ANALISA PENENTUAN LAYAK TAMBANG BENTONIT PROVINSI JAWA TIMUR DENGAN ANP

Erlin Windia Ambarsari ¹⁾ Khamami Herusantoso ²⁾

¹⁾ Teknik Informatika Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Nangka No 58C Tanjung Barat (TB Simatupang),
Jagakarsa, Jakarta 12530 Indonesia
email : dzaky_tea@yahoo.co.id

²⁾ Pusdiklat Keuangan Umum, Kementerian Keuangan
Jl. Pancoran Timur 2 No 1, Jakarta 12780 Indonesia
email : khamami2005@gmail.com

ABSTRACT

Mining activity can cause environmental damage if the environmental balance, the environmental carrying capacity and good management of the mining resource are not considered. Therefore they should be analyzed to determine the feasibility of mining. The objective in this study is to select the distribution of Bentonite that meet criteria based on the environmental potential in the region of Malang and Blitar in East Java Province.

The method used to determine the feasibility of mining is the Analytical Network Process (ANP). ANP is one method that is able to represent the interests of various parties to consider the interplay between the criteria and sub criteria. The study found that village of Birowo, Binangun sub district, Blitar district is the most viable potential bentonite of mines.

Key words

Feasibility of mining, Environmental Potential, Analytical Network Process (ANP)

1. Pendahuluan

Bentonit merupakan jenis tanah liat hasil endapan aktivitas vulkanik yang digunakan dalam perindustrian sebagai bahan baku seperti bahan lumpur pemboran, pelumas minyak sawit, pelet makanan ternak dan lain-lain. Pemanfaatan bentonit dapat menambah pendapatan bagi negara, masyarakat dan perusahaan pertambangan, tetapi potensi tersebut masih belum dikelola secara maksimal.

Sebaran endapan bentonit yang belum dikelola dapat dilakukan dengan tahap eksplorasi untuk mendefinisikan pemineran (*mineralization*), menentukan ukuran, bentuk, sebaran, kuantitas dan kualitas pada suatu endapan mineral

[1] yang kemudian dapat dilakukan penentuan kelayakan tambang.

Kegiatan penambangan dapat menimbulkan kerusakan lingkungan jika tidak mempertimbangkan keseimbangan dan daya dukung lingkungan serta pengelolaan tambang yang baik, karena itu perlu dilakukan analisa untuk menentukan layak tambang sebagai pertimbangan pengelolaan.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah memilih sebaran bentonit yang memenuhi kriteria-kriteria layak tambang berdasarkan lingkungan potensi di provinsi Jawa Timur terutama daerah Kabupaten Malang dan Blitar.

Penentuan dilakukan dalam bentuk interpretasi peta dengan melihat berapa besar pengaruh elemen dengan elemen lain, untuk itu penulis mencoba menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP) untuk menentukan prioritas kelayakan tambang pada beberapa lokasi.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi sebaran bentonit yang dapat dipakai oleh perusahaan yang berkepentingan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan pertambangan.

2. Analytical Network Process (ANP)

Analytical Network Process (ANP) merupakan salah satu metode yang mampu merepresentasikan tingkat kepentingan berbagai pihak dengan mempertimbangkan saling keterkaitan antar kriteria dan subkriteria [10]. Metode ANP diperkenalkan Professor Thomas Saaty sebagai bentuk penyempurnaan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode ANP merupakan pengembangan dari AHP sehingga lebih memiliki kom-

pleksitas dan kemampuan mengakomodasi keterkaitan antar kriteria atau alternatif. Konsep ANP berasal dari teori AHP yang didasarkan pada hubungan yang saling ketergantungan antara beberapa komponen, sehingga AHP merupakan bentuk khusus dalam ANP.

2.1 Konsep ANP

Pembobotan ANP membutuhkan model yang merepresentasikan saling keterkaitan antar kriteria dan subkriteria yang dimiliki. Ada dua kontrol yang perlu diperhatikan dalam memodelkan sistem yang hendak diketahui bobotnya. Kontrol pertama adalah hierarki yang menunjukkan keterkaitan kriteria dan subkriterianya. Kontrol lainnya adalah kontrol keterkaitan yang menunjukkan adanya saling keterkaitan antar kriteria atau *cluster*.

Jika diasumsikan suatu sistem memiliki N *cluster* atau komponen dimana elemen-elemen dalam tiap komponen saling berinteraksi atau memiliki pengaruh, atau dipengaruhi oleh beberapa atau seluruh elemen dari komponen lain dengan mempertimbangkan interaksi seluruh sistem, jika komponen h dinotasikan dengan C_h dimana $h = 1, 2, 3, \dots, N$ mempunyai n_h elemen yang dinotasikan dengan $e_{h1}, e_{h2}, \dots, e_{hn_h}$ maka pengaruh dari satu set elemen dalam suatu komponen pada elemen yang lain dalam suatu sistem dapat direpresentasikan melalui vektor prioritas berskala rasio yang diambil dari perbandingan berpasangan. Tiap vektor prioritas ditempatkan dalam posisi vektor dalam suatu supermatrik dengan format sebagai berikut :

$$W = \begin{bmatrix} \begin{matrix} C_1 \\ e_{11} \\ e_{12} \\ \vdots \\ e_{1n_1} \end{matrix} & \begin{matrix} C_2 \\ e_{21} \\ e_{22} \\ \vdots \\ e_{2n_2} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} C_N \\ e_{N1} \\ e_{N2} \\ \vdots \\ e_{Nn_N} \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ W_{11} \\ W_{21} \\ \vdots \\ W_{N1} \end{matrix} & \begin{matrix} C_2 \\ W_{12} \\ W_{22} \\ \vdots \\ W_{N2} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} C_N \\ W_{1N} \\ W_{2N} \\ \vdots \\ W_{NN} \end{matrix} \end{bmatrix}$$

Gambar 1 Matrik Keterkaitan Kriteria dan Subkriteria dimana blok i,j dari matrik tersebut adalah :

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{i1}^{(j_1)} & W_{i1}^{(j_2)} & \dots & W_{i1}^{(j_{n_j})} \\ W_{i2}^{(j_1)} & W_{i2}^{(j_2)} & \dots & W_{i2}^{(j_{n_j})} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_{in_i}^{(j_1)} & W_{in_i}^{(j_2)} & \dots & W_{in_i}^{(j_{n_j})} \end{bmatrix}$$

Gambar 2 Matrik Saling Keterkaitan Antar Kriteria (*Cluster*)

2.2 Tahap-tahap ANP

Tahap pengambilan keputusan dengan ANP [9] adalah sebagai berikut :

1. Kontruksi model dan permasalahannya
Masalah perlu distrukturkan ke dalam komponen-komponen penting. Kriteria yang relevan dan alternatif distrukturkan ke dalam bentuk suatu hierarki yang mana semakin tinggi levelnya maka semakin strategis keputusannya.
2. Pembentukan matrik-matrik perbandingan berpasangan dari level-level komponen yang saling ketergantungan

Pengambilan keputusan diminta untuk merespon suatu perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dengan melihat komponen setiap level dengan mempertimbangkan kepentingan relatif terhadap kriteria kontrol. Kriteria kontrol digunakan untuk perbandingan-perbandingan berpasangan berupa kriteria pada level yang lebih tinggi maupun level yang lebih rendah. Pengukurannya menggunakan skala Saaty dari 1-9.

Skala 1 menunjukkan dua pilihan yang mempunyai tingkat kepentingan yang sama atau tidak ada perbedaan, dan skala 9 menunjukan dominasi yang sangat besar dari suatu komponen yang dipertimbangkan terhadap komponen pembanding. Ketika penilaian skala dilakukan untuk suatu pasangan, suatu nilai kebalikan secara otomatis merupakan perbandingan kebalikan di dalam matrik. Jika a_{ij} merupakan suatu nilai dalam matrik yang menunjukkan hubungan antara komponen atau terhadap komponen, maka $a_{ij} = 1/a_{ji}$ atau $a_{ij}.a_{ji} = 1$. Jika perbandingan berpasangan telah lengkap, vektor prioritas w (*eigenvector*) dihitung dengan rumus :

$$A.w = \lambda \max .w \quad (1)$$

A adalah matrik perbandingan berpasangan dan $\lambda_{\max}$ adalah *eigenvalue* terbesar dari A . *Eigenvector* merupakan bobot prioritas suatu matrik yang kemudian digunakan dalam penyusunan supermatrik.

3. Perhitungan Rasio Konsistensi
Indek Konsistensi (CI) dan Rasio Konsistensi (CR) pada matrik perbandingan berpasangan dihitung dengan rumus :

$$CI = \frac{(\lambda \max - n)}{(n - 1)}, CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

RI merupakan Indeks konsistensi acak yang dibangun oleh Saaty. Umumnya jika $CI < 0,1$ maka penilaian dianggap konsisten [5].

4. Formasi supermatrik
Anp menggunakan formasi dari suatu supermatrik untuk memberikan resolusi pengaruh ketergantungan

antar kelompok (*cluster*) dari hierarki jaringan keputusan, antara lain :

- *Unweighted Supermatrix*, merupakan matrik awal yang tersusun dari kolom *eigenvector* perbandingan berpasangan dari setiap elemen kriteria.
- *Weighted Supermatrix*, merupakan supermatrik awal yang kemudian dikalikan dengan matrik *cluster*. Pada setiap kolom matrik ini merupakan komponen pengaruh kriteria pada kriteria tujuan.
- *Limit Supermatrix*, diperoleh dengan meningkatkan *weighted supermatrix* dengan suatu bilangan yang besar sehingga stabil dimana nilai-nilai dalam supermatrik tidak berubah ketika dikalikan dengan dirinya sendiri lagi atau disebut dengan konvergen. *Limit supermatrix* digunakan sebagai penentuan bobot akhir.

5. Pemilihan alternatif terbaik

Pemilihan alternatif terbaik didapatkan dari *limit supermatrix*. Alternatif yang dipilih adalah alternatif yang memiliki nilai terbesar.

2.3 Kriteria Kelayakan Tambang

Penentuan layak tambang dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan pertambangan untuk memperkecil dampak negatif yang mungkin timbul dari kegiatan pertambangan. Penentuan kelayakan tersebut meliputi aspek geologi dan nongeologi [6].

1. Aspek Geologi

Aspek geologi yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kelayakan meliputi perubahan struktur lapisan permukaan, sifat fisik tanah/batuan, penyerapan air, dan resiko bencana.

2. Aspek NonGeologi

Aspek nongeologi yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kelayakan di daerah Kabupaten Malang dan Blitar Provinsi Jawa Timur adalah tegalan, daerah pemukiman dan akses jalan.

2.4 Alternatif Potensi Pertambangan Bentonit Kabupaten Malang dan Blitar

Potensi pertambangan bentonit daerah Kabupaten Malang dan Blitar cukup besar, baik dari sisi volume maupun variasi jenis mineral. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi pertambangan bentonit Kabupaten Malang menghasilkan sekitar 10.170 ton dengan luas areal tambang sekitar 46,19 ha. Potensi pertambangan tersebut terdapat di daerah Kecamatan Pagak, Bantur, Sumbermanjing, Tirtoyudo dan Singosari.

Potensi pertambangan bentonit di wilayah Kabupaten Blitar memiliki deposit bahan tambang sekitar 970.000 m³

dengan luas areal 136,19 Ha. Lokasi potensi pertambangan tersebut terdapat di Kecamatan Wates dan Binangun. Wilayah potensi bentonit Kabupaten Malang dan Blitar dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Gambar 3 . Peta Seluruh Lokasi Potensi

Alternatif yang akan diambil oleh penulis untuk penelitian ini adalah wilayah Kecamatan Wates (desa Ringinrejo dan Mojorejo), Pagak (desa Sempol), dan Binangun (desa Birowo).

Gambar 4 . Peta Masing-Masing Lokasi Potensi

2.5 Pemodelan Ketentuan Layak Tambang dengan ANP

Penentuan dilakukan dengan mengamati keseluruhan elemen-elemen yang saling berpengaruh pada lingkungan potensi bentonit. Dibawah ini adalah model ANP untuk penentuan kelayakan tambang berdasarkan lingkungan potensi.

Gambar 5. Model ANP Kelayakan Tambang

3. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini penulis mengambil beberapa responden ahli untuk menilai kelayakan tambang dari lingkungan potensi bentonit, antara lain ahli geofisika dan ahli geologi yang mengerti benar permasalahan yang diajukan.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini dalam penentuan kelayakan tambang bentonit dengan bantuan *software superdecision* adalah sebagai berikut :

1. Geologi

Tabel 1 Prioritas Geologi

	Prioritas	Peringkat
Perubahan Struktur Lapisan Permukaan	0,105615	2
Sifat Fisik Tanah/Batuan	0,099117	3
Penyerapan Air	0,098433	4
Resiko Bencana	0,135850	1

Resiko Bencana pada wilayah Kabupaten Malang dan Blitar mendapat bobot tertinggi (0,135850). Dampak dari resiko tersebut kemungkinan dapat menguntungkan ataupun merugikan lokasi potensi. Menurut ahli geofisika terdapat kemungkinan pergeseran sesar (patahan) dan zona gerakan tanah dilokasi potensi yang bisa mengakibatkan bencana yaitu penghentian sementara eksploitasi pertambangan. Akan tetapi, akibat pergeseran tersebut kemungkinan terjadi penambahan batuan baru, sedangkan ahli geologi menganggap resiko bencana itu tersebut tidak mempunyai dampak yang begitu besar karena dilihat dari kandungan batuan. Kedua ahli tersebut juga mengatakan jika metode pertambangannya dilakukan adalah pertambangan terbuka maka tidak menjadi masalah.

Selain akibat dari pergeseran sesar dan zona gerakan tanah juga akan mempengaruhi perubahan pola struktur lapisan permukaan (0,105615) dan sifat fisik tanah/batuan (0,099117) sehingga memudahkan pencarian peluang penyerapan air (0,098433).

2. NonGeologi

Tabel 2 Prioritas NonGeologi

	Prioritas	Peringkat
Tegalan	0,085406	3
Daerah Pemukiman	0,141865	1
Akses Jalan	0,118795	2

Daerah pemukiman pada wilayah Kabupaten Malang dan Blitar mendapat bobot tertinggi yaitu 0,141865. Hal tersebut disebabkan karena daerah pemukiman lebih berpengaruh terhadap lokasi potensi. Menurut ahli geologi jika terdapat banyak pemukiman maka akan menghambat eksploitasi pertambangan, sedangkan menurut ahli geofisika jika tanah tidak stabil karena pergeseran sesar maka tidak memungkinkan dibangun area pemukiman.

Kriteria selanjutnya yang dipilih adalah Akses Jalan (0,118795) yang pembangunannya menuju lokasi dapat dilakukan dan Tegalan (0,085406) yang sedikit berpengaruh terhadap lokasi potensi.

3. Alternatives

Graphic	Alternatives	Total	Normal	Ideal	Ranking
	1 Ringinrejo	0.0384	0.1786	0.4190	3
	2 Mojorejo	0.0482	0.2244	0.5265	2
	3 Sempol	0.0367	0.1709	0.4010	4
	4 Birowo	0.0916	0.4262	1.0000	1

Gambar 6. Peringkat Alternatives

Persepsi ahli yang berbeda terhadap kelayakan tambang dari lingkungan potensi dapat disatukan

dengan metode ANP menjadi suatu keputusan. Hasil keputusan yang didapat dari formasi supermatrik tersebut merupakan alternatif terbaik yang memiliki nilai bobot paling besar adalah Birowo yaitu 0,0916. Menurut para ahli bahwa Birowo mempunyai daya dukung lingkungan yang sangat menguntungkan, antara lain merupakan daerah pergeseran sesar dan zona gerakan tanah yang mengakibatkan adanya batuan baru, daerah pemukiman yang sedikit dan tersedianya akses jalan.

Gambar 7. Lokasi Bentonit Birowo

Lapisan permukaan daerah Mojorejo (0,0482) dan Ringinrejo (0,0384) kemungkinan dapat pengaruh dari Birowo, sedangkan daerah Sempol memiliki nilai bobot paling rendah (0,0367) karena merupakan daerah yang stabil sehingga memungkinkan banyak pemukiman dan jalan. Jika daerah tersebut stabil maka kurang adanya potensi batuan baru.

4. Kesimpulan

1. Penentuan kelayakan tambang dapat dilakukan oleh ANP untuk menentukan prioritas kelayakan tambang.
2. Meskipun beberapa responden ahli mempunyai persepsi berbeda terhadap kriteria, metode ANP dapat menganalisa kepentingan setiap elemen yang saling berpengaruh atau ketergantungan.
3. Kriteria yang paling berpengaruh pada wilayah Malang dan Blitar adalah Resiko Bencana dengan nilai bobot 0,135850 dan Daerah Pemukiman dengan nilai bobot 0,141865.
4. Lokasi potensi yang paling layak tambang dari metode ANP adalah Desa Birowo, Kecamatan Binangun, Kabupaten Blitar.

REFERENSI

- [1] Badan Standarisasi Nasional (BSN), 1998, "Klasifikasi Sumberdaya Mineral dan Cadangan", Amandemen 1-SNI 13-4726-1988, ICS 73.020, Standar Nasional Indonesia.
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, 2009, Kabupaten Malang Dalam Angka, Malang.
- [3] Badan Pusat Statistik Kabupaten Blitar, 2009, Kabupaten Blitar Dalam Angka, Blitar.
- [4] Djadja., Darsoatmodjo, Agoes., 2007, "Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Lembar Blitar, Jawa", Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- [5] Navarro, T. G., Melón, M. G., Martín, D. D., Dutra, S. A., 2009, "Evaluation of urban development proposals An ANP approach", International Journal of Human and Social Science, 4:7, 537-547.
- [6] Rustam., 2008, "Keterdapatn Bahan Galian Konstruksi dan Industri serta Kelayakan Penambangannya Berdasarkan Aspek Geologi Lingkungan Daerah Kabupaten Agam Sumatera Barat", Buletin Geologi Tata Lingkungan (*Bulletin of Environmetal Geology*), vol 18 no. 2, 12-20.
- [7] Saaty, Thomas L., Vargas, Luis G., 2006, "Decision Making With The Analytic Network Process", Springer, New York.
- [8] Sjarifudin, M. Z., Hamidi, S., 1992, "Geologi Lembar Blitar, Jawa", Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.
- [9] Utomo, Wahyu E. P., 2009, "Pemodelan Generik Balanced Scorecard dan Hoshin Kanri yang memiliki Kemampuan untuk Menyelaraskan Dinamika Manajemen Strategi pada Industri Alat Berat", Fakultas Teknik, Program Pascasarjana Teknik Industri, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [10] Vanany, Iwan., 2003, "Aplikasi Analytical Network Process (ANP) pada Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja (Studi Kasus pada PT X)".

Erlin Windia Ambarsari, memperoleh gelar S.T dari Universitas Gunadarma, Indonesia pada tahun 2005. Kemudian tahun 2011 menyelesaikan studi S2 Ilmu Komputer dari STMIK Nusa Mandiri, Indonesia. Saat ini sebagai Staf Pengajar program studi Teknik Informatika Universitas Indraprasta PGRI.

Khamami Herusantso, memperoleh gelar S3 dari Universitas Chiba, Jepang pada tahun 2002 untuk Desain Sistem Informasi. Saat ini bekerja di Pusdiklat Keuangan Umum, Kementerian Keuangan sebagai widyaiswara dengan spesialisasi Teknologi Informasi.