pengelolaan sumber daya yang menyebabkan kerusakan lingkungan.

BAB 5

KESIMPULAN & SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data pengukuran pada tiga lintasan yang berbeda di Kecamatan Pekalongan Utara maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdeteksi adanya kandungan air laut/air asin pada lintasan pengukuran, sehingga ditemukan adanya intrusi air laut. Hal ini dilihat dari nilai resistivitasnya yaitu pada lintasan terdapat nilai resistivitasnya $< 1\Omega.m$, sehingga dapat ditentukan batas antara air tawar dengan air asin.
2. Pada lokasi pengukuran titik 4 yang berjarak kurang lebih 3 km tegak lurus garis pantai banyak mengandung lapisan air tanah permukaan (*ground water*) dalam akuifer tanah endapan lumpur (*alluvial*) yang terdiri dari campuran pasir (*sand*), dan lempung (*clay*).
3. Pada lokasi pengukuran Titik GL - 10 yang berjarak kurang lebih 300 m tegak lurus pantai banyak mengandung lapisan air tanah permukaan (*ground water*) yang terdiri dari campuran batu tulis (*shales*), pasir (*sand*), aluvium (*alluvium*) yang mengandung air asin.
4. Pada lokasi pengukuran Titik GL - 3 yang berjarak kurang lebih 1 km tegak lurus dengan garis pantai banyak mengandung lapisan air tanah permukaan (*ground water*) yang terdiri dari campuran pasir (*sand*), aluvium (*alluvium*) dan lempung (*clay*) yang terdapat air asin.
5. Ada beberapa faktor yang memungkinkan tidak terjadinya intrusi air laut pada suatu lokasi seperti jarak lokasi penelitian dengan pantai, jenis aterial batuan, porositas dan permeabilitas suatu batuan.
6. Penurunan muka tanah dapat terjadi di seluruh wilayah Kecamatan Pekalongan Utara.

5.2 SARAN

1. Sebaiknya dilakukan penelitian penelitian terencana dan terstruktur.
2. Pengaturan tata guna lahan serta pola tata ruang wilayah sesuai dengan karakteristik dan peruntukan lahan.
3. Pembuatan sumur-sumur resapan dan imbuhan
4. Mengaktifkan kembali sumur-sumur eksploitasi yang tidak terpakai menjadi sumur resapan.
5. Memberlakukan Surat Izin Pengambilan Air (SIPA) terutama untuk kegiatan industri yang memerlukan air.
6. Penegakan hukum bagi pelaku pelanggaran.

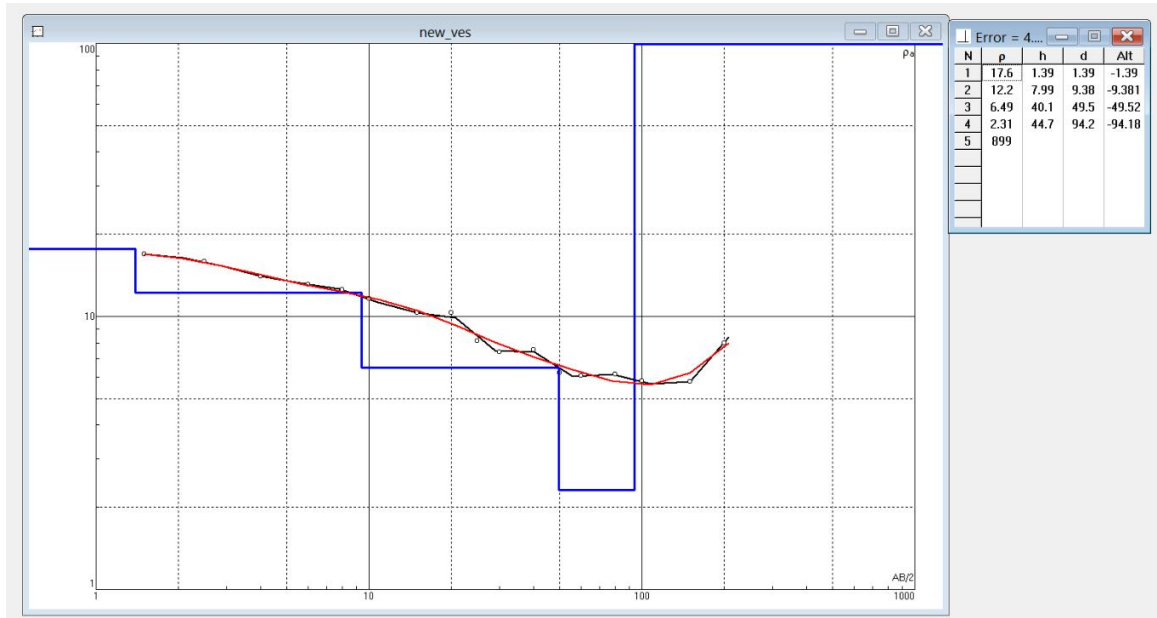
DAFTAR PUSTKA

- Holtz, R. D., and Kovacs, W. D., 1981. *An Introduction to Geotechnical Engineering*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Indonesian Departement of Public Work (IDPK), 2002, *Indonesiaan Seismic Building Codes*, SNI-1726, 2002, Jakarta, Indonesia.
- Kaiser, E., Godschalk, D., dan Chapin Jr., F, 1995, *Urban Land Use Planning*, Joseph Henry Press.
- Newcomb, K.R., McCann, W.R., 1987. Seismic history and seismotectonic of the Sunda arc, *J.Geophys.Res.*92, 421 - 439.
- Kramer, S.L., 1996, *Geotechnical earthquake engineering*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 653.
- Roberson, P.K., and Wride, B.H., 1989, Cyclic Liquefaction and the Evalution Based on the SPT and CPT, in *Proceedings edited by Youd and Idriss*, 1988, p. 41 – 88 .
- Robertson, P.K. and Wride, C.E.1998, *Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test*. *Canadian Geotechnical journal*, Ottawa, 35(3), 442-459.
- Rohandi, U dan Nasution, J., 1990, *Peta Anomali Bouger Lembar Karawang, Jawa Skala 1 : 100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Dep.Pertambangan dan Energi, Bandung.
- Sagala, S.A.H dan Bisri, M.B.F., 2011, *Perencanaan Tata Ruang Berbasis Kebencanaan di Indonesia, Perspektif Terhadap Kebencanaan dan Lingkungan di Indonesia : Studi Kasus dan pengurangan dampak risikonya, Sub-kegiatan Kompetitif LIPI Kebencanaan dan Lingkungan – LIPI*, hal. 153 – 172. ISBN : 978-602-99893-0-4.
- Sampurno, 1989, *Geologi Kuarter Sebagai Potensi dan Limitasi Dalam Pengembangan Wilayah, Geologi Kuarter Kaitannya dengan Bencana Alam*, Publikasi Khusus, No.8, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Dep.Pertambangandan Energi, Bandung, hal. 45 – 59.
- Sampurno, 1985, *Pertimbangan Aspek Geologi Teknik dan Lingkungan Untuk Pembangunan Kota*, Seminar Perencanaan Tata Ruang Indonesia Tahun 2000, Jakarta 31 hal.

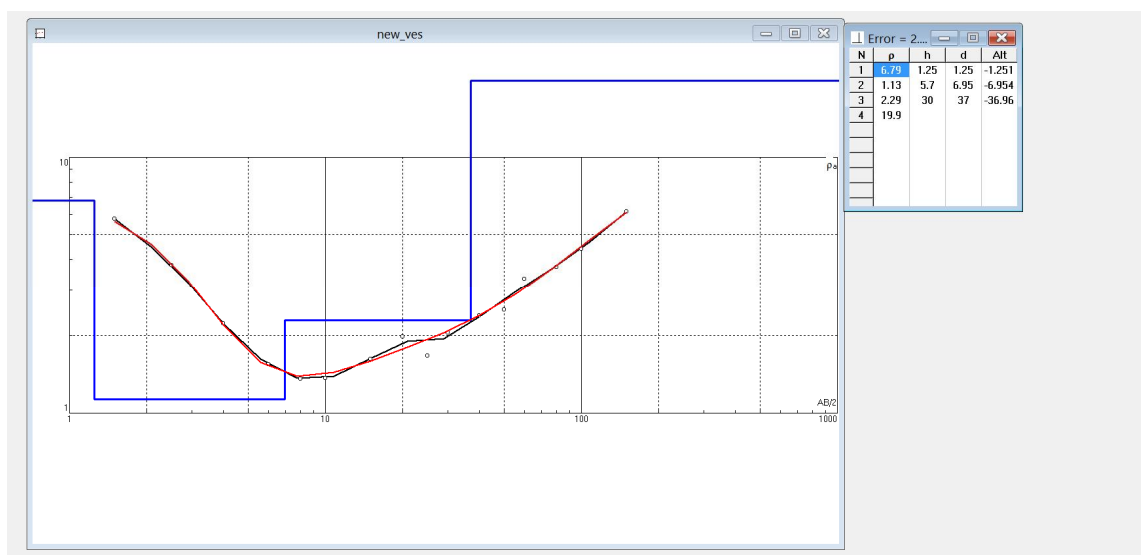
- Schmertmann, J.H., 1978, Guidelines for cone penetration test performance and design. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration Report.No.FHWA-TS-78-200, Washington D.C. 145 p.
- Panjaitan, S, 2009, Aplikasi Metode Gaya Berat Untuk Identifikasi Potensi Hidrokarbon di dalam Cekungan Jakarta dan sekitarnya, Journal Sumber Daya Geologi, Vol.19, No.6, hal 341 – 350.
- Suyono, M, 1987, Stratigraphic and Tectonic Behaviour of the Back – Arc Basin in West Java, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Dep.Pertambangan dan Energi, Bandung.
- Telford, W.M., L.P. Geldart, R.E. sheriff and D.A. Keys, 1982, Applied Geophysics, Cambridge University Press, Cambridge.
- Todd, D.K, 1980, Groundwater Hydrology, New York, John Willey and Sons Inc.

LAMPIRAN

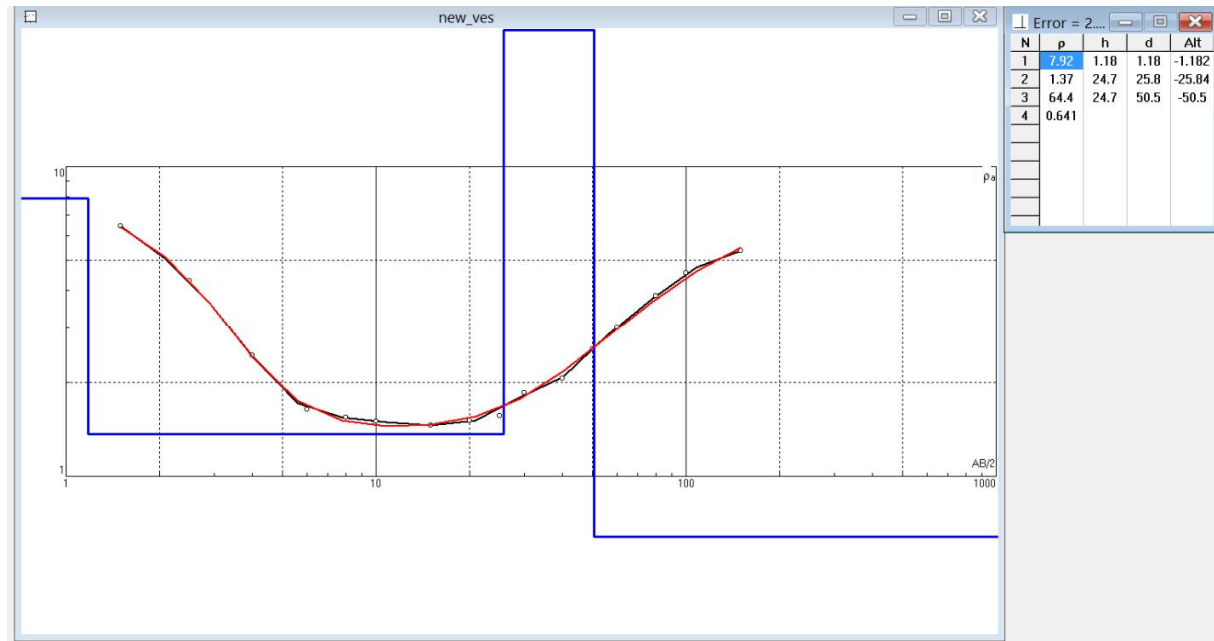
Grafik GL -1



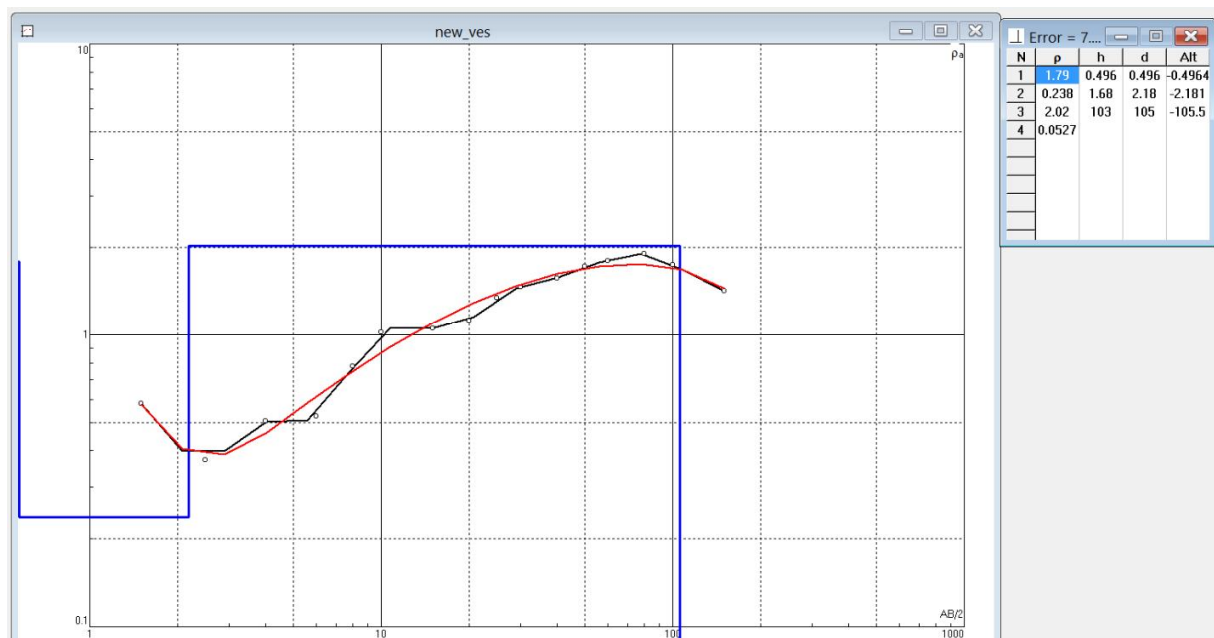
Grafik GL -2



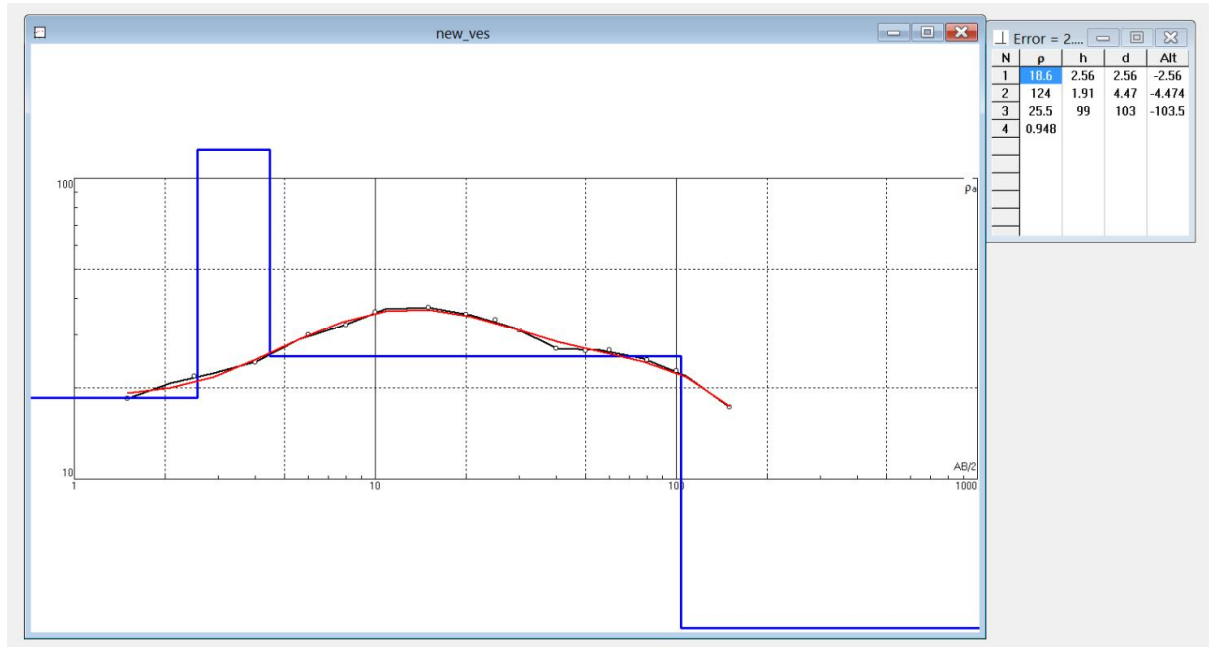
Grafik GL - 3



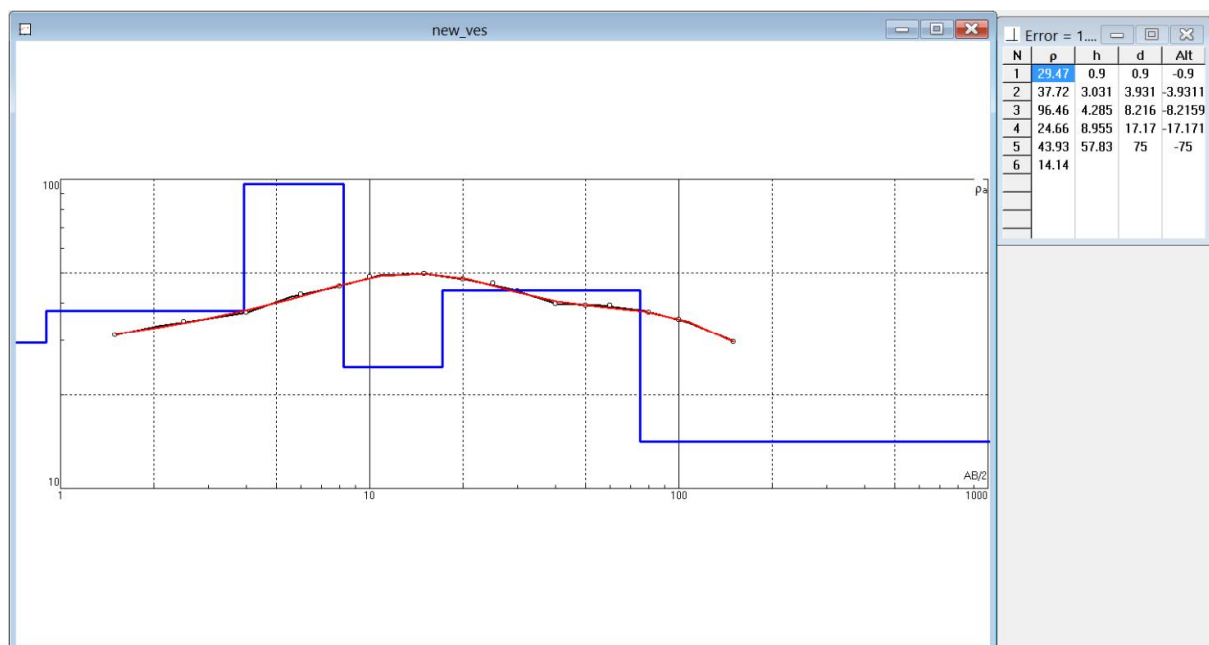
Grafik GL -4



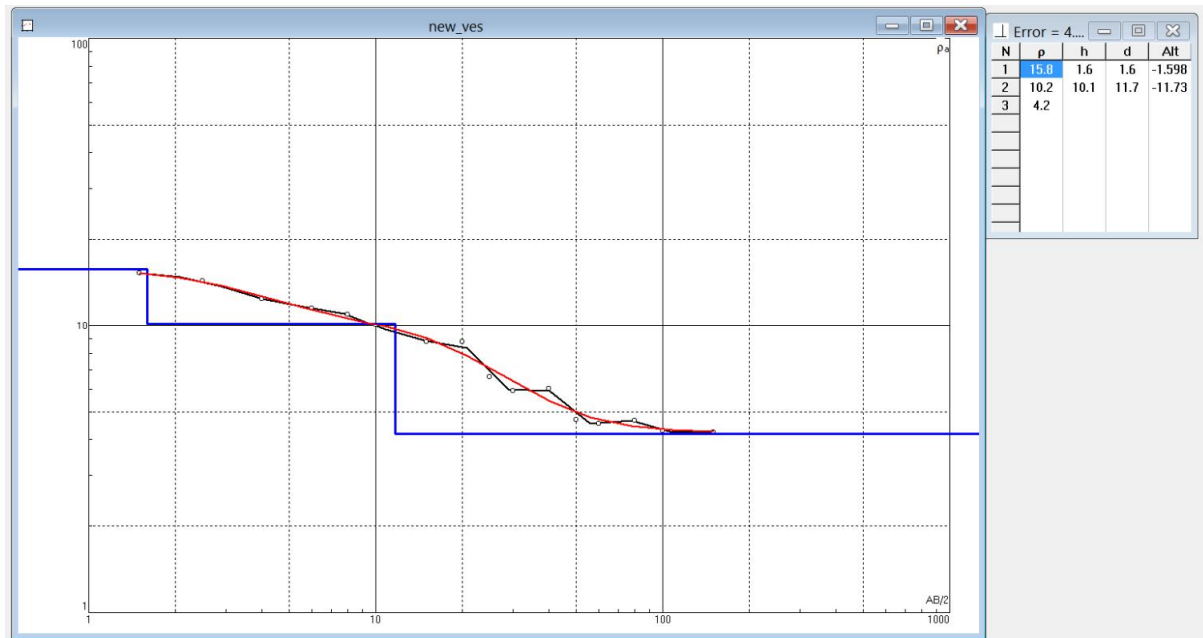
Grafik GL - 5



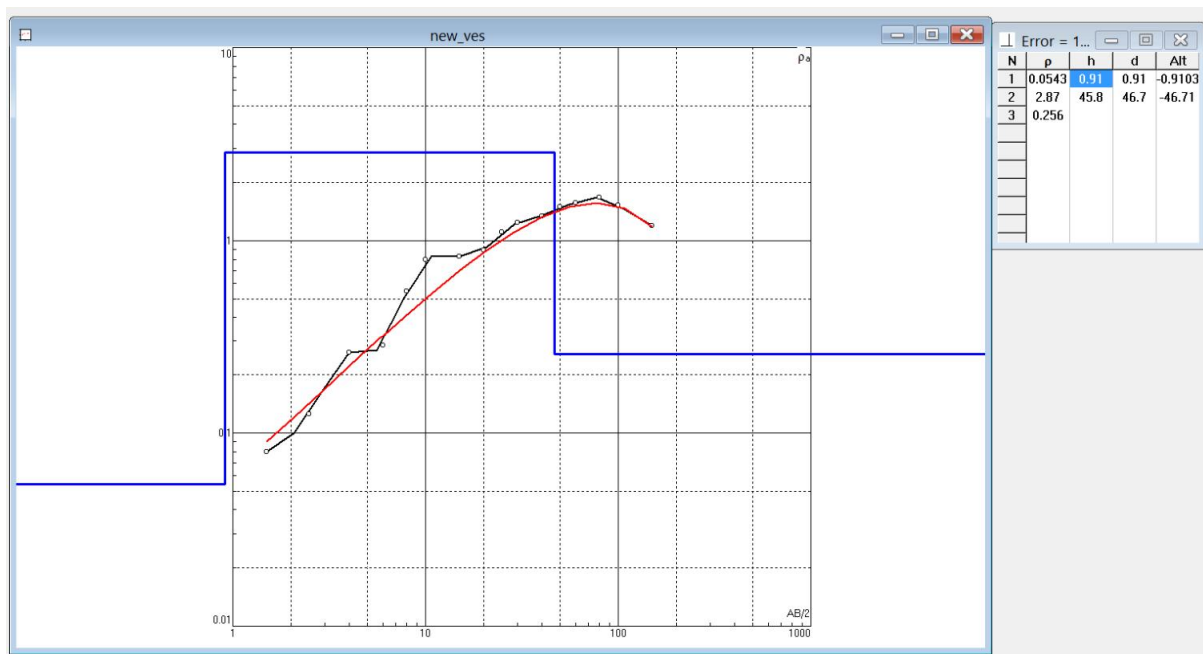
Grafik GL – 6



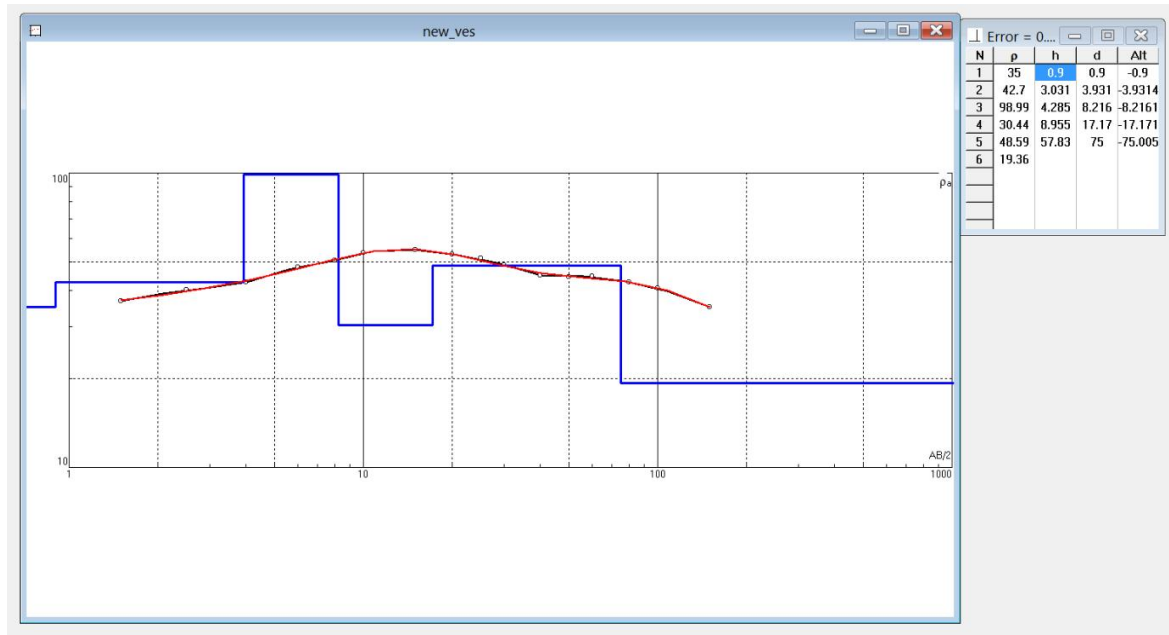
Grafik GL - 7



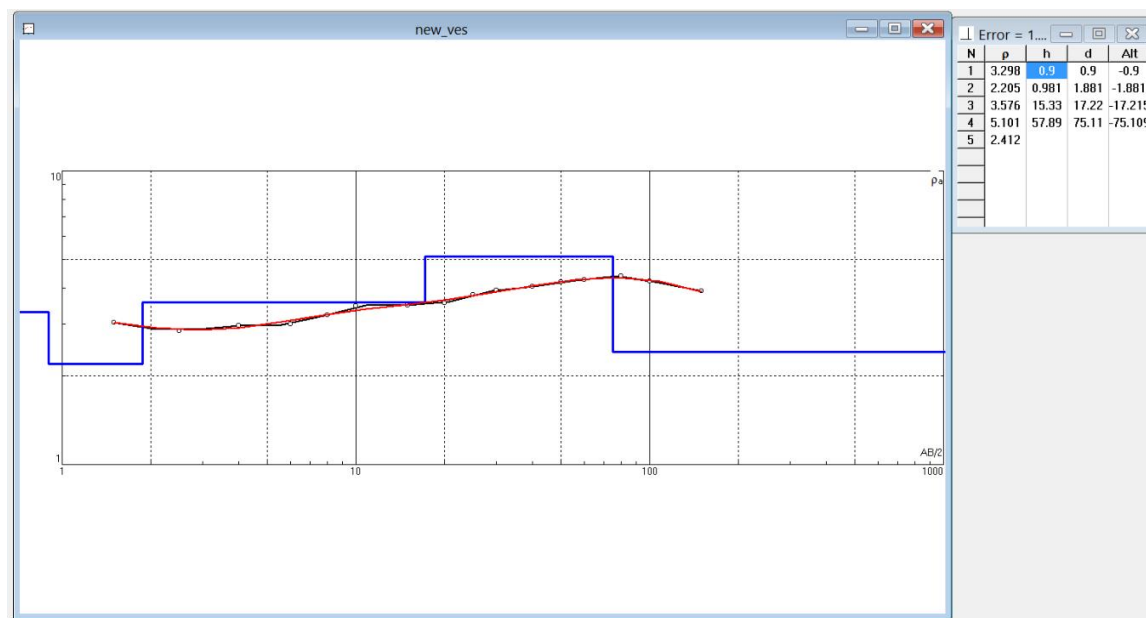
Grafik GL - 8



Grafik GL - 9



Grafik GL -10



No. Point GL-1

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	449.00	166.00	2.70	16.99
2.5	0.5	18.25	266.00	303.00	0.88	16.02
4	0.5	49.48	34.00	119.00	0.29	14.14
6	0.5	112.31	22.10	188.00	0.12	13.20
8	0.5	200.28	8.40	133.00	0.06	12.65
10	0.5	313.37	6.50	174.00	0.04	11.71
15	0.5	706.07	1.00	68.00	0.01	10.38
15	5	62.83	11.50	68.00	0.17	10.63
20	5	117.81	5.50	61.00	0.09	10.62
25	5	188.5	2.80	63.00	0.04	8.38
30	5	274.89	0.50	18.00	0.03	7.64
40	5	494.8	3.20	204.00	0.02	7.76
50	5	777.55	3.80	462.00	0.01	6.40
60	5	1123.12	0.30	54.00	0.01	6.24
60	20	251.33	1.30	54.00	0.02	6.05
80	20	471.24	0.30	23.00	0.01	6.15
100	20	753.98	0.40	52.00	0.01	5.80
150	20	735.73	0.50	64.00	0.01	5.75
200	20	3110.18	0.30	117.00	0.00	7.97

No. Point GL -2

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	1010.00	1208.00	0.84	5.25
2.5	0.5	18.25	198.00	1046.00	0.19	3.45
4	0.5	49.48	50.10	1220.00	0.04	2.03
6	0.5	112.31	11.10	883.00	0.01	1.41
8	0.5	200.28	7.20	1160.00	0.01	1.24
10	0.5	313.37	3.80	952.00	0.00	1.25
15	0.5	706.07	0.80	382.00	0.00	1.48
15	5	62.83	8.20	380.00	0.02	1.36
20	5	117.81	4.30	306.00	0.01	1.66
25	5	188.5	2.80	377.00	0.01	1.40
30	5	274.89	2.70	432.00	0.01	1.72
40	5	494.8	1.50	372.00	0.00	2.00
50	5	777.55	2.50	917.00	0.00	2.12
60	5	1123.12	0.30	120.00	0.00	2.81
60	20	251.33	1.60	120.00	0.01	3.35
80	20	471.24	3.50	443.00	0.01	3.72
100	20	753.98	3.00	515.00	0.01	4.39
150	20	735.73	0.90	108.00	0.01	6.13

No. Point GL - 3

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	988.00	1210.00	0.82	5.13
2.5	0.5	18.25	195.00	1045.00	0.19	3.41
4	0.5	49.48	48.10	1221.00	0.04	1.95
6	0.5	112.31	10.20	873.00	0.01	1.31
8	0.5	200.28	7.10	1158.00	0.01	1.23
10	0.5	313.37	3.60	944.00	0.00	1.20
15	0.5	706.07	0.90	373.00	0.00	1.16
15	5	62.83	7.10	387.00	0.02	1.30
20	5	117.81	4.20	305.00	0.01	1.35
25	5	188.5	2.70	364.00	0.01	1.40
30	5	274.89	2.60	430.00	0.01	1.66
40	5	494.8	1.40	375.00	0.00	1.85
50	5	777.55	2.30	917.00	0.00	2.30
60	5	1123.12	0.30	125.00	0.00	2.70
60	20	251.33	1.50	125.00	0.01	3.02
80	20	471.24	3.60	444.00	0.01	3.82
100	20	753.98	3.10	516.00	0.01	4.53
150	20	735.73	0.80	110.00	0.01	5.35

No. Point GL - 4

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	105.00	1247.00	0.08	0.53
2.5	0.5	18.25	20.00	1073.00	0.02	0.34
4	0.5	49.48	8.90	965.00	0.01	0.46
6	0.5	112.31	4.10	965.00	0.00	0.48
8	0.5	200.28	2.80	795.00	0.00	0.71
10	0.5	313.37	1.90	640.00	0.00	0.93
15	0.5	706.07	0.80	588.00	0.00	0.96
15	5	62.83	10.70	588.00	0.02	1.14
20	5	117.81	5.70	554.00	0.01	1.21
25	5	188.5	3.40	441.00	0.01	1.45
30	5	274.89	1.80	311.00	0.01	1.59
40	5	494.8	1.60	467.00	0.00	1.70
50	5	777.55	1.10	457.00	0.00	1.87
60	5	1123.12	0.90	519.00	0.00	1.95
60	20	251.33	2.40	336.00	0.01	1.80
80	20	471.24	1.80	444.00	0.00	1.91
100	20	753.98	1.20	516.00	0.00	1.75
150	20	735.73	0.60	310.00	0.00	1.42

No. Point GL - 5

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	407.00	153.00	2.66	16.71
2.5	0.5	18.25	98.00	90.00	1.09	19.87
4	0.5	49.48	38.40	86.00	0.45	22.09
6	0.5	112.31	17.50	72.00	0.24	27.30
8	0.5	200.28	11.80	80.00	0.15	29.54
10	0.5	313.37	10.40	100.00	0.10	32.59
15	0.5	706.07	2.10	44.00	0.05	33.70
15	5	62.83	12.70	22.00	0.58	36.27
20	5	117.81	11.40	39.00	0.29	34.44
25	5	188.5	8.40	48.00	0.18	32.99
30	5	274.89	6.20	56.00	0.11	30.43
40	5	494.8	3.80	71.00	0.05	26.48
50	5	777.55	1.60	55.00	0.03	26.00
60	5	1123.12	0.70	30.00	0.02	26.21
60	20	251.33	3.20	30.00	0.11	26.81
80	20	471.24	2.10	40.00	0.05	24.74
100	20	753.98	1.60	53.00	0.03	22.76
150	20	735.73	0.80	34.00	0.02	17.31

No. Point GL - 6

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	711.54	153.00	4.65	29.21
2.5	0.5	18.25	159.64	90.00	1.77	32.37
4	0.5	49.48	60.13	86.00	0.70	34.59
6	0.5	112.31	25.51	72.00	0.35	39.80
8	0.5	200.28	16.79	80.00	0.21	42.04
10	0.5	313.37	14.39	100.00	0.14	45.09
15	0.5	706.07	2.88	44.00	0.07	46.20
15	5	62.83	17.08	22.00	0.78	48.77
20	5	117.81	15.54	39.00	0.40	46.94
25	5	188.5	11.58	48.00	0.24	45.49
30	5	274.89	8.75	56.00	0.16	42.93
40	5	494.8	5.59	71.00	0.08	38.98
50	5	777.55	2.72	55.00	0.05	38.50
60	5	1123.12	1.03	30.00	0.03	38.71
60	20	251.33	4.69	30.00	0.16	39.31
80	20	471.24	3.16	40.00	0.08	37.24
100	20	753.98	2.48	53.00	0.05	35.26
150	20	735.73	1.38	34.00	0.04	29.81

No. Point GL-7

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	409.35	166.00	2.47	15.49
2.5	0.5	18.25	241.10	303.00	0.80	14.52
4	0.5	49.48	30.39	119.00	0.26	12.64
6	0.5	112.31	19.59	188.00	0.10	11.70
8	0.5	200.28	7.40	133.00	0.06	11.15
10	0.5	313.37	5.67	174.00	0.03	10.21
15	0.5	706.07	0.86	68.00	0.01	8.88
15	5	62.83	9.88	68.00	0.15	9.13
20	5	117.81	4.72	61.00	0.08	9.12
25	5	188.5	2.30	63.00	0.04	6.88
30	5	274.89	0.40	18.00	0.02	6.14
40	5	494.8	2.58	204.00	0.01	6.26
50	5	777.55	2.91	462.00	0.01	4.90
60	5	1123.12	0.23	54.00	0.00	4.74
60	20	251.33	0.98	54.00	0.02	4.55
80	20	471.24	0.23	23.00	0.01	4.65
100	20	753.98	0.30	52.00	0.01	4.30
150	20	735.73	0.37	64.00	0.01	4.25
200	20	3110.18	0.24	117.00	0.00	6.47

No. Point GL - 8

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	59.33	1247.00	0.05	0.30
2.5	0.5	18.25	6.48	1073.00	0.01	0.11
4	0.5	49.48	4.41	965.00	0.00	0.23
6	0.5	112.31	2.12	965.00	0.00	0.25
8	0.5	200.28	1.89	795.00	0.00	0.48
10	0.5	313.37	1.43	640.00	0.00	0.70
15	0.5	706.07	0.61	588.00	0.00	0.73
15	5	62.83	8.55	588.00	0.01	0.91
20	5	117.81	4.62	554.00	0.01	0.98
25	5	188.5	2.86	441.00	0.01	1.22
30	5	274.89	1.54	311.00	0.00	1.36
40	5	494.8	1.38	467.00	0.00	1.47
50	5	777.55	0.96	457.00	0.00	1.64
60	5	1123.12	0.79	519.00	0.00	1.72
60	20	251.33	2.09	336.00	0.01	1.57
80	20	471.24	1.58	444.00	0.00	1.68
100	20	753.98	1.04	516.00	0.00	1.52
150	20	735.73	0.50	310.00	0.00	1.19

No. Point GL - 9

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	840.66	153.00	5.49	34.51
2.5	0.5	18.25	185.78	90.00	2.06	37.67
4	0.5	49.48	69.34	86.00	0.81	39.89
6	0.5	112.31	28.91	72.00	0.40	45.10
8	0.5	200.28	18.91	80.00	0.24	47.34
10	0.5	313.37	16.08	100.00	0.16	50.39
15	0.5	706.07	3.21	44.00	0.07	51.50
15	5	62.83	18.93	22.00	0.86	54.07
20	5	117.81	17.29	39.00	0.44	52.24
25	5	188.5	12.93	48.00	0.27	50.79
30	5	274.89	9.83	56.00	0.18	48.23
40	5	494.8	6.35	71.00	0.09	44.28
50	5	777.55	3.10	55.00	0.06	43.80
60	5	1123.12	1.18	30.00	0.04	44.01
60	20	251.33	5.32	30.00	0.18	44.61
80	20	471.24	3.61	40.00	0.09	42.54
100	20	753.98	2.85	53.00	0.05	40.56
150	20	735.73	1.62	34.00	0.05	35.11

No. Point GL - 10

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V	I	R	Rho a (m)
1.5	0.5	6.28	595.46	1247.00	0.48	3.00
2.5	0.5	18.25	165.22	1073.00	0.15	2.81
4	0.5	49.48	57.07	965.00	0.06	2.93
6	0.5	112.31	25.32	965.00	0.03	2.95
8	0.5	200.28	12.60	795.00	0.02	3.18
10	0.5	313.37	6.94	640.00	0.01	3.40
15	0.5	706.07	2.86	588.00	0.00	3.43
15	5	62.83	33.82	588.00	0.06	3.61
20	5	117.81	17.32	554.00	0.03	3.68
25	5	188.5	9.18	441.00	0.02	3.92
30	5	274.89	4.59	311.00	0.01	4.06
40	5	494.8	3.93	467.00	0.01	4.17
50	5	777.55	2.55	457.00	0.01	4.34
60	5	1123.12	2.04	519.00	0.00	4.42
60	20	251.33	5.70	336.00	0.02	4.27
80	20	471.24	4.13	444.00	0.01	4.38
100	20	753.98	2.89	516.00	0.01	4.22
150	20	735.73	1.64	310.00	0.01	3.89

No. Point P - 1

No. Point	GL - 10					
AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	919	1207	1.3	8.2
2.5	18.84	0.5	610	291.2	0.5	9.0
4	49.46	0.5	422	69.5	0.2	8.1
6	112.26	0.5	813	49.2	0.1	6.8
8	200.18	0.5	672	14.9	0.0	4.4
10	313.22	0.5	674	7.5	0.0	3.5
15	705.72	0.5	573	2.7	0.0	3.3
15	62.80	5	443	25.1	0.1	3.6
20	117.75	5	672	10.3	0.0	1.8
25	188.40	5	825	6.9	0.0	1.6
30	274.75	5	992	4.5	0.0	1.2
40	494.55	5	970	2.1	0.0	1.1

No. Point P - 2

AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	1157	608	0.5	3.3
2.5	18.84	0.5	1243	203.3	0.2	3.1
4	49.46	0.5	893	75.2	0.1	4.2
6	112.26	0.5	846	20.7	0.0	2.7
8	200.18	0.5	906	20.2	0.0	4.5
10	313.22	0.5	692	9.3	0.0	4.2
12	451.38	0.5	1092	7.9	0.0	3.3
15	62.80	5	947	89.6	0.1	5.9
20	117.75	5	972	22.9	0.0	2.8
25	188.40	5	776	19.2	0.0	4.7
30	274.75	5	952	8.1	0.0	2.3
40	494.55	5	862	6.2	0.0	3.6
50	777.15	5	783	2.9	0.0	2.9
60	1122.55	5	953	4.9	0.0	5.8
75	410.16	20	586	2.9	0.0	2.0
100	753.60	20	834	2.7	0.0	2.4

No. Point P - 3

AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	9.43	3.4	0.4	16.0
2.5	18.84	0.5	674	72.1	0.1	14.0
4	49.46	0.5	599	52.1	0.1	12.0
6	112.26	0.5	501	15.2	0.0	10.0
8	200.18	0.5	512	7.9	0.0	8.0
10	313.22	0.5	453	3.1	0.0	7.0
12	451.38	0.5	414	2.7	0.0	6.4
15	62.80	5	356	10.3	0.0	5.0
20	117.75	5	345	5.9	0.0	3.2
25	188.40	5	369	2.1	0.0	2.4

No. Point P - 4

AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	585	2706	4.6	16.0
2.5	18.84	0.5	516	591	1.1	14.0
4	49.46	0.5	554	90.1	0.2	12.0
6	112.26	0.5	357	21.7	0.1	10.0
8	200.18	0.5	321	7.6	0.0	8.0
10	313.22	0.5	351	3.9	0.0	7.0
12	451.38	0.5	286	1.7	0.0	6.4
15	62.80	5	256	1.6	0.0	5.0
20	117.75	5	215	3.1	0.0	3.2
25	188.40	5	36	1	0.0	2.4
30	274.75	5	43	0.5	0.0	2.4
40	494.55	5	102	0.3	0.0	3.4
50	777.15	5	102	4.2	0.0	4.5
60	1122.55	5	165	1.2	0.0	6.0
75	410.16	20	182	0.9	0.0	7.0
100	753.60	20	195	0.4	0.0	8.0

No. Point P - 5

AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	155	13	0.1	16.0
2.5	18.84	0.5	167	2.8	0.0	14.0
4	49.46	0.5	182	34.2	0.2	12.0
6	112.26	0.5	184	19.4	0.1	10.0
8	200.18	0.5	175	8.3	0.0	8.0
10	313.22	0.5	162	4.7	0.0	7.0
12	451.38	0.5	160	4.3	0.0	6.4
15	62.80	5	159	29.1	0.2	5.0
20	117.75	5	165	10.8	0.1	3.2
25	188.40	5	159	9	0.1	2.4
30	274.75	5	169	72	0.4	2.4
40	494.55	5	62	3.4	0.1	3.4
50	777.15	5	43	13.4	0.3	4.5

No. Point P - 6

AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	1.37	1536	1121.2	16.0
2.5	18.84	0.5	1037	3526	3.4	14.0
4	49.46	0.5	973	115.2	0.1	12.0
6	112.26	0.5	123.6	67.2	0.5	10.0
8	200.18	0.5	137.3	59.5	0.4	8.0
10	313.22	0.5	930	18.3	0.0	7.0
12	451.38	0.5	733	13.8	0.0	6.4
15	62.80	5	516	23.5	0.0	5.0
20	117.75	5	389	14.9	0.0	3.2
25	188.40	5	438	5.9	0.0	2.4
30	274.75	5	335	2.6	0.0	2.4
40	494.55	5	644	4.7	0.0	3.4
50	777.15	5	853	12.2	0.0	4.5
60	1122.55	5	212	1.9	0.0	6.2
75	410.16	20	223	1.7	0.0	8.0
100	753.60	20	16	0.7	0.0	9.0

No. Point P - 7

AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	382	61.2	0.2	16.0
2.5	18.84	0.5	185	30.4	0.2	14.0
4	49.46	0.5	67	0.5	0.0	12.0
6	112.26	0.5	42	0.2	0.0	10.0
8	200.18	0.5	25	1	0.0	8.0
10	313.22	0.5	190	2.4	0.0	7.0
12	451.38	0.5	62	0.5	0.0	6.4
15	62.80	5	115	3.4	0.0	5.0
20	117.75	5	33	1.8	0.1	3.2
25	188.40	5	329	3	0.0	2.4
30	274.75	5	341	3.9	0.0	2.4
40	494.55	5	37	1.6	0.0	3.4
50	777.15	5	82	2.8	0.0	4.5
60	1122.55	5	34	1.5	0.0	6.2
75	410.16	20	9	1.2	0.1	8.0
100	753.60	20	49	0.1	0.0	9.0

No. Point P - 8

AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	34	420	12.4	16.0
2.5	18.84	0.5	21	16.1	0.8	14.4
4	49.46	0.5	44	10.2	0.2	13.0
6	112.26	0.5	158	17.5	0.1	12.0
8	200.18	0.5	194	9.8	0.1	10.1
10	313.22	0.5	209	6	0.0	9.0
12	451.38	0.5	124	2.3	0.0	6.4
15	62.80	5	335	25.1	0.1	4.7
20	117.75	5	190	4.2	0.0	3.2
25	188.40	5	150	2.1	0.0	2.4
30	274.75	5	41	0.4	0.0	2.4
40	494.55	5	79	1.5	0.0	3.4
50	777.15	5	135	0.2	0.0	4.5
60	1122.55	5	91	1.2	0.0	6.2
75	410.16	20	130	0.7	0.0	8.0
100	753.60	20	105	0.1	0.0	9.0

No. Point

P - 9

AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	1253	935	0.7	4.7
2.5	18.84	0.5	988	136.1	0.1	2.6
4	49.46	0.5	190	25.3	0.1	2.0
6	112.26	0.5	172	2.8	0.0	1.8
8	200.18	0.5	219	0.3	0.0	0.3
10	313.22	0.5	199	0.7	0.0	1.1
12	451.38	0.5	172	0.3	0.0	0.8
15	62.80	5	153	2.8	0.0	1.1
20	117.75	5	102	0.2	0.0	1.2
25	188.40	5	101	2.6	0.0	2.4
30	274.75	5	125	0.5	0.0	2.4
40	494.55	5	137	0.7	0.0	2.5
50	777.15	5	136	2.6	0.0	4.5
60	1122.55	5	110	2.3	0.0	6.2
75	410.16	20	112	2.9	0.0	8.0
100	753.60	20	126	1.6	0.0	9.6

No. Point P - 10

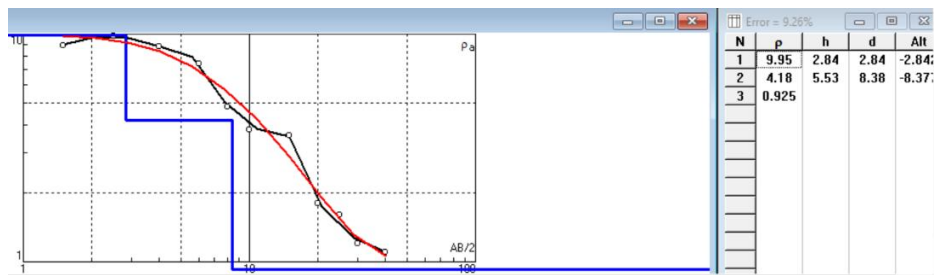
AB/2 (m)	K	MN/2 (m)	I (mA)	V (mV)	R (Ohm-m)	Rho-a (Ohm-m)
1.5	6.28	0.5	224	502	2.2	16.0
2.5	18.84	0.5	214	146.9	0.7	14.0
4	49.46	0.5	187	52.6	0.3	12.0
6	112.26	0.5	166	18.3	0.1	10.0
8	200.18	0.5	175	10.8	0.1	8.0
10	313.22	0.5	143	3.9	0.0	7.0
12	451.38	0.5	118	4.8	0.0	6.4
15	62.80	5	139	1.6	0.0	5.0
20	117.75	5	17.4	8.1	0.5	3.2
25	188.40	5	147	3.2	0.0	2.4
30	274.75	5	113	6.2	0.1	1.5
40	494.55	5	110	0.3	0.0	1.3

Photo Lapangan

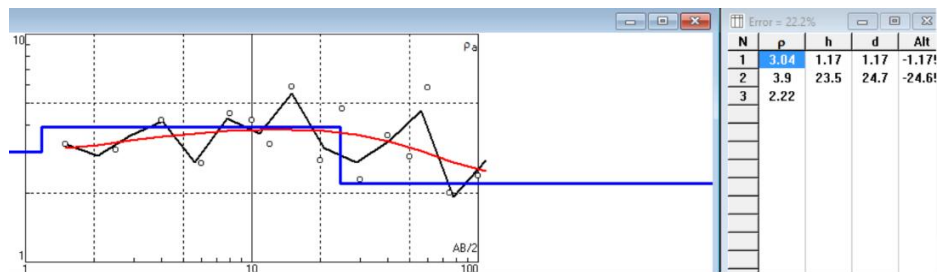
No.	Kelurahan	Titik Koordinat	Ket.	Foto
P-1.	Kel. Jeruksari	6°52'25.4" S 109°39'32.7" E	Jl. Raya Jeruksari	
P-2.	Kel. Bandengan	6°52'19.6" S 109°39'43.0" E	Jl. Selat Karimata	
P-3.	Kel. Panjang Wetan	6°51'39.1" S 109°41'24.2" E	Kawasan <i>Technopark</i> Perikanan	
P-4.	Kel. Panjang Baru		Jl. Samudra Pasai	
P-5.	Kel. Kandang Panjang	6°52'14.4" S 109°40'33.3" E	Taman Makam Pahlawan	
P-6.	Eks. Kel. Pabean	6°52'40.9" S 109°39'21.8" E	Jl. Pramuka	
P-7.	Kel. Padukuhan Kraton	6°52'41.9" S 109°40'06.8" E	Jl. Veteran, Dukuh	

P-8.	Kel. Krapyak	6°52'41.2" S 109°41'08.0" E	Perumahan Limas, Krapyak	
P-9		6°52'02.2" S 109°41'51.3" E	Lab. Perikanan Unikal, Krapyak Lor	
P10.	Kel. Degayu	6°52'22.2" S 109°42'07.7" E	Tambak Edukeominawisata Degayu	

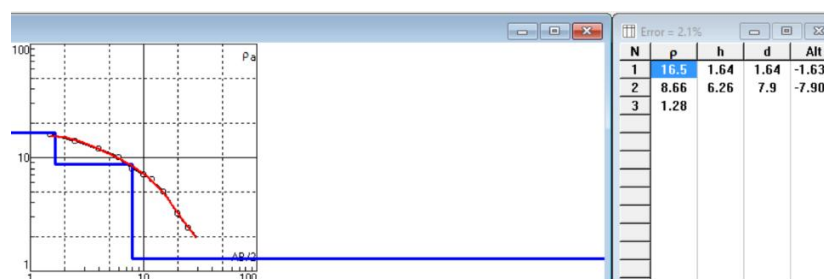
Titik P1



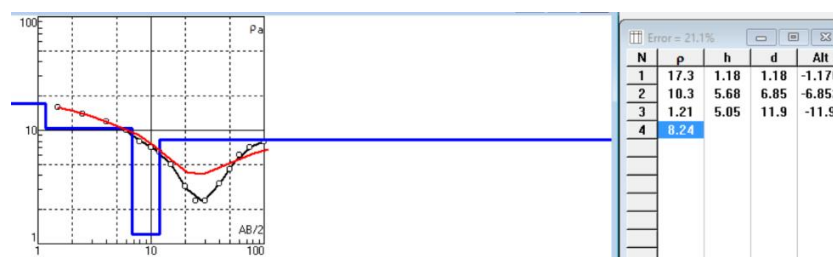
Titik P2



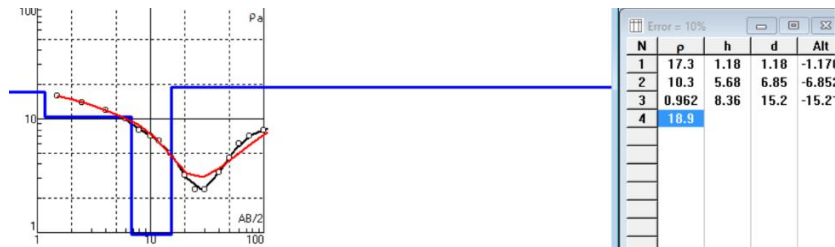
Titik P3



Titik P4



Titik P5



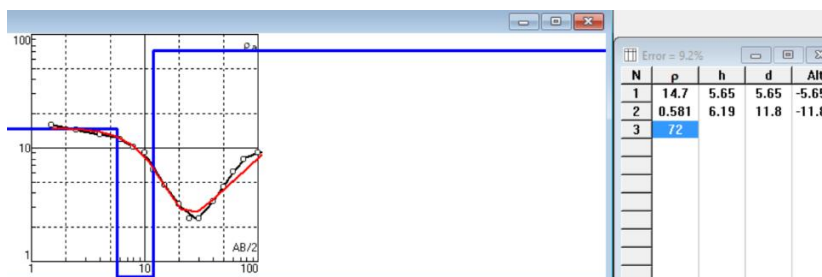
Titik P6



Titik P7



Titik P8



Titik P9



Titik P10

