

## EVALUASI KESUBURAN TANAH PADA LAHAN REVEGETASI PASKA PENAMBANGAN BATUGAMPING : Kasus di Pulau Nusakambangan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah

**Rhazista Noviardi<sup>1</sup>, Achmad Subardja<sup>2</sup>, dan Nyoman Sumawijaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UPT. Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon - LIPI

Kp. Cigadog RT 01/02, Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi.

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Jalan Sangkuriang Bandung 40135

Telpon: +62 022 2503654, Fax: +62 022 2504593

Email: noviardi72@yahoo.com

### Sari

Masalah utama yang timbul akibat kegiatan penambangan adalah terjadinya perubahan kondisi lingkungan berupa sifat fisik dan kimia tanah, kualitas airtanah dan air permukaan (kondisi hidrologi) serta topografi lahan. Untuk meminimalkan dampak lingkungan paska tambang, perusahaan diwajibkan untuk melakukan upaya reklamasi, yang bertujuan melakukan rehabilitasi lingkungan. Kendala utama dalam melakukan kegiatan revegetasi pada lahan-lahan terbuka pasca penambangan adalah kondisi lahan yang marginal. Tanah yang memadat, minimnya kandungan unsur hara, potensi keracunan mineral, miskinnya bahan organik, status KTK (Kapasitas Tukar Kation) yang rendah, dan minimnya populasi serta aktivitas mikroba tanah potensial, merupakan faktor-faktor penyebab buruknya pertumbuhan tanaman dan rendahnya tingkat keberhasilan revegetasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kesuburan tanah di area penambangan batugamping dengan mengamati dan menganalisa kondisi tanah asli sebelum tambang (hutan) serta tanah paska penambangan (revegetasi) mulai dari yang dilakukan tahun 1986 (13 tahun) sampai yang baru dilakukan tahun 2008 (1 tahun). Parameter kesuburan tanah yang dianalisa meliputi kandungan C, N, P, K yang merupakan unsur hara makro primer serta Ca, Mg, Na, kapasitas tukar kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB), pH dan tekstur tanah. Hasil analisa terhadap kesuburan tanah menunjukkan tanah-tanah di area penambangan memiliki tekstur liat, pH yang alkalis (basa) dengan konsentrasi unsur hara bervariasi dari rendah sampai tinggi. Tahun/ umur reklamasi atau revegetasi tidak menunjukkan hubungan terhadap kesuburan tanah. Hal ini disebabkan perlakuan pemupukan yang diberikan terhadap masing-masing tanah bervariasi, tercampurnya topsoil dengan lapisan tanah lainnya serta terjadinya pencucian (leaching). Faktor penentu keberhasilan pemupukan meliputi frekuensi, dosis pupuk, cara aplikasi dan jenis pupuk.

**Kata kunci:** batugamping, paska tambang, reklamasi, revegetasi, kesuburan tanah, pupuk

### Abstract

*Main problem that emerges as an environmental impact post mining is environmental changes such as physical and chemical properties of soils, ground water and surface water (hydrology condition), consequence physically from morphology and topography changes of land. To minimize environment impact post mining, then the mining industries make something compulsory to bring about reclamation which have objective to rehabilitate environment. Main constraint in this activity on open pit mining in post mining is marginal land condition, such as compacted soil, lack of nutrients, mineral poisoning potential, lack of organic matter, lower Cation Exchange Capacity, and population and microbe activity as cause of plant growth and lack of re-vegetation success level. This research was conducted to evaluate soil fertility in areas of limestone mining by observing and analyzing the original soil conditions prior to mining (forest) and post-mining land (re-vegetation) from 1986 (13 years) until the newly made in 2008 (1 year). Parameters analyzed soil fertility include the content of C, N, P, K, which is*

*the primary nutrient elements and Ca, Mg, Na, cation exchange capacity (CEC), base saturation (KB), pH and soil texture. The results of the analysis of the fertility of the soil showed the lands in the mining area has clay texture, pH is alkaline (base) with the nutrient concentrations varied from low to high. Year / age of reclamation or re-vegetation not show a relationship to soil fertility. This is due to fertilization treatment given to each soil varied, topsoil with other soil are mixed and leaching. Critical success factors include the frequency of fertilizer, manure, application method and type of fertilizer.*

**Keywords:** limestone, post mining, reclamation, re-vegetation, soil fertility, fertilizer

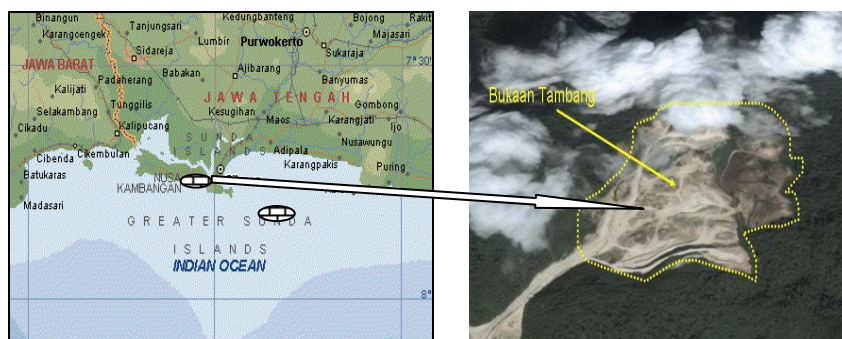
## PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan adalah kegiatan yang mengambil bahan/material dari tempat asalnya, oleh karena itu maka akan berdampak pada perubahan bentang alam. Khusus untuk tambang terbuka, penambangan juga akan menghilangkan flora dan fauna dari tempat asalnya. Untuk itu maka perusahaan sejak awal harus sudah mempunyai perencanaan reklamasi untuk apa lahan paska tambang itu nantinya. Dan hal itu juga harus melalui proses konsultasi dengan pmda setempat sesuai dengan kebutuhannya. Reklamasi lahan paska penambangan merupakan kegiatan yang tidak terpisahkan dari manajemen penambangan secara keseluruhan.

Penambangan batukapur (kuari) di Pulau Nusakambangan, sebagai bahan baku industri semen PT Holcim, tidak terlepas sebagai penunjang pembangunan secara nasional dan juga menjadi pendorong pembangunan bagi daerah Kabupaten Cilacap. Pulau Nusakambangan dengan luas daerah 246 km<sup>2</sup>, merupakan pulau kecil yang sarat dengan keterbatasan dayadukung lingkungannya. Lokasi Penelitian dan bukaan tambang batugamping dapat dilihat pada Gambar 1. Perubahan tutupan lahan dan perubahan morfologi yang diakibatkan oleh kegiatan penambangan batugamping dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan secara besar yang baru akan dirasakan dalam periode yang sangat lama.

Penambangan batu kapur bisa menurunkan kualitas lingkungan di pulau Nusakambangan, padahal sebagai daerah konservasi alam mestinya semua kegiatan di Nusakambangan bermuara pada peningkatan mutu dan fungsi lingkungan (Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Cilacap, Drs. Kiswoyo, PR., 13 Desember 2003).

Kondisi tanah yang merupakan perpaduan sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah, merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan revegetasi lahan pasca penambangan batugamping. Revegetasi lahan pasca penambangan tidak semudah yang diperkirakan karena pada lahan bekas penambangan biasanya tidak mudah memperoleh tanah lapisan atas (*top soil*). Kalaupun ada, tanah tersebut seringkali tererosi, telah menjadi padat, dan kadang-kadang masih tercampur dengan bahan tambang kemudian permukaan tanah masih belum stabil atau sukar distabilkan. Disamping itu keadaan lahan tersebut sangat tidak subur atau terlalu asam/basa atau kadang-kadang mengandung senyawa toksik.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian dan bukaan tambang batugamping

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kesuburan tanah di area penambangan batugamping dengan mengamati dan menganalisa kondisi tanah asli sebelum tambang (hutan) serta tanah paska penambangan (revegetasi) sehingga dapat dilakukan usaha-usaha untuk meningkatkan sifat fisik dan kimia tanah.

Hasil penelitian Subardja A, dkk (2008) terhadap kondisi lahan/tanah di area penambangan batugamping, Nuskambangan menunjukkan usaha reklamasi dan revegetasi menggunakan tanaman asal setempat memberikan hasil yang cukup baik.

## METODOLOGI

Kegiatan ini merupakan penelitian lapangan (*field research*) yang meliputi sampling dan karakteristik ( fisik dan kimia) tanah pada daerah sekitar dan aktivitas kegiatan reklamasi atau revegetasi yang ada. Selain itu, dilakukan pula studi literatur (mengumpulkan dokumen yang berhubungan, browsing internet dan mengumpulkan hasil penelitian sebelumnya untuk mendapatkan data sekunder.

Pengambilan conto dan analisa tanah dilakukan terhadap tanah asli (hutan), tanah revegetasi serta tanah timbunan dari beberapa lokasi sekitar penambangan. Analisa dilakukan terhadap parameter kesuburan tanah di laboratorium pengujian tanah Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Departemen Pertanian, Lembang-Bandung. Parameter yang dianalisa meliputi tekstur, pH, C-organik, N, Rasio C/N, P, K, Na, Mg, Ca, KTK dan Kejenuhan Basa (KB).

Lokasi pengamatan dan pengambilan conto tanah di area penambangan yaitu :

1. Tanah asli pra tambang (TA)
2. Tanah timbunan/overburden (OB)
3. Tanah revegetasi tahun 1986/1987 (22 tahun)
4. Tanah revegetasi tahun 1989 (20 tahun)
5. Tanah revegetasi tahun 1995 (14 tahun)
6. Tanah revegetasi tahun 1998 (10 tahun)
7. Tanah revegetasi tahun 1999/2000 (9 tahun)
8. Tanah revegetasi tahun 2003 (6 tahun)
9. Tanah revegetasi tahun 2007 (1 tahun)
10. Tanah revegetasi tahun 2008 (1 tahun)

## HASIL ANALISA

### a. pH Tanah

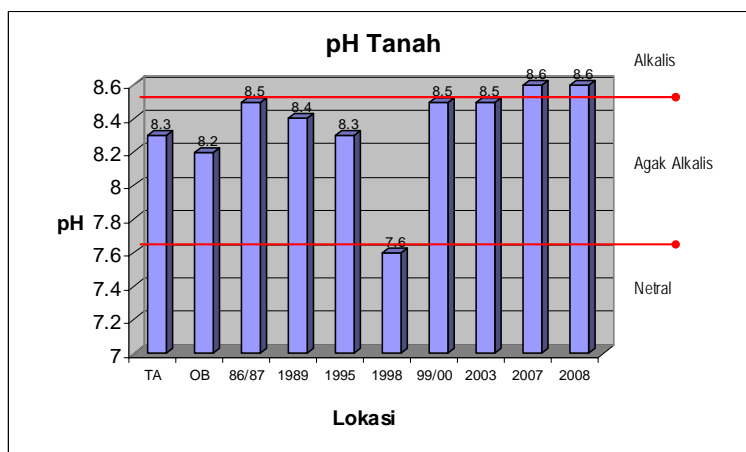
Hasil analisa terhadap pH tanah di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil analisa menunjukkan bahwa tanah di lokasi pengamatan termasuk kategori agak alkalis hingga alkalis berdasarkan kriteria penilaian Lembaga Penelitian Tanah (1983), kecuali tanah revegetasi tahun 1998 memiliki kriteria yang netral yaitu sebesar 7,6. Tanah yang termasuk kategori alkalis adalah tanah revegetasi tahun 2007 dan 2008 yaitu masing-masing sebesar 8,6, sedangkan tanah lokasi pengamatan termasuk kategori agak alkalis.

### b. C-Organik

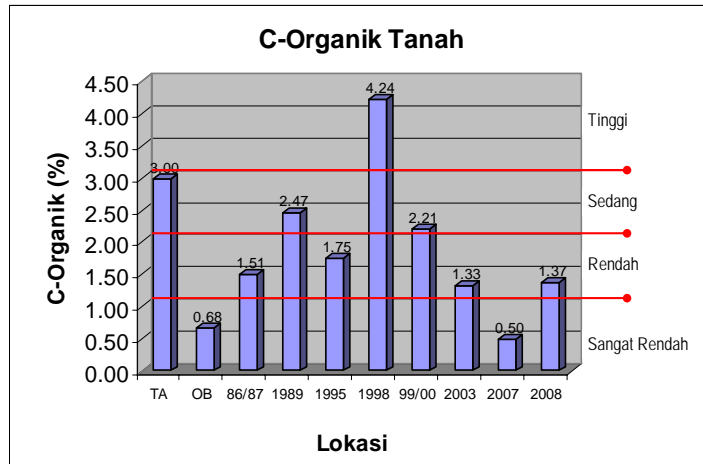
Hasil analisa terhadap kandungan C-Organik tanah di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil analisa menunjukkan bahwa tanah asli (hutan) dan tanah revegetasi tahun 1998 memiliki kriteria kandungan C-organik yang tinggi berdasarkan kriteria penilaian Pusat Penelitian Tanah tahun 1983 (Hardjowigeno, 1987). Sementara itu, tanah hasil revegetasi tahun 1989 dan 1999/2000 memiliki kriteria kandungan C-organik yang sedang, sedangkan tanah-tanah lainnya di lokasi yang diamati memiliki kandungan C-organik yang termasuk kriteria rendah. Nilai Kandungan C-organik yang tertinggi terdapat pada tanah revegetasi tahun 1998 yaitu sebesar 4,24 % sedangkan tanah dengan kandungan C-organik terendah adalah tanah revegetasi tahun 2007 yaitu sebesar 0,5 %.

### c. Nitrogen (N)

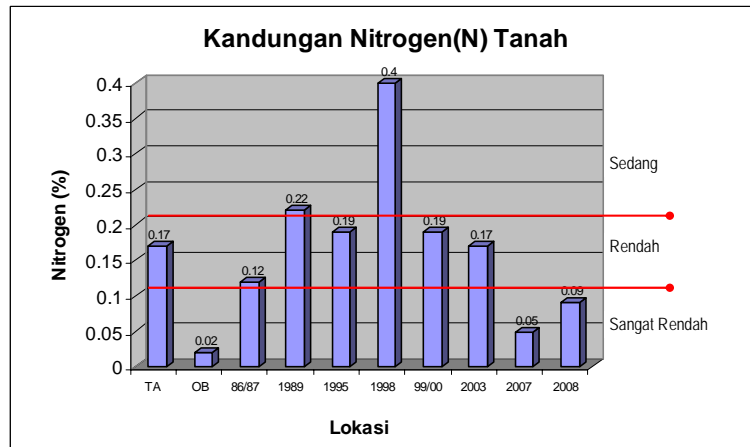
Hasil analisa terhadap kandungan Nitrogen (N) tanah di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4. Konsentrasi Nitrogen (N) pada tanah revegetasi tahun 1989 dan tanah revegetasi tahun 1998 termasuk dalam kriteria sedang berdasarkan penilaian Pusat Penelitian Tanah (1983). Sementara itu, tanah-tanah lainnya di lokasi yang diamati memiliki kandungan Nitrogen (N) yang termasuk kriteria rendah. Nilai kandungan Nitrogen (N) yang tertinggi terdapat pada tanah revegetasi tahun 1998 yaitu sebesar 0,4 % sedangkan tanah dengan kandungan Nitrogen (N) terendah adalah tanah timbunan (*overburden*) yaitu sebesar 0,02 %.



Gambar 2. Hasil pengukuran pH tanah di lokasi pengamatan



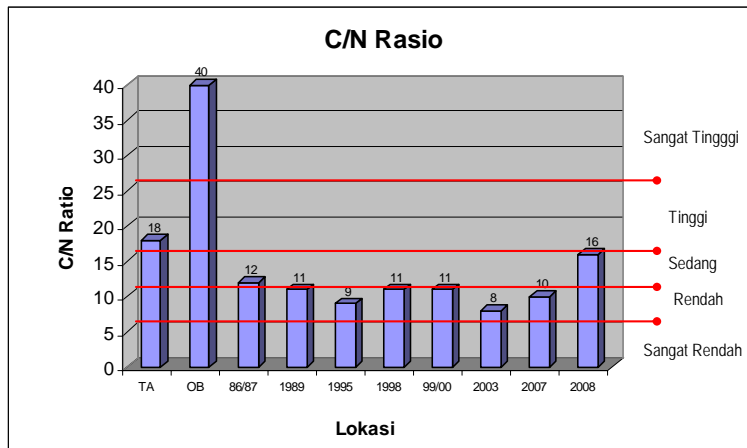
Gambar 3. Hasil Analisa Kandungan C-organik tanah di lokasi pengamatan



Gambar 4. Hasil Analisa Kandungan N pada tanah di lokasi pengamatan

#### d. Rasio C/N

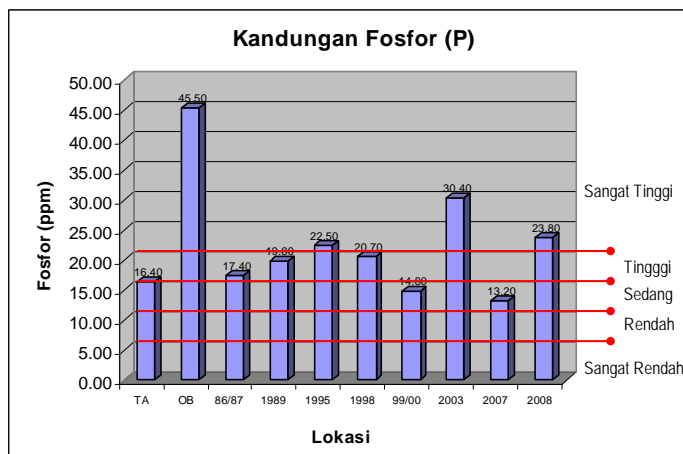
Hasil analisa terhadap rasio C/N tanah di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil analisa menunjukkan bahwa tanah timbunan (*overburden*) memiliki kriteria rasio C/N yang sangat tinggi berdasarkan kriteria penilaian Pusat Penelitian Tanah (1983). Sementara itu, tanah asli (hutan) dan tanah revegetasi tahun 2008 memiliki kriteria rasio C/N yang tinggi, sedangkan tanah-tanah lainnya di lokasi yang diamati memiliki rasio C/N yang termasuk kriteria sedang hingga rendah. Nilai rasio C/N yang tertinggi terdapat pada tanah timbunan (*overburden*) yaitu sebesar 40 sedangkan tanah dengan rasio C/N terendah adalah tanah revegetasi tahun 2003 yaitu sebesar 8.



**Gambar 5.** Hasil Analisa Rasio C/N pada tanah di lokasi pengamatan

**e. Fosfor (P)**

Hasil analisa terhadap kandungan fosfor (P) tanah di lokasi pengamatan disajikan pada Gambar 5. Hasil analisa menunjukkan bahwa kandungan fosfor (P) pada tanah timbunan (*overburden*) dan tanah revegetasi 2003 memiliki kriteria yang sedang berdasarkan kriteria penilaian Pusat Penelitian Tanah (1983). Sementara itu, kandungan fosfor (P) pada tanah-tanah lainnya di lokasi yang diamati termasuk kriteria rendah. Nilai Kandungan Fosfor (P) yang tertinggi terdapat pada tanah timbunan (*overburden*) yaitu sebesar 45,50 ppm sedangkan tanah dengan kandungan fosfor (P) terendah adalah tanah revegetasi tahun 2007 yaitu sebesar 13,20 ppm.

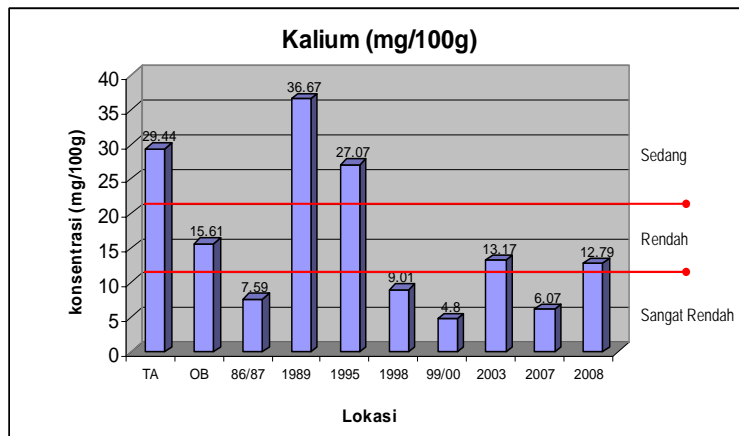


**Gambar 6.** Hasil Analisa Kandungan P pada tanah di lokasi pengamatan

**f. Kalium (K)**

Hasil analisa terhadap konsentrasi kalium (K) tanah di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil analisa menunjukkan bahwa tanah asli (hutan), tanah revegetasi tahun 1989 dan tanah revegetasi tahun 1995 memiliki kriteria konsentrasi kalium (K) tanah yang sedang berdasarkan kriteria penilaian Pusat Penelitian Tanah (1983). Sementara itu, tanah timbunan (*overburden*), tanah revegetasi 2003 dan tanah revegetasi 2008 memiliki kriteria konsentrasi kalium yang rendah, sedangkan tanah-tanah yang dianalisa lainnya memiliki konsentrasi kalium yang termasuk kriteria sangat rendah. Konsentrasi kalium yang tertinggi terdapat pada tanah

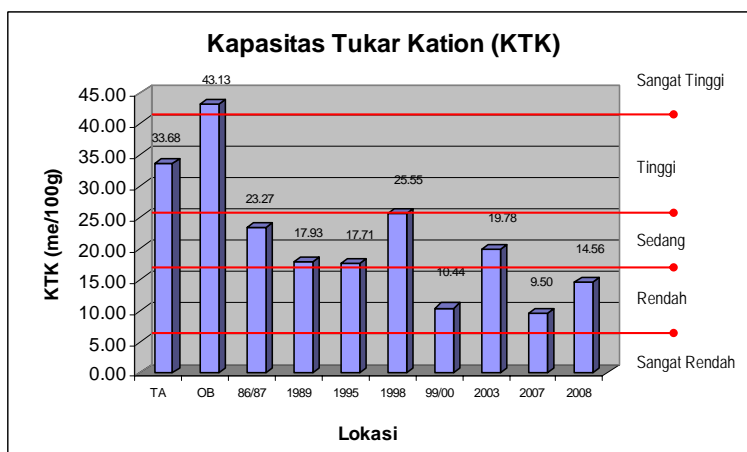
revegetasi tahun 1989 yaitu sebesar 36,67 mg/100g, sedangkan tanah dengan kandungan kalium terendah adalah tanah revegetasi tahun 1999/2000 yaitu sebesar 4,8 mg/100g.



Gambar 7. Hasil Analisa Kandungan K pada tanah di lokasi pengamatan

#### g. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Hasil analisa terhadap kapasitas tukar kation (KTK) tanah di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil analisa menunjukkan bahwa tanah timbunan (*overburden*) memiliki kriteria kapasitas tukar kation tanah yang sangat tinggi berdasarkan kriteria penilaian Pusat Penelitian Tanah (1983) yaitu sebesar 43,13 me/100g. Tanah asli (hutan) dan tanah revegetasi tahun 1998 memiliki kriteria kapasitas tukar kation tanah yang tinggi. Sementara itu, tanah revegetasi tahun 1989, tahun 1995 dan tahun 2003 memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang termasuk kriteria sedang. Sedangkan tanah revegetasi tahun 1999/2000, 2007 dan 2008 memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah. Tanah dengan kapasitas tukar kation terendah adalah tanah hasil reklamasi tahun 2007 yaitu sebesar 9,5 me/100g.

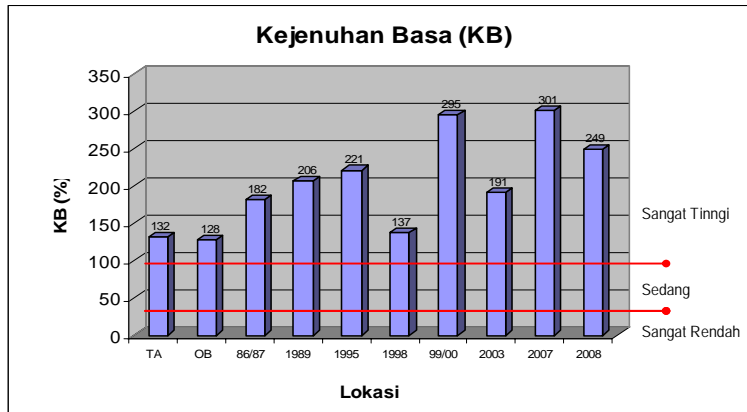


Gambar 8. Hasil Analisa KTK tanah di lokasi pengamatan

#### h. Kejenuhan Basa (KB)

Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan jumlah kation basa yang umumnya merupakan unsur hara dengan jumlah seluruh kation pada tanah (basa dan asam). Hasil analisa terhadap nilai kejenuhan basa (KB) tanah di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 9. Hasil analisa

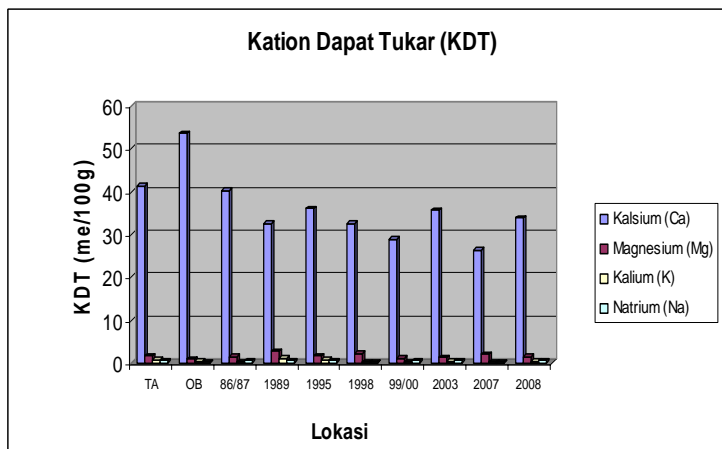
menunjukkan bahwa semua tanah di lokasi yang diamati memiliki kandungan nilai kejenuhan basa (KB) yang termasuk kriteria sangat tinggi berdasarkan kriteria penilaian Pusat Penelitian Tanah (1983). Nilai Kejenuhan basa (KB) yang tertinggi terdapat pada tanah revegetasi tahun 2007 yaitu sebesar 301 % sedangkan tanah yang memiliki nilai kejenuhan basa terendah adalah tanah timbunan (*overburden*) yaitu sebesar 128 %.



**Gambar 9.** Hasil Analisa KB tanah di lokasi pengamatan

#### i. Kation Dapat Tukar (KDT)

Kation- kation tanah yang dianalisa meliputi kalsium (Ca), natrium (Na), magnesium (Mg) dan kalium (K). Hasil analisa terhadap jumlah kation dapat tukar pada tanah di lokasi pengamatan disajikan pada Gambar 10. Hasil analisa menunjukkan bahwa konsentrasi kalsium (Ca) pada tanah paling tinggi dibandingkan dengan kation-kation lainnya. Semua tanah yang dianalisa memiliki konsentrasi kalsium yang termasuk kriteria sangat tinggi berdasarkan kriteria penilaian Pusat Penelitian Tanah (1983). Konsentrasi kalsium (Ca) tertinggi terdapat pada tanah timbunan (*overburden*) yaitu sebesar 53,52 me/100g, sedangkan tanah dengan konsentrasi kalsium terendah adalah tanah revegetasi 2007 yaitu sebesar 26,35 me/100g.



**Gambar 10.** Hasil Analisa Jumlah Kation Dapat Tukar tanah di lokasi pengamatan



## PEMBAHASAN

Sifat tanah yang alkalis disebabkan karena tanah di lokasi pengamatan berasal dari pelapukan batuan induk yaitu batu gamping yang bersifat alkalis. Bahan penyusun batu gamping (*limestone*) yang utama adalah mineral karbonat. Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu gamping adalah aragonit ( $\text{CaCO}_3$ ), yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ). Mineral lainnya yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur atau dolomit, tetapi dalam jumlah kecil adalah siderit ( $\text{FeCO}_3$ ), ankererit ( $\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$ ), dan magnesit ( $\text{MgCO}_3$ ) (Tekmira, 2005). Kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) pada mineral penyusun batugamping/kapur merupakan kation-kation yang bersifat alkalis (basa), sehingga menghasilkan tanah-tanah dengan pH yang alkalis (basa). pH tanah menentukan mudah tidaknya unsur hara diserap tanaman dimana pada pH netral (6-7) unsur hara mudah larut dalam air sehingga mudah diserap tanaman. Menurut Novizan (2002) pada tanah alkali dapat ditemukan unsur yang meracuni tanaman seperti natrium (Na) dan Molibdenum (Mo). pH tanah yang terlalu tinggi (alkalis) dapat diturunkan dengan penambahan sulfur (bubuk belerang).

Perbedaan dari kandungan C-organik pada tanah dapat disebabkan oleh tercampurnya lapisan *top soil* tanah dengan lapisan dibawahnya pada saat penggalian tanah atau pada saat penimbunan (reklamasi), sehingga menyebabkan tanah yang jumlah *top soil* banyak kandungan organikya tinggi sedangkan tanah dengan campuran topsoilnya sedikit memiliki kandungan C-organik rendah. Pemberian bahan organik pada tanah berupa pupuk kandang, pupuk hijau atau kompos dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah. Pupuk kandang merupakan pupuk yang berasal dari campuran kotoran, urine hewan seperti kuda, sapi, kerbau, babi, kambing atau domba serta sisa makanan yang tidak dihabiskan. Pupuk hijau merupakan tanaman yang umumnya berasal dari famili leguminosa seperti *Crotalaria juncea*, *Crotalaria anagyroides*, *Crotalaria usaramuensis* dll. Kompos merupakan jenis pupuk yang berasal sisa-sisa bahan-bahan organik seperti daun, jerami dll yang mengalami dekomposisi. Hal ini dapat disebabkan bahan organik yang berupa sisa-sisa tanaman pada tanah revegetasi tahun 1998 lebih banyak dan telah atau lebih cepat terdekomposisi dibandingkan tanah lainnya. Bahan organik merupakan sumber N yang utama di dalam tanah. Selain itu pula, perbedaan konsentrasi N pada tanah dapat disebabkan dari pupuk yang diberikan pada tanah. Kandungan Nitrogen (N) pada tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian pupuk sumber nitrogen seperti NPK, Amonium Nitrat, Amonium Sulfat ( $\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , Kalsium Nitrat dan Urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)$

Konsentrasi P yang tinggi pada tanah timbunan (*overburden*) disebabkan tanah tersebut baru ditimbun yang berasal dari kupasan tanah asli (hutan) sehingga masih banyak mengandung unsur P dan belum mengalami pencucian. Tanah yang memiliki kandungan fosfor (P) yang rendah dapat ditingkatkan dengan penambahan pupuk NPK, SP36 dan Amonium Phosphat.

Perbedaan konsentrasi kalium pada tanah dapat disebabkan terserap oleh tanaman dan terjadinya pencucian (leaching) pada tanah. Konsentrasi unsur hara kalium (K) dapat ditingkatkan dengan memberikan pupuk sumber kalium pada tanah seperti NPK, Kalium Klorida (KCl), Kalium Sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) dan Kalium Nitrat ( $\text{KNO}_3$ ).

Kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut masih banyak mengandung kation-kation seperti  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  dan sebagainya. Kapasitas tukar kation yang rendah disebabkan kation-kation dalam tanah tersebut telah tertukar atau diganti oleh ion-ion lain dalam larutan tanah. Kapasitas tukar kation tanah yang rendah dapat ditingkatkan dengan menambah bahan organik, seperti kompos atau pupuk kandang. Penambahan mineral zeolit pada tanah juga dapat meningkatkan KTK tanah (Novizan, 2002).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisa terhadap kesuburan tanah menunjukkan tanah-tanah di area penambangan memiliki tekstur liat, pH yang alkalis (basa) dengan konsentrasi unsur hara bervariasi dari rendah sampai tinggi. Tahun/ umur reklamasi atau revegetasi tidak menunjukkan hubungan terhadap kesuburan tanah. Hal ini disebabkan perlakuan pemupukan yang diberikan terhadap masing-masing tanah bervariasi, tercampurnya *topsoil* dengan lapisan tanah lainnya, jenis batuan gamping, serta terjadinya pencucian (*leaching*). Faktor penentu keberhasilan pemupukan meliputi frekuensi, dosis pupuk, cara aplikasi dan jenis pupuk.

Kesuburan tanah di area revegetasi maupun area yang akan direvegetasi perlu ditingkatkan dengan pemupukan. Pemupukan terutama diperlukan pada masa awal pertumbuhan tanaman. Pemupukan ditujukan untuk menambah atau melengkapi unsur-unsur hara pada tanah, sehingga perlu diketahui terlebih dahulu gambaran atau karakteristik awal kondisi tanah.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih Kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI dan jajarannya, serta pengelola DIPA Tahun Anggaran 2009 atas kepercayaan yang diberikan kepada kami untuk melakukan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada berbagai pihak di luar Pusat Penelitian Geoteknologi, terutama PT Holcim dan Kanwil Departemen Kehakiman dan HAM, yang telah membantu kami dengan berbagai informasi, izin, saran dan fasilitas yang diberikan, terutama selama melaksanakan kegiatan lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hardjowigeno, 1987. *Ilmu Tanah*. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Novizan, 2002. *Petunjuk Pemupukan Yang Efektif*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Subardja A, Sumawidjaja N dan Wibowo S. 2008. *Pengelolaan Dan Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang : Studi Kasus Pada Penambangan Batugamping Di Pulau Nusakambangan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah*. Laporan Penelitian Puslit Geoteknologi- LIPI.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (Tekmira). 2005. *Batu Kapur/ Gamping*. <http://www.tekmira.esdm.go.id> diunduh tanggal 16 November 2009 .

## ASPEK GEOLOGI LINGKUNGAN TERHADAP ZONASI PEMUKIMAN DENGAN METODE PEMBOBOTAN, KASUS KAWASAN PESISIR KABUPATEN BATANG, JAWA TENGAH

**Kristiawan Widiyanto<sup>1</sup>**

Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangasambung-LIPI, Karangasambung, Kebumen

Email: kris006@lipi.go.id

### **Sari**

Kajian geologi dilakukan di kawasan pesisir Kabupaten Batang pada koordinat 6° 47' 30" S - 7° 00' S dan 109° 30' E - 110° 00' E . Penelitian ini diarahkan untuk membagi penggunaan lahan berdasarkan kebutuhan manusia tentang pemukiman yang semakin meningkat sesuai dengan kelas kemampuan lahan. Penelitian ini menggunakan metode bobot relevansi (weighting) dan nilai kemampuan (capability value) dari berbagai aspek geologi yang kemudian di tumpang susun (overlay) dengan software GIS (mapinfo), dari metoda diperoleh kelas kemampuan lahan untuk zona pemukiman yang dapat digunakan sebagai arahan penggunaan lahan untuk kawasan pemukiman.

**Kata kunci:** penggunaan lahan, pesisir, pemukiman

### **Abstract**

*Geology studies has been conducted at coastal area, Batang district in coordinate 6° 47' 30" S - 7° 00' S and 109° 30' E - 110° 00' E . This study aimed to divide land use based on people needs. This study use weighting and capability method from various geology aspect then overlay with GIS software ( mapinfo), from the method got land capability class for settlement zone*

**Keywords:** land use, coastal area, settlement

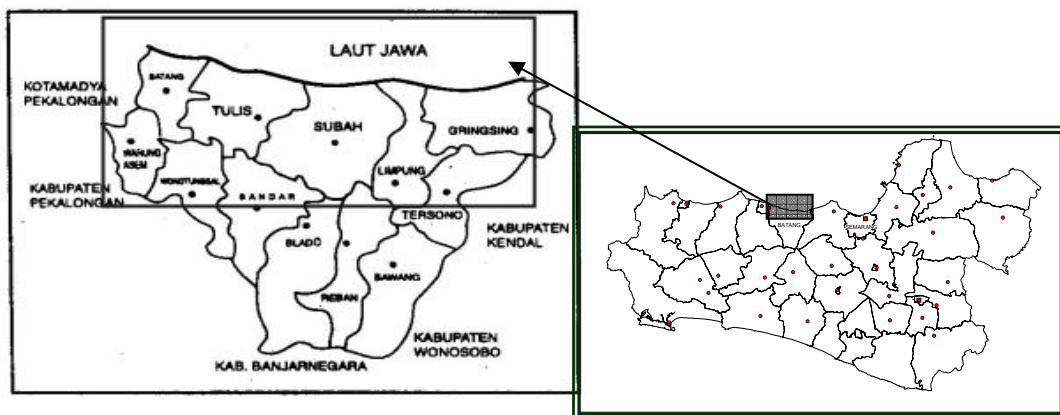
## **PENDAHULUAN**


Penggunaan lahan yang cenderung hanya memikirkan nilai ekonomi daripada daya dukung lahan itu sendiri akan berdampak pada menurunnya kemampuan daya dukung lahan itu sendiri sehingga dalam beberapa waktu akan terjadi degradasi lingkungan yang berpotensi menjadi daerah yang rawan bencana. Saat ini persoalan yang banyak dihadapi oleh kegiatan pembangunan suatu wilayah adalah program-program yang mempunyai perspektif jangka pendek sehingga hanya tergantung pada dana anggaran pusat. Seharusnya suatu daerah dalam mendorong wilayah untuk tumbuh dan berkembang secara mandiri berdasar kepada sosial ekonomi serta karakteristik spesifik yang dimilikinya dan bagaimana pengembangan wilayah itu dapat dikonsepsikan dalam perspektif jangka panjang.

Kawasan pesisir Kabupaten Batang yang terletak di jalur pantai utara Jawa yang merupakan jalur ekonomi yang besar akan berdampak terhadap pertumbuhan ekonomi yang berakibat juga pada pertumbuhan penggunaan lahan. Untuk itu diperlukan arahan penggunaan lahan yang baik dalam pengelolaan pembangunan agar tidak merusak lingkungan. Identifikasi potensi sumber daya alam, geologi dan bahaya (*hazard*) yang terdapat di kawasan pesisir Kabupaten Batang merupakan tahap awal rencana pengembangan suatu kawasan selanjutnya perlu dilakukan penilaian kemampuan dan pembobotan pada daerah tersebut. Identifikasi geologi kawasan

pesisir Kabupaten Batang meliputi geomorfologi (kemiringan lerang), litologi, hidrologi. Sedangkan identifikasi bahaya (*hazard*) mencakup banjir, abrasi pantai, tsunami, gempabumi yang dapat menjadi kendala bahkan limitasi pada saat proses pengembangan ataupun pada masa-masa setelah pengembangan kawasan pesisir.

Tujuan penelitian adalah mengkaji kemampuan lahan untuk kawasan pemukiman melalui aspek geologi dengan pendekatan pembobotan (*weighting and capability value*) pada kawasan pesisir pantai utara Kabupaten Batang sehingga hasil yang diharapkan yaitu adanya kelas kemampuan lahan untuk kawasan pemukiman sehingga dapat digunakan sebagai arahan penggunaan lahan kawasan pemukiman. Ruang lingkup penelitian ini adalah wilayah yang secara administrasi mempunyai batas terluar dari kecamatan yang mempunyai laut dan ke arah laut sejauh 4 mil dari garis pantai. Sedangkan secara astronomi lokasi penelitian terletak pada 109° 30' BT- 110° 00' BT dan 6° 47' 30" LS – 7° 00' LS (Gambar 1) berada pada bagian utara Kabupaten Batang yang berbatasan dengan perairan Laut Jawa yang mencakup Kecamatan Batang, Tulis, Subah, Limpung, Gringsing, Warungasem, sebagian Bandar, Wonotunggal dan Tersono.



 : Lokasi penelitian

**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

Geologi daerah penelitian menurut W.H Condon, secara umum dapat dikelompokkan menjadi satuan batuan yang berumur Tersier dan satuan batuan yang berumur Kuartar. Satuan batuan yang berumur Tersier terdiri dari Anggota Batupasir F. Damar (Tpds) sedangkan satuan batuan yang berumur Kuartar terdiri dari F. Damar (Qtd), Endapan Vulkanik Linggopodo atau Batuan Gunungapi Jembangan (Qjma dan Qjya), Kipas Alluvium (Qf) dan Alluvium (Qa). Formasi Damar (Qtd) tersusun atas Batulempung tufan, Breksi gunungapi, dan breksi lahar yang mempunyai umur Plistosen (N 22) yang diendapkan pada lingkungan litoral-fluviatil, penyebaran Formasi Damar ini hampir mencakup sebagian besar Kabupaten Batang, Propinsi Jawa Tengah dengan ketebalan 50 – 400 M. Ciri Litologi dari Formasi ini terdiri dari Batupasir halus – sangat kasar, Lanau, Batulempung hitam dengan struktur bioturbasi, kadang juga terdapat Breksi Vulkanik. Anggota Batupasir Formasi Damar (Tpds) tersusun atas Batupasir Tufan yang sebagian terikat kalsit bagian bawah berupa konglomerat aneka bahan dengan semen karbonat. Endapan Vulkanik Kwartar Linggopodo atau Batuan Gunungapi Jembangan tersusun atas Breksi Aliran (Qjma) dan Lava Andesit (Qjya) sedangkan Kipas Alluvium (Qf) merupakan litologi hasil dari rombakan gunungapi. Alluvium (Qa) terdiri dari material-material lepas berukuran kerikil, pasir, lanau, dan lempung yang merupakan hasil sedimentasi sungai dan

rawa yang mempunyai ketebalan sampai 150 M, tersebar dibagian dataran terutama di Kecamatan Batang, dan bagian utara dari daerah penelitian

## METODOLOGI

Penilaian kemampuan lahan dititikberatkan pada faktor-faktor geologi tata lingkungan. Selanjutnya faktor-faktor geologi tata lingkungan yang dimaksud diberi nilai (Howard dan Remson, 1978). Dalam merumuskan sistem *scoring*, sebelum mengidentifikasi faktor-faktor yang berperan, sasaran pengembangan wilayah itu perlu ditentukan dan diketahui lebih dulu. Seperti lokalisasi lahan pemukiman, industri, pertanian, wisata, pertambangan, dan kawasan lindung sehingga faktor-faktor yang berperan dapat dikaji dengan mudah, objektif, dan terarah. Dalam setiap pengembangan suatu daerah memerlukan berbagai unsur untuk mendukungnya, selanjutnya dalam menelaah hubungan unsur geologi dengan lingkungan, akan dicoba menggunakan penilaian unsur geologi tersebut terhadap bobot relevansi (*weighting*) dan kemampuan (*capability*) peruntukan lahan yang mendukungnya.

Bobot relevansi (*Weighting*) setiap lingkungan memerlukan keterlibatan berbagai unsur geologi didalamnya, yang setiap unsur ini dapat diberi nilai atau harga tertentu. Pengertian bobot disini adalah merupakan suatu harga atau nilai yang diberikan oleh setiap unsur terhadap suatu lingkungan yang didukungnya. Howard dan Remson (1978) telah memberikan nilai suatu bobot sebagai berikut: Sangat penting (*very high importance*) = 5, Penting (*highly important*)=4, Cukup penting (*moderate important*)= 3, Kurang penting (*low importance*)= 2, Sangat kurang penting (*very low importance*)= 1, Tak penting (*no importance*)= 0. Nilai tersebut dapat terlihat suatu unsur dapat mempunyai nilai sangat penting (5) ataupun tak penting (0) terhadap suatu lingkungan.

Kemampuan (*Capabilty*) sebagaimana halnya Bobot Relevansi, maka setiap unsur akan mempunyai nilai tersendiri pula dalam setiap lingkungan yang didukungnya. Kemampuan unsur tersebut akan berbeda dalam setiap unsur, dimana perbedaan ini timbul disebabkan setiap unsur mempunyai pembagian tertentu. Keanekaragaman jenis atau macam setiap unsur akan memberikan nilai tersendiri sesuai dengan kemampuan dalam mendukung setiap lingkungan. Nilai suatu kemampuan pada unsur telah dikemukakan oleh Howard dan Ramson (1978) yaitu :Sangat tinggi (*very high*)= 5, Tinggi (*high*)= 4, Sedang (*moderate*)= 3, Rendah (*low*)= 2, Sangat rendah (*very low*)= 1, Tak mampu (*not suitable*)= 0. Klasifikasi kemampuan lahan adalah penggolongan tingkat kemampuan lahan untuk dibangun dan dikembangkan. Metode pengklasifikasian kemampuan lahan dengan menggunakan sistem grid (Suganda, 1998), dilakukan dengan membuat kotak-kotak dengan luas tertentu. Kisaran hasil perkalian bobot dengan kemampuan yang terendah sampai yang tertinggi atau terbaik hingga terendah atau terburuk.

Data yang digunakan yaitu data geologi (peta geologi lembar Banjarnegara-Pekalongan), kemiringan lereng, bentukan asal, geohidrologi, geologi teknik, kekuatan batuan, bahaya geologi, potensi bahan galian sedangkan secara garis besar metode yang dilakukan dengan cara memberi nilai bobot parameter (Tabel 1) dan nilai kemampuan tiap unsur-unsur parameter (Tabel 3) sesuai dengan peruntukan lahan atau tahap evaluasi.

**Tabel 1.** Nilai Bobot berdasarkan parameternya (sumber kompilasi A.H Suganda, 1988 dan F. Suhartono, 1996)

No	Parameter	Kawasan Permukiman
1	Jenis Litologi	5
2	Geomorfologi	4
3	Kemiringan lereng	5
4	Bahaya geologi	5
5	Geohidrologi	5
6	Curah hujan	4
7	Bahan galian	5
8	Kemampuan Geologi Teknik	4
9	Kekuatan Batuan	4
10	Jenis Tanah	4

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap kemampuan lahan masing-masing wilayah yang sesuai dengan daya dukung lahannya yang terdapat di wilayah pesisir Kabupaten Batang dengan cara memberikan nilai bobot dan kemampuan pada wilayah penelitian sehingga diperoleh nilai skor (hasil perkalian antara nilai bobot dan kemampuan tiap unit peta kemampuan lahan) kemudian nilai skor dimasukkan ke dalam tiap grid (*cell*) pada *layer* grid yang kemudian dilakukan *overlay* dari peta-peta kemampuan lahan. Total skor didapat dari jumlah skor pada masing-masing grid sesuai dengan peruntukan lahan yang kemudian diklaskan kedalam dari kemampuan lahan sangat tinggi sampai kemampuan lahan rendah sesuai dengan peruntukannya. Setelah didapat peta kemampuan lahan maka dilakukan *overlay* terhadap semua peta kemampuan lahan sehingga di dapat peta arahan penggunaan lahan. Dalam melakukan digitasi dan *overlay* peta digunakan *software Mapinfo Professional 6.0 – Discover 4.01*.

## HASIL DAN ANALISIS

Pemberian skor diperoleh dari hasil kali antara bobot dengan kemampuan lahan pada semua parameter dan unsur. Setelah pembobotan masing-masing unsur potensi sumber daya alam, geologi dan bahaya dilakukan berdasarkan pada Tabel 1 dan Tabel 3, maka selanjutnya membuat grid (*cell*) yang berjarak 1500 M x 1500 M pada kondisi sesungguhnya, dalam analisis ini terdapat 175 grid (*n*) dimana pada tiap grid diberikan nilai kemampuan lahannya sesuai dengan masing-masing unsur (Gambar 2). Setelah didapat nilai skor total (Gambar 3) dari masing-masing grid dan peruntukan lahan kemudian dilakukan penentuan kelas kemampuan lahan dengan menggunakan metoda statistik, perhitungan statistik yang dilakukan meliputi:

1. *Total score* ( $\Sigma x$ ), merupakan jumlah seluruh skor total yang didapat melalui kombinasi statistik data skor total.

Setelah perhitungan didapat total score untuk permukiman  $\Sigma x = 29289,7$

2. *Total score rata-rata* ( $\bar{x}$ ), perhitungan *total score rata-rata* dilakukan menggunakan

rumus: 
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

dimana :  $\bar{x}$  = total score rata-rata

$\Sigma x$  = total score

n = jumlah data

maka  $\bar{x}$  rata-rata didapat

$$\bar{x} = \frac{29289,7}{175}$$

$$\bar{x} = 167,36$$

3. *Standar Deviasi* ( $\sigma_x$ )

Untuk mendapatkan nilai standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut.

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_1)^2}{n-1}}$$

Dari hasil perhitungan statisti pada tabel diatas, diperoleh :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{37130.546}{174}}$$

$$\sigma_x = \sqrt{213.393}$$

$$\sigma_x = 14.608$$

dimana perhitungan statistik untuk pembagian kelas kemampuan lahan sangat tinggi sampai dengan sangat rendah peruntukan kawasan permukiman didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\bar{x} - 1 \frac{1}{2} \sigma_x = 145.448$$

$$\bar{x} - \frac{1}{2} \sigma_x = 160.056$$

$$\bar{x} + \frac{1}{2} \sigma_x = 174.664$$

$$\bar{x} + 1 \frac{1}{2} \sigma_x = 189.272$$

Melalui metode statistik ini, diperoleh kisaran pengklasifikasian kemampuan lahan yang didapat dari perhitungan statistik seperti pada Tabel 2. Perhitungan statistik yang didapat yaitu penjumlahan seluruh skor total ( $\Sigma x$ ) adalah 29289,7 dengan skor total rata-rata ( $\bar{x}$ ) 167,36 dan standar deviasi ( $\sigma_x$ ) yang didapat dari perhitungan yaitu 14,608. Kemudian dari nilai yang didapatkan dari perhitungan statistik dimasukkan kedalam kriteria kemampuan lahan (Tabel 2).

**Tabel 2.** Hasil Klasifikasi Kelas Kemampuan Lahan Kawasan Pemukiman Kab. Batang

Kelas Kemampuan Lahan	Kriteria	Kisaran Skor Total
Sangat tinggi	$> \bar{x} + 1 \frac{1}{2} \sigma_x$	$> 189$
Tinggi	$(\bar{x} + \frac{1}{2} \sigma_x) - (\bar{x} + 1 \frac{1}{2} \sigma_x)$	174-189
Sedang	$(\bar{x} - \frac{1}{2} \sigma_x) - (\bar{x} + \frac{1}{2} \sigma_x)$	160-174
Rendah	$(\bar{x} - 1 \frac{1}{2} \sigma_x) - (\bar{x} - \frac{1}{2} \sigma_x)$	145-160
Sangat rendah	$< (\bar{x} - \frac{1}{2} \sigma_x)$	$< 145$

Dari hasil analisis (Tabel 2) didapat zonasi kelas kemampuan lahan kawasan pemukiman (Gambar 4) tinggi sampai sangat tinggi berada di daerah Kecamatan Batang, Warungasem, Bandar, Subah bagian selatan, zona kemampuan lahan sedang hampir merata ditiap kecamatan dan kemampuan lahan rendah sampai sangat rendah berada di bagian tengah Kecamatan Tulis, Subah, Limpung dan pada kawasan pantai Tulis, Limpung dan Gringsing.

## **KESIMPULAN**

Faktor pendukung dalam pengembangan wilayah pesisir Batang yaitu faktor geologi yang sangat potensial diantaranya adalah Litologi, Geomorfologi, Hidrogeologi, Jenis Tanah, Sumberdaya Mineral, Curah Hujan, potensi sumberdaya hutan bakau, sumberdaya perikanan dan sumberdaya wisata bahari. Sedangkan faktor bencana yang menjadi kendala dalam pengembangan wilayah pesisir Kabupaten Batang, diantaranya adalah abrasi pantai, gerakan tanah, tsunami dan penyusutan air laut. Zonasi kawasan pemukiman yang paling sesuai untuk dikembangkan terletak disekitar daerah Kecamatan Batang bagian selatan dan daerah Kecamatan Warungasem dan penyebaran lebih lanjut cenderung ke arah timur wilayah pesisir Kabupaten Batang pada zonasi kelas kemampuan lahan tinggi-sangat tinggi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Condon, W.H, et al (1996), *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa*, skala 1 : 100.000 Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Davis, J.C. (1986), *Statistics and Data Analysis in Geology*, 2<sup>nd</sup> edition, John Willey and Sons. Inc, New Yorks.
- Howard, A.D., and Remson, I. (1978), *Geology in Environmental Planning*. Mc Graw – Hill, San Fransisco.
- Suganda, AH. (1988), *Pertimbangan Aspek Fisik Dasar dalam Perencanaan Kota*, Thesis S-2, F. Pasca Sarjana, ITB (tidak dipublikasikan).
- Suhartono, F. (1996), *Pemintakatan Lingkungan Berdasarkan Kondisi Fisik Daerah Vulkanik Merapi Kabupaten dati II Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta*, Tesis S2, PPS UGM Yogyakarta, (tidak dipublikasikan).