



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PEMETAAN KERENTANAN DAERAH POTENSI
LIKUIFAKSI, AKIBAT GEMPABUMI TEKTONIK STUDI
KASUS DAERAH DESA PANJANGREJO DAN SEKITARNYA,
KECAMATAN PUNDONG, KABUPATEN BANTUL, DAERAH
ISTIMEWA YOGYAKARTA**

NASKAH PUBLIKASI

ALWYN TAUFANA J. P

NIM. L2L008005

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
2013**

**PEMETAAN KERENTANAN DAERAH POTENSI
LIKUIFAKSI, AKIBAT GEMPABUMI TEKTONIK STUDI
KASUS DAERAH DESA PANJANGREJO DAN SEKITARNYA,
KECAMATAN PUNDONG, KABUPATEN BANTUL, DAERAH
ISTIMEWA YOGYAKARTA**

**Oleh : Alwyn Taufana Jati Putra
alwyntaufana@rocketmail.com**

Earthquake, is an event that generally occurs in the places where the active tectonic plates passed. One of the impact caused by earthquake is liquefaction. Liquefaction is a phenomenon where the soil loss it's strenght due to the tremor. Liquefaction occurs in loose sandy soil (not solid) and highly contained by water. The studies location is located in Panjanglejo village and surrounding, Sub-district Pundong, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta. The studies is located in South Java Region, which included in earthquake prone area. In a research location included in the Young Mount Merapi Volcaniv Deposit Formation (Qmi) which contained by loose material result by volcanic deposits and Nglanggran Formation (Tmn) which composed by volcanic breccia. The depth of groundwater on the studies area is relatively shallow. The purpose of this research is to determine zoning area with potential liquefaction.

This studies using lithology mapping method and groundwater surface mapping by measuring 41 points of recidence's well. Another method used is mechanical soil sample test, undisturbed type in 4 points and calculation method of analytic hierarchy process for determining the liquefaction prone zone. The result based on mapping method is geological map, geomorfology map, and groundwater surface map.

Based on the result of data processing and the result of soil test and direct shear test on undisturbed type of soil sample test, result obtained in the area Klisat (water content 25.07%, porosity 49.57%, cohesion 0.06 kg/cm²), Panjang Area (water content 20.82%, porosity 47.67%, cohesion 0.04 kg/cm²), Nglorong Area (water content 32.35%, porosity 52.54%, cohesion 0.13 kg/cm²) and Ngentak Area (water content 26.40%, porosity 50.24%, cohesion 0.11 kg/cm²). The result of measurements of groundwater surface and soil mechanics test result are used as paremeter factor for calculation using analytic hierarchy process method for making clasification from those area based on their class value. From the calculation results, obtained three classes of potential liquefaction susceptibility zonation, first is a zone of high liquefaction potential, zone of medium / moderate liquefaction potential, and low – very low liquefaction potential.

Key Words : Earthquake, liquefaction, lithology, groundwater surface, soil test, direct shear test, analytic hierarchy process.

PENDAHULUAN

Gempabumi, merupakan suatu peristiwa yang tak lagi umum terjadi di dunia yang kita tempati. Terlebih, pada negara – negara yang dilewati oleh jalur tektonik aktif, salah satunya Negara Indonesia, gempabumi merupakan hal yang cukup sering terjadi. Indonesia terletak pada daerah dengan tatanan tektonik dari pertemuan tiga lempeng besar yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia.

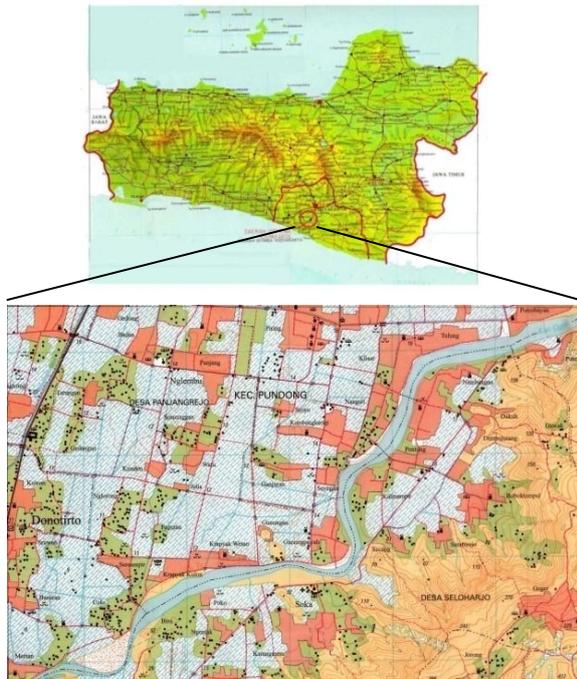
Salah satu dampak yang disebabkan oleh gempabumi adalah fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat getaran gempa yang disebut dengan likuifaksi. Fenomena likuifaksi terjadi ketika lapisan pasir berubah menjadi seperti cairan sehingga tak mampu menopang beban bangunan di dalam atau di atasnya.

Sebagai contoh, saat gempabumi yang memicu terjadinya likuifaksi dan menimbulkan korban jiwa, seperti Niigata (Jepang) 1964, Alaska (USA) 1964, Flores 1992, Maumere 1 Desember 1992, Kobe 1995, Biak 1996, Taiwan 1999, Bengkulu 2000, India 2001, Turki 2002, Aceh dan Nias 26 Desember 2004, dan Yogyakarta 27 Mei 2006 (Alfredo, dkk., Tim Pit Perhimagi). Berdasarkan dengan data tersebut, Yogyakarta merupakan salah satu wilayah yang rawan akan terjadinya gempa. Secara lebih spesifik, daerah selatan dari Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta ini, Kabupaten Bantul, salah satu contohnya, merupakan daerah yang paling rawan terkena dampak dari gempabumi dilihat dari posisinya yang berada pada jalur subduksi atau zona tumbukkan lempeng tektonik antara lempeng Eurasia dengan lempeng Indo-Australia, serta memiliki potensi untuk terjadinya fenomena likuifaksi lebih besar dibanding daerah lain di Yogyakarta.

Daerah Yogyakarta, berdasarkan peta geologi lembar Yogyakarta menurut Wartono Rahardjo, dkk. (1977) pada daerah Kabupaten Bantul, tersusun oleh Formasi Semilir (Tmse), Formasi Nglanggeran (Tmn), Formasi Wonosari (Tmptw), dan Formasi Endapan Vulkanik Gunung Merapi Muda (Qmi). Pada daerah Kabupaten Bantul sendiri telah dilakukan beberapa penelitian mengenai potensi likuifaksi dengan beberapa metode. Pada tahun 2009 Eko Subowo, dkk, melakukan penelitian mengenai potensi likuifaksi berdasarkan data CPT dan N-SPT pada daerah Patalan, Kabupaten Bantul (Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan Jilid 19 No.2 (2009), 85-97). Penelitian selanjutnya pada tahun 2012 Di Stefano, dkk. (Tim Pit Perhimagi) juga melakukan penelitian potensi likuifaksi dengan metode pemetaan pada daerah Imogiri, Kabupaten Bantul. Dari hasil penelitian terdahulu, menunjukkan bahwa pada daerah Kabupaten Bantul, merupakan daerah yang memiliki potensi untuk terjadinya fenomena likuifaksi. Berdasarkan data dan fakta itulah maka lokasi penelitian dilakukan di Daerah Istimewa Yogyakarta, tepatnya di Desa Panjanglejo dan sekitarnya, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul.

Lokasi Penelitian

Letak geografis Kabupaten Bantul yaitu berada pada $07^{\circ} 44' 04''$ - $08^{\circ} 00' 27''$ LS dan $110^{\circ} 12' 34''$ - $110^{\circ} 31' 08''$ BT. Memiliki morfologi yang relatif landai. Secara khusus, lokasi penelitian masuk dalam wilayah Desa Panjanglejo, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi penelitian dapat ditempuh dalam waktu 30-45 menit menggunakan jalur darat dari kota Yogyakarta menuju hingga ke arah tenggara - selatan.



Gambar Lokasi Penelitian
(Sumber : RBI Lembar Bantul, 1999)

TINJAUAN PUSTAKA

Gempabumi

Gempabumi adalah getaran yang dirasakan di permukaan bumi yang disebabkan oleh gelombang-gelombang seismik dari sumber gempa di dalam lapisan kulit bumi. Pusat atau sumber gempabumi yang letaknya di dalam bumi disebut hiposentrum. Daerah di permukaan bumi ataupun di dasar laut yang merupakan tempat pusat getaran bumi merambat disebut episentrum.

Gempabumi tektonik adalah gempabumi yang di sebabkan oleh dislokasi atau perpindahan akibat pergeseran lapisan bumi yang tiba-tiba terjadi pada struktur bumi, yakni adanya tarikan atau tekanan. Pergeseran lapisan bumi ada 2 macam yaitu vertikal dan horizontal. Gempabumi ini disebabkan oleh adanya aktivitas tektonik, yaitu pergeseran lempeng tektonik secara mendadak yang mempunyai kekuatan dari yang sangat kecil hingga yang sangat besar.

Mekanika Tanah

Mekanika tanah adalah bagian dari geoteknik yang merupakan salah satu cabang dari ilmu teknik sipil, dalam bahasa Inggris mekanika tanah berarti *soil mechanics* atau *soil engineering* dan *Bodenmechanik* dalam bahasa Jerman. Istilah mekanika tanah diberikan oleh Karl von Terzaghi pada tahun 1925 melalui bukunya *Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage* (Mekanika Tanah berdasar pada Sifat-Sifat Dasar Fisik Tanah), yang membahas prinsip-prinsip dasar dari ilmu mekanika tanah modern, dan menjadi dasar studi-studi lanjutan ilmu ini, sehingga Terzaghi disebut sebagai "Bapak Mekanika Tanah". (Sumber : Wikipedia). Tanah sendiri merupakan material yang terdiri dari agregat yang tidak terikat secara kimiawi, zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong pada butiran agregat.

Hidrogeologi

Hidrogeologi adalah suatu studi tentang air yang mempelajari distribusi maupun pergerakan airtanah pada suatu media batuan. Dengan kata lain hidrogeologi adalah studi tentang interaksi antara material - material geologi beserta proses – prosesnya dengan air khususnya airtanah (Fetter, 1994, dalam Di Stefano, 2012).

Sifat Batuan Terhadap Airtanah

Berdasarkan perlakuan terhadap airtanah, sifat batuan terhadap airtanah dapat dibagi menjadi empat, yaitu :

1. Akuifer (lapisan pembawa air) yaitu batuan atau lapisan batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa sehingga dapat mengalirkan air yang cukup berarti di bawah kondisi lapangan (mempunyai permeabilitas dan porositas yang baik).
2. Akuiklud (Lapisan kedap air / *impermeable*) yaitu batuan atau lapisan

batuan yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat mengalirkannya dalam jumlah yang berarti. Contoh : Batulempung.

3. Akuifug (lapisan kebal air) yaitu batuan atau lapisan batuan yang tidak dapat menyimpan dan mengalirkan air. Contoh : granit.
4. Akuitar yaitu batuan atau lapisan batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa sehingga dapat menyimpan air tetapi hanya dapat mengalirkan air dalam jumlah yang terbatas. Contoh : Batulempung pasiran.

Analytic Hierarchy Process

Analisis Hieararki, merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Menurut Saaty (1994), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Likuifaksi

Likuifaksi merupakan fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat getaran gempa. Likuifaksi terjadi pada tanah yang berpasir lepas (tidak padat) dan jenuh air (Towhata, 2008, dalam Muntohar, 2010). Saat likuifaksi terjadi lapisan pasir berubah menjadi seperti cairan sehingga tak mampu

menopang beban bangunan di dalam atau di atasnya. Suatu proses hilangnya kekuatan geser tanah akibat kenaikan tegangan air pori tanah yang timbul akibat beban siklis (*cyclic mobility*). Hal ini dapat terjadi pada suatu deposit tanah yang tidak kohesif (*cohesionless*) dan jenuh air (*saturated*) menerima beban siklik dengan kondisi pembebanan *undrained*.

Lapisan tanah yang peka terhadap kejadian likuifaksi umumnya dibentuk dalam lingkungan geologi kuarter (Seed dan Idris, 1971, Youd dan Perkins, 1978, Youd, 1991, dalam Soebowo, dkk, 2009). Secara spesifik, umumnya berhubungan dengan endapan sedimen kuarter seperti aliran sungai, lembah daratan kuarter, sejarah pasang surut daratan, rawa, payau, estuari, pantai, endapan danau, dan endapan gumuk pasir lepas. Material lapisan tanah yang dibentuk tersebut oleh proses pergerakan sehingga mengalami pemisahan dan membentuk distribusi ukuran butir seragam dalam kondisi lepas yang memungkinkan untuk terjadinya proses likuifaksi.

Likuifaksi hanya terjadi pada tanah jenuh, sehingga kedalaman muka airtanah akan mempengaruhi kerentanan terhadap likuifaksi. Kerentanan terhadap likuifaksi akan menurun dengan bertambahnya kedalaman muka airtanah, dan pengaruh likuifaksi secara langsung dapat diamati di lapangan dimana muka airtanah berada beberapa meter dari permukaan tanah. Di daerah dimana level muka airtanah berfluktuasi (berubah) secara jelas, bahaya likuifaksi juga akan berubah.

Fenomena likuifaksi terjadi seiring terjadinya gempabumi. Secara visual peristiwa likuifaksi ini ditandai munculnya lumpur pasir di permukaan tanah berupa semburan pasir (*sand boil*), rembesan air melalui rekahan tanah, atau bisa juga dalam bentuk tenggelamnya struktur bangunan di

atas permukaan, penurunan muka tanah dan perpindahan lateral. Evaluasi potensi likuifaksi pada suatu lapisan tanah dapat ditentukan dari kombinasi sifat-sifat tanah (gradasi butiran dan ukuran butir), lingkungan geologi (proses pembentukan lapisan tanah, sejarah kegempaan, kedalaman muka airtanah).

METODOLOGI

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah melakukan metoda pemetaan langsung yaitu dengan cara melakukan observasi lapangan untuk memetakan persebaran litologi pada daerah penelitian. Persebaran litologi yang didapatkan dari hasil observasi lapangan ini digunakan sebagai salah satu data acuan pembuatan zonasi rawan likuifaksi.

Metode selanjutnya adalah melakukan pemetaan muka airtanah secara menyebar pada daerah lokasi penelitian. Pengukuran muka airtanah dilakukan sebanyak 41 titik pada lokasi penelitian. Pengolahan data muka airtanah untuk melihat persebaran muka airtanah pada lokasi penelitian dan menambah data acuan untuk zonasi daerah rawan likuifaksi.

Setelah melakukan pemetaan muka airtanah, metode yang selanjutnya adalah melakukan pengambilan sampel tanah dengan tipe *undisturbed*, untuk kemudian dilakukan uji mekanika tanah untuk mengetahui sifat dari tanah tersebut. Setelah semua data terkumpul, maka data-data tersebut akan digunakan sebagai data acuan dan kemudian menggunakan metode perhitungan Analisis Hierarki untuk menentukan dan membuat zonasi peta potensi rawan likuifaksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi

Berdasarkan analisis kualitatif dan kuantitatif yang telah dilakukan, dapat diketahui kondisi geomorfologi daerah penelitian. Analisis kualitatif dilakukan dengan memisahkan dan mengelompokkan daerah berdasarkan keseragaman kontur dan proses-proses yang mempengaruhi pembentukan morfologi, serta dengan pengamatan langsung di lapangan, sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan pengukuran dan perhitungan morfometri (beda tinggi dan kelerengan) yang didasarkan pada Van Zuidam 1983.

Satuan Relief	Sudut Lereng	Beda Tinggi
Dataran	0 – 2 %	<5 m
Bergelombang Landai	3 – 7 %	5 – 50 m
Bergelombang Miring	8 – 13 %	25-75 m
Berbukit Bergelombang	14 – 20 %	50 – 200 m
Berbukit Terjal	21 – 55 %	200– 500 m
Pegunungan Sangat Terjal	56 – 140 %	500 – 1000 m
Pegunungan Sangat Curam	>140 %	>1000 m

Tabel Klasifikasi relief berdasarkan morfometri (Van Zuidam, 1983)

Berdasarkan kedua analisis tersebut maka kondisi geomorfologi pada daerah penelitian terbagi menjadi dua satuan geomorfologi, yaitu:

1. Satuan Bentuklahan Dataram Fluvio-Vulkanik.
2. Satuan Bentuklahan Struktural.

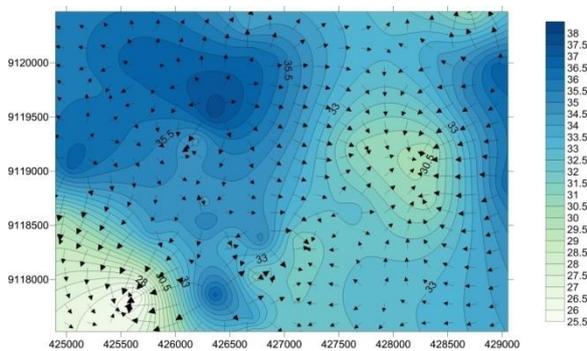
Litologi

Berdasarkan hasil dari observasi lapangan dan pengolahan data yang telah dilakukan, litologi yang terdapat pada lokasi penelitian yaitu :

1. Batuan breksi vulkanik, anggota dari Formasi Nglanggran (Tmn), yang tersebar dari timur laut hingga barat daya pada peta lokasi penelitian.
2. Material – material lepas berukuran pasir hingga pasir lanauan, yang merupakan jenis litologi yang paling dominan pada lokasi penelitian. Termasuk dalam Formasi Endapan Vulkanik Gunung Merapi Muda (Qmi).

Pemetaan Muka Airtanah

Dari data yang diperoleh terlihat bahwa pada lokasi penelitian, merupakan daerah dengan persebaran muka airtanah yang relatif dangkal. Nilai terendah atau terdangkal berada pada kedalaman 0.65 m yang berada di lokasi Dusun Panjang, Desa Panjangrejo, sedangkan titik sumur dengan nilai kedalaman paling tinggi berada pada kedalaman 16 m yang berlokasi di Dusun Soka, Desa Seloharjo. Setelah melakukan pengamatan dan mencatat data seperti diatas, maka data tersebut selanjutnya diolah lebih lanjut menjadi sebuah peta yang menyajikan lokasi dari titik-titik tempat dilakukannya pengukuran sumur tersebut.



Gambar Peta Muka Airtanah

Berdasarkan peta muka airtanah diatas, dapat dilihat bahwa arah aliran airtanah cenderung mengarah ke arah sungai Opak. Hal ini mengindikasikan bahwa pada daerah lokasi penelitian memiliki tipe aliran *effluent* yaitu tipe aliran dimana aliran

airtanah menyuplai air sungai atau air permukaan, Suharyadi (1984). Dari hasil pengamatan terhadap data kedalaman dan peta muka airtanah tersebut, terdapat indikasi fluktuasi atau perbuahan kedalaman muka airtanah pada lokasi penelitian, setidaknya ada tiga zona perubahan. Zona pertama yang berada pada daerah barat laut – utara lokasi penelitian, merupakan zona dengan kedalaman muka airtanah paling dangkal, yaitu dengan kedalaman berkisar 0-5 m, dan memiliki nilai kedalaman rata-rata sebesar 1.19 m. Zona kedua merupakan zona dengan kedalaman muka airtanah menengah, yaitu berkisar antara 5-10 m dengan nilai kedalaman muka airtanah rata-rata sebesar 6.23 m. Zona ketiga merupakan zona dengan kedalaman muka airtanah yang paling dalam, dengan kedalaman berkisar 10-15 m. Zona ketiga ini memiliki kedalaman muka airtanah rata-rata sebesar 11.66 m.

Potensi Likuifaksi Pada Daerah Lokasi Penelitian

Pengaruh Jenis dan Sebaran Litologi Terhadap Potensi Likuifaksi

Pada daerah penelitian dijumpai lapisan tanah yang mayoritas tersusun oleh material-material lepas dengan ukuran butir pasir hingga lanau. Lapisan tanah pasir ini berada pada daerah utara hingga barat yang melingkupi kurang lebih 3/4 bagian pada peta, merupakan litologi yang dominan pada daerah lokasi penelitian. Daerah yang meliputi Desa Panjangrejo dan Donotirto, merupakan daerah yang termasuk dalam Formasi Endapan Vulkanik Gunung Merapi Muda (Qmi) yang berumur Plistosen, atau dapat disebut juga sebagai endapan kuartar, karena terbentuk pada periode kuartar.

Hubungan antara lapisan tanah yang termasuk dalam Formasi Endapan Vulkanik

Gunung Merapi Muda (Qmi) ini terhadap potensi likuifaksi, berdasarkan data teoritis serta data lapangan ternyata memiliki hubungan yang berbanding lurus. Hal ini disebabkan oleh pada lapisan tanah dengan ukuran pasir merupakan lapisan yang memiliki porositas baik, sehingga memungkinkan lapisan ini untuk menyimpan dan mengalirkan air. Porositas yang baik tersebut memicu penyerapan air dalam lapisan yang menyebabkan lapisan pasir ini menjadi jenuh air, maka tingkat potensi untuk terjadinya peristiwa likuifaksi akan meningkat. Dari data tersebut, maka lapisan tanah pada daerah ini termasuk dalam lapisan yang memiliki tingkat potensi untuk terjadinya likuifaksi lebih besar dibandingkan dengan daerah dengan litologi breksi vulkanik, apabila terjadi gempa dengan skala yang cukup besar.

Pengaruh Kedalaman Muka Airtanah Terhadap Potensi Likuifaksi.

Menurut Soebowo, dkk, dalam Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan Jilid 19 No.2 (2009), menyatakan bahwa likuifaksi hanya terjadi pada tanah jenuh, sehingga kedalaman muka airtanah akan mempengaruhi kerentanan terhadap likuifaksi. Kerentanan terhadap likuifaksi akan menurun dengan bertambahnya kedalaman muka airtanah.

Berdasarkan referensi diatas, maka secara teoritis, hasil data kedalaman muka airtanah yang diperoleh pada lokasi penelitian mengindikasikan kerentanan terhadap potensi terjadinya likuifaksi. Terlebih, jika melihat dari zona fluktuasi dari nilai kedalaman muka airtanah yang ada pada daerah lokasi penelitian. Zona pertama dengan kedalaman rata-rata muka airtanah sebesar 1.19 m, merupakan zona dengan kedalaman paling dangkal yang dapat mempengaruhi tingkat kejenuhan litologi

yang berada diatasnya sehingga menyebabkan zona ini memiliki potensi likuifaksi yang cukup besar.

Pengaruh Hasil Uji Mekanika Tanah Pada Sampel Tipe Tak Terganggu Terhadap Potensi Likuifaksi.

1. Uji Identifikasi Tanah

a. Kandungan Air (w)

Dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa pada daerah Dusun Panjang, Desa Panjangrejo, Kecamatan Pundong, memiliki nilai kandungan air (w) paling kecil diantara 4 sampel lain, yaitu dengan nilai sebesar 20.82 %. Hal ini mengindikasikan bahwa daerah ini memiliki resiko paling kecil terhadap likuifaksi di banding 3 daerah lain dalam segi kandungan air. Sedangkan pada Dusun Nglorong, Desa Panjangrejo, Kecamatan Pundong, memiliki nilai kandungan air tertinggi diantara 4 sampel yang diambil yaitu sebesar 32.35%. Data tersebut menunjukkan bahwa pada daerah Dusun Nglorong ini merupakan daerah dengan lapisan tanah yang jenuh terhadap air, sehingga memiliki potensi likuifaksi paling tinggi dibandingkan 3 titik sampel lainnya dalam segi kandungan air.

b. Porositas (n)

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pada daerah Dusun Panjang, Desa Panjangrejo, Kecamatan Pundong, memiliki nilai porositas terkecil yaitu sejumlah 47.67%, menunjukkan bahwa kemampuan tanah pada daerah ini untuk meloloskan air tidak sebaik 3 sampel di daerah yang lain,

meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Sedangkan sampel pada titik di daerah Dusun Nglorong, Desa Panjangrejo, Kecamatan Pundong, merupakan sampel tanah dengan nilai porositas tertinggi yaitu sebesar 52.54% yang mengindikasikan bahwa pada daerah ini merupakan daerah yang mampu meloloskan air dengan baik, sehingga pada daerah ini juga memiliki nilai kadar air yang tinggi (jenuh). Dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada sampel di daerah Dusun Nglorong, memiliki potensi likuifaksi yang paling tinggi dari 3 titik lokasi sampel yang lain.

2. Uji Ukuran Butir

Dari hasil uji ukuran menunjukkan bahwa pada daerah Dusun Klisat, Desa Panjangrejo, Kecamatan Pundong, memiliki komposisi pasir yang dominan dengan prosentase 68.20% dan komposisi lanau sebesar 21.66%, hal ini menunjukkan bahwa pada daerah ini dilihat dari segi ukuran butir, merupakan daerah dengan potensi likuifaksi yang tinggi. Kemudian 2 sampel lain yaitu daerah Dusun Nglorong dan Dusun Ngentak, masing-masing memiliki komposisi pasir sebesar 64.90% dan 64.53%, serta komposisi lanau sebesar 26.34% dan 26.88%. Dilihat dari komposisi yang dimiliki ketiga daerah tersebut, menunjukkan bahwa 3 daerah tersebut sama-sama memiliki potensi untuk terjadi fenomena likuifaksi.

3. Uji Sudut Geser

Dari hasil uji laboratorium yang dilakukan menunjukkan bahwa pada daerah lokasi penelitian memiliki nilai

sudut geser dan nilai kohesi yang tergolong rendah.

Dilihat dari tabel Tipikal Sudut Geser Untuk Tanah Berukuran Butir (Burt G. Look, 2007), untuk kelas Batuan Pasir Tanpa Kohesi dengan kondisi sangat lepas / lepas memiliki nilai sudut geser dengan kisaran 27° – 32° sedangkan pada lokasi penelitian, hanya berkisar antara 18° – 28° , maka hal ini menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian merupakan daerah dengan tingkat potensi tinggi untuk terjadinya kehilangan daya dukung tanah, sehingga potensi untuk terjadi peristiwa likuifaksi juga semakin besar.

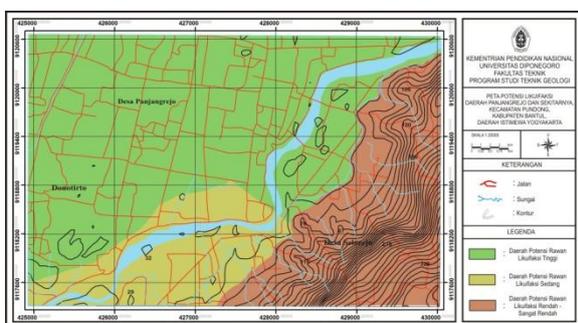
Penentuan Zonasi Potensi Likuifaksi Menggunakan Metode Statistika Analisis Hierarki.

Pada penentuan zonasi untuk pembuatan peta tematik berupa peta potensi likuifaksi, menggunakan metode scoring dari disiplin ilmu statistika, yaitu Analisis Hierarki. Metode ini merupakan metode untuk menentukan kelas dan bobot parameter sehingga dari semua variabel yang telah didapatkan melalui observasi lapangan dan pengambilan sampel dapat dinilai dan diklasifikasikan ke dalam kelas-kelas yang dipergunakan. Pada metode ini, akan menghasilkan nilai tertinggi dan nilai terendah dalam pembobotan, serta nilai kisaran kelas untuk mengklasifikasi data yang ada.

Dari hasil perhitungan, didapat nilai dari masing-masing zona dalam peta. Dari hasil perhitungan terlihat bahwa pada zona I rata-rata memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding dengan nilai pada dua zona lain. Namun sebelum melakukan *overlay* pada masing-masing zona pada peta, maka penentuan zonasi tingkat kerentanan suatu daerah terhadap potensi terjadinya

likuifaksi, masih belum dapat dilakukan. Maka dari itu, langkah selanjutnya adalah melakukan *overlay* pada masing-masing zona pada peta. Dimana *overlay* ini nanti yang akan menentukan zonasi pada peta berdasarkan nilai-nilai yang telah dihitung diatas. Berikut tabel hasil perhitungan dari *overlay* terhadap masing-masing zona pada peta.

Dari hasil perhitungan zonasi *overlay* peta yang dapat dilihat dari tabel, menunjukkan bahwa terdapat 29 variabel hasil dari *overlay* peta, yang dapat dikelompokkan sesuai dengan besarnya nilai tiap variabel ke dalam kelas-kelas kerentanan potensi likuifaksi. Nilai tertinggi pada kelas adalah sebesar 2.715, sedangkan nilai terendah pada kelas sebesar 0.997. Pada hasil perhitungan terdapat 4 kelas, yang dapat dikerucutkan lagi menjadi 3 kelas berdasarkan hasil akhir delineasi peta pada *overlay* zonasi peta dari 5 zonasi pada parameter yang dipakai. 3 kelas tersebut terdiri atas kelas kerentanan potensi likuifaksi tinggi, kerentanan potensi likuifaksi sedang / menengah, dan kerentanan potensi likuifaksi rendah – sangat rendah yang didapat dari hasil perhitungan kelas.



Gambar Peta Likuifaksi

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil dari observasi lapangan dan pengolahan data yang telah

dilakukan, litologi yang terdapat pada lokasi penelitian yaitu :

- a) Batuan breksi vulkanik, anggota dari Formasi Nglanggran (Tmn), yang tersebar dari timur laut hingga barat daya pada peta lokasi penelitian.
 - b) Material – material lepas berukuran pasir hingga pasir lanauan, yang merupakan jenis litologi yang paling dominan pada lokasi penelitian. Termasuk dalam Formasi Endapan Vulkanik Gunung Merapi Muda (Qmi).
2. Kedalaman muka airtanah pada lokasi penelitian mayoritas berada pada kedalaman dangkal, mayoritas berada diantara 0 – 10 m. Terdapat 3 zona perbedaan muka airtanah, yaitu :
- a) Zona I, dengan kedalaman berkisar antara 0 – 5 m, dengan rata-rata kedalaman 1.19 m.
 - b) Zona II, dengan kedalaman berkisar antara 5 – 10 m, dengan rata-rata kedalaman 6.23 m.
 - c) Zona III, dengan kedalaman berkisar antara 10 – 15 m, dengan rata-rata kedalaman 11.66 m.

3. Lokasi penelitian merupakan daerah yang termasuk dalam daerah berpotensi terhadap terjadinya fenomena likuifaksi. Terdapat tiga zonasi berkaitan dengan tingkat potensi likuifaksi, yaitu :

- a) Daerah Potensi Likuifaksi Tinggi.
- b) Daerah Potensi Likuifaksi Sedang / Menengah.
- c) Daerah Potensi Likuifaksi Rendah – Sangat Rendah.

Saran

1. Daerah penelitian merupakan daerah yang memiliki potensi untuk likuifaksi, sebaiknya perlu perencanaan pembangunan yang lebih matang agar mengurangi resiko jatuhnya korban jiwa

ketika gempabumi yang memicu likuifaksi terjadi.

2. Pengambilan sampel sebaiknya dilakukan secara lebih banyak untuk meningkatkan akurasi data.
3. Perhitungan Metode *Analytic Hierarchy Process* sebaiknya melibatkan seorang profesional dalam justifikasi pembobotan parameter.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, dkk. 2001. *Laporan Praktikum Mekanika Tanah*. Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Semarang. Tidak dipublikasikan.
- Bemmelen, R.W.Van. 1949. *The Geology of Indonesia v IA*, The Hague. Gov. Printinf Office, Martinus Nijhoff, 732p.
- Di Stefano, A., Dharmawan, A.G., Varianto, Y.A.T., Budianta, W. (Tim Pit Perhimagi). 2012. *Pemetaan Kerentanan Bencana Gempa Dengan Metode Likuifaksi Daerah Imogiri, Bantul, Yogyakarta*. Tidak dipublikasikan.
- <http://bolehtau.files.wordpress.com/2008/02/07/mengenal-gempa-bumi-dan-tsunami/>
- <http://photogoblog.files.wordpress.com>
- <http://syaifullah08.wordpress.com>
- http://www.bmkg.go.id/bmkg_pusat/Images
Web
- Look, Burt G., 2007, *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. Taylor & Francis Group. London, UK.
- Moore, R.J., 2002. *Hydrology and Earth System Sciences. Environment Agency*.
- Muntohar, Agus Setyo. 2010. *Mikro-Zonasi Potensi Likuifaksi dan Penurunan Tanah Akibat Gempabumi*. Universitas Muhammadiyah. Yogyakarta.
- Octavia, Ni Made Kerthina Mela. 2009. *Analisa Potensi Terjadinya Likuifaksi Dengan Menggunakan*

Lembar Kerja, Universitas Bina Nusantara. Jakarta.

- Rahardjo, W., Sukandarrumidi., Rosidi, H.M.D. 1977. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*. Direktorat Geologi. Bandung.
- Saaty, Thomas L. 1994. *The Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications : Pittsburgh.
- Soebowo, E., Tohari, A., dan Sarah, D. (2009). *Potensi Likuifaksi Akibat Gempa Bumi Berdasarkan Data CPT dan N-SPT di Daerah Patalan Bantul Yogyakarta*. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan, Jilid 19 No. 2, 85-97.
- Sosrodarsono, Suyono. Takeda, Kensaku. DR, 1978, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suharyadi. 1984. *Diktat Kuliah Geohidrologi (Ilmu Airtanah)*. Teknik Geologi, UGM, Yogyakarta.
- Terzaghi, K., Peck, Ralph B., 1967. *Soil Mechanic in Engineering Practice*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Van Zuidam, R.A., 1983, *Aspects of The Applied Geomorphologic Map of Republic of Indonesia*, ITC, The Netherlands.

LAMPIRAN

PERHITUNGAN *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*

Perhitungan Bobot Parameter Likuifaksi

Faktor :

- Muka Airtanah (MAT)
- Litologi (L)
- Kohesi (C)
- Porositas (P)
- Kandungan Air (W)

Bobot Parameter :

1. Muka Airtanah (MAT)

Muka Airtanah sama penting dengan Litologi	(MAT = L)	1
Muka Airtanah sama penting dengan Kohesi	(MAT = C)	1
Muka Airtanah sama penting dengan Kadar air	(MAT = W)	1
Muka Airtanah sedikit lebih penting dari Porositas	(MAT > P)	3

2. Litologi (L)

Litologi sama penting dengan Muka Airtanah	(L = MAT)	1
Litologi sama penting dengan Kohesi	(L = C)	1
Litologi sama penting dengan <i>Water content</i>	(L = W)	1
Litologi sedikit lebih penting dari Porositas	(L > P)	3

3. Kohesi (C)

Kohesi sama penting dengan Muka Airtanah	(C = MAT)	1
Kohesi sama penting dengan Litologi	(C = L)	1
Kohesi sama penting dengan Kadar air	(C = W)	1
Kohesi sedikit lebih penting dari Porositas	(C > P)	3

4. Kadar air (W)

Kadar air sama penting dengan Muka Airtanah	(W = MAT)	1
Kadar air sama penting dengan Kohesi	(W = C)	1
Kadar air sama penting dengan Litologi	(W = L)	1
Kadar air sedikit lebih penting dari Porositas	(W > P)	3

5. Porositas (P)

Porositas kurang penting dibanding Muka Airtanah	(P < MAT)	
Porositas kurang penting dibanding Litologi	(P < L)	
Porositas kurang penting dibanding Kohesi	(P < C)	

Porositas kurang penting dengan Kadar air

(P < W)

Summary of Rank Parameters

Keterangan : MAT = L = C = W > P

	MAT	L	C	W	P	Rata-rata
MAT	1	1	1	1	3	1.4
L	1	1	1	1	3	1.4
C	1	1	1	1	3	1.4
W	1	1	1	1	3	1.4
P	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0.47
	4.33	4.33	4.33	4.33	13	

	MAT	L	C	W	P	Rata-rata	Row Sum Average
MAT	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
L	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
C	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
W	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
P	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997

Total Baris
1.15
1.15
1.15
1.15
0.385

Prioritas Vektor
0.23
0.23
0.23
0.23
0.077

5
5
5
5
5

Lamda max = (5+5+5+5+5) / 5 = 5

CI = (5-5) / 5-1 = 0

CR = 0 / 1.12 = 0

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Random index	0	0	0,58	0,9	1,12	,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Pembobotan Komponen Parameter

Muka Airtanah	0.23	Bobot Parameter Komponen
MAT 10 – 15 m	1.00	0.23
MAT 5 – 10 m	2.00	0.46
MAT 0 – 5 m	3.00	0.69

Litologi	0.23	Bobot Parameter Komponen
Breksi Vulkanik	1.00	0.23
Pasir Lanauan	2.00	0.46
Pasir	3.00	0.69

Kohesi	0.23	Bobot Parameter Komponen
0.11 – 0.30	1.00	0.23
0.06 – 0.11	2.00	0.46
0.04 – 0.06	3.00	0.69

Kadar air	0.23	Bobot Parameter Komponen
10 % - 20 %	1.00	0.23
20 % – 30 %	2.00	0.46
> 30 %	3.00	0.69

Porositas	0.077	Bobot Parameter Komponen
30 % - 40 %	1.00	0.077
40 % - 50 %	2.00	0.154
> 50 %	3.00	0.231

Nilai Tertinggi Pembobotan = $0.69 + 0.69 + 0.69 + 0.69 + 0.231$
= **2.991**

Nilai Terendah Pembobotan = $0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.077$
= **0.997**

Nilai Kisaran = $2.991 - 0.997 / 3$
= **0.665**

Variabel Uji :

1. Zona Peta MAT

I. (MAT = 0-5m), (L = pasir), (C = 0.085), (w = 26.58 %), (P = 50.105 %)
= $0.69 + 0.69 + 0.46 + 0.46 + 0.231$
= 2.531

II. (MAT = 5-10m), (L = pasir), (C = 0.085), (w = 25.74 %), (P = 49.9 %)

$$= 0.46 + 0.69 + 0.46 + 0.46 + 0.154$$

$$= 2.224$$

III. (MAT = 10-15m), (L = Breksi Vulkanik), (C = 0.11 – 0.30), (w < 20 %), (P < 40 %)

$$= 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.077$$

$$= 0.997$$

2. Zona Peta Litologi

I. (MAT = 0-5m), (L = pasir), (C = 0.04), (w = 20.82 %), (P = 47.67 %)

$$= 0.69 + 0.69 + 0.69 + 0.46 + 0.154$$

$$= 2.684$$

II. (MAT = 3.71 m), (L = pasir lanauan), (C = 0.1), (w = 27.94 %), (P = 50.78 %)

$$= 0.69 + 0.46 + 0.46 + 0.46 + 0.231$$

$$= 2.301$$

III. (MAT = 10-15m), (L = Breksi Vulkanik), (C = 0.11 – 0.30), (w < 20 %), (P < 40 %)

$$= 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.077$$

$$= 0.997$$

3. Zona Peta Kohesi

I. (MAT = 3.71 m), (L = pasir), (C = 0.04 – 0.06), (w = 22.94 %), (P = 48.62 %)

$$= 0.69 + 0.69 + 0.69 + 0.46 + 0.154$$

$$= 2.684$$

II. (MAT = 3.71 m), (L = pasir), (C = 0.11 – 0.13), (w = 29.38 %), (P = 51.39 %)

$$= 0.69 + 0.69 + 0.23 + 0.46 + 0.231$$

$$= 2.301$$

III. (MAT = 10-15m), (L = Breksi Vulkanik), (C = 0.11 – 0.30), (w < 20 %), (P < 40 %)

$$= 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.077$$

$$= 0.997$$

4. Zona Peta Porositas

I. (MAT = 3.71 m), (L = pasir), (C = 0.04 – 0.06), (w = 22.94 %), (P = 48.62 %)

$$= 0.69 + 0.69 + 0.69 + 0.46 + 0.154$$

$$= 2.684$$

II. (MAT = 3.71 m), (L = pasir), (C = 0.11 – 0.13), (w = 29.38 %), (P = 51.39 %)

$$= 0.69 + 0.69 + 0.23 + 0.46 + 0.231$$

$$= 2.301$$

III. (MAT = 10-15m), (L = Breksi Vulkanik), (C = 0.11 – 0.30), (w < 20 %), (P < 40 %)

$$= 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.077$$

$$= 0.997$$

5. Zona Peta Water Content

I. (MAT = 0-5 m), (L = pasir), (C = 0.04 – 0.06), (w = 32.35 %), (P = 52.54 %)

$$= 0.69 + 0.69 + 0.69 + 0.69 + 0.231$$

$$= 2.991$$

II. (MAT = 3.71 m), (L = pasir), (C = 0.1), (w = 24.1 %), (P = 49.16 %)

$$= 0.69 + 0.69 + 0.23 + 0.46 + 0.154$$

$$= 2.224$$

III. (MAT = 10-15m), (L = Breksi Vulkanik), (C = 0.11 – 0.30), (w < 20 %), (P < 40 %)

$$= 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.23 + 0.077$$

=

0.997

Tabel Hasil Perhitungan Zonasi *Overlay* Peta

No.	Litologi	Nilai	MAT	Nilai	Water Content	Nilai	Kohesi	Nilai	Porositas	Nilai	Jumlah	Rata-rata	Kelas
1	Pasir Lanauan	2.301	Dalam (III)	0.997	Sedang (II)	2.224	Besar (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	7.516	1.503	Rendah
2	Pasir Lanauan	2.301	Dalam (III)	0.997	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	10.124	2.025	Sedang
3	Pasir Lanauan	2.301	Dalam (III)	0.997	Sedang (II)	2.224	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	10.89	2.178	Sedang
4	Pasir Lanauan	2.301	Dalam (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	Besar (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	6.289	1.258	S.Rendah
5	Pasir Lanauan	2.301	Dalam (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	8.897	1.779	Rendah
6	Pasir Lanauan	2.301	Dalam (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	9.663	1.933	Sedang
7	Breksi (II)	0.997	Dalam (III)	0.997	Sedang (II)	2.224	Besar (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	6.212	1.242	S.Rendah
8	Breksi (II)	0.997	Dalam (III)	0.997	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	8.82	1.764	Rendah
9	Breksi (II)	0.997	Dalam (III)	0.997	Sedang (II)	2.224	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	9.586	1.917	Sedang
10	Breksi (II)	0.997	Dalam (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	Besar (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	4.985	0.997	S.Rendah
11	Breksi (II)	0.997	Dalam (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	7.593	1.519	Rendah
12	Breksi (II)	0.997	Dalam (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	8.359	1.672	Rendah
13	Pasir Lanauan	2.301	Sedang (II)	2.224	Tinggi (I)	2.991	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	12.118	2.424	Tinggi
14	Pasir Lanauan	2.301	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.224	Besar (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	8.743	1.749	Rendah
15	Pasir Lanauan	2.301	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	11.351	2.270	Sedang
16	Pasir Lanauan	2.301	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.224	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	12.117	2.423	Tinggi
17	Pasir Lanauan	2.301	Sedang (II)	2.224	Rendah (III)	0.997	Besar (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	7.516	1.503	Rendah
18	Pasir Lanauan	2.301	Sedang (II)	2.224	Rendah (III)	0.997	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	10.124	2.025	Sedang
19	Pasir Lanauan	2.301	Sedang (II)	2.224	Rendah (III)	0.997	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	10.89	2.178	Sedang
20	Breksi (II)	0.997	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.224	Besar (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	7.439	1.488	Rendah
21	Breksi (II)	0.997	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	10.047	2.009	Sedang
22	Breksi (II)	0.997	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.224	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	10.813	2.163	Sedang
23	Breksi (II)	0.997	Sedang (II)	2.224	Rendah (III)	0.997	Besar (III)	0.997	Rendah (III)	0.997	6.212	1.242	S.Rendah
24	Breksi (II)	0.997	Sedang (II)	2.224	Rendah (III)	0.997	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	8.82	1.764	Rendah

Lanjutan Tabel Hasil Perhitungan Zonasi *Overlay* Peta

25	Breksi (II)	0.997	Sedang (II)	2.224	Rendah (III)	0.997	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	9.586	1.917	Sedang
26	Pasir (I)	2.684	Dangkal (I)	2.531	Tinggi (I)	2.991	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	12.808	2.562	Tinggi
27	Pasir (I)	2.684	Dangkal (I)	2.531	Tinggi (I)	2.991	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	13.574	2.715	Tinggi
28	Pasir (I)	2.684	Dangkal (I)	2.531	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	12.041	2.408	Tinggi
29	Pasir (I)	2.684	Dangkal (I)	2.531	Sedang (II)	2.224	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	12.807	2.561	Tinggi
30	Pasir Lanauan	2.301	Dangkal (I)	2.531	Tinggi (I)	2.991	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	12.425	2.485	Tinggi
31	Pasir Lanauan	2.301	Dangkal (I)	2.531	Tinggi (I)	2.991	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	13.191	2.638	Tinggi
32	Pasir Lanauan	2.301	Dangkal (I)	2.531	Sedang (II)	2.224	Sedang (II)	2.301	Sedang (II)	2.301	11.658	2.332	Tinggi
33	Pasir Lanauan	2.301	Dangkal (I)	2.531	Sedang (II)	2.224	Kecil (I)	2.684	Tinggi (I)	2.684	12.424	2.485	Tinggi

Nilai Tertinggi = 2.715
 Nilai Terendah = 0.997
 Nilai Kisaran = $2.715 - 0.997 / 4$
 = 0.43

Penentuan Kelas
 Nilai Kerentanan Tinggi = 2.285 – 2.715
 Nilai Kerentanan Sedang = 1.855 – 2.285
 Nilai Kerentanan Rendah = 1.425 – 1.855
 Nilai Kerentanan Sangat Rendah = 0.995 – 1.425