

APLIKASI SIG DALAM PENELITIAN GEOLOGI

Emi Sukiyah

Lab. Geomorfologi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Explorative and descriptive are typical research of geology. Quantitative analysis is limited whereas cost research is expensive. Actually, there are some aspects of geology require quantitative analysis, mainly in vertical and lateral distribution. They need tool for do it.

Several quantitative themes of geological research are slope analysis, erosion-sedimentation calculation, calculation of minerals proportion, calculation of chemical elements proportion, calculation of drainage density, calculation of fracture, etc. They need powerful tool for support data analysis with high accuracy.

Many soft ware of data processor are available. They include graphical and non-graphical data. We can use that soft ware as tool for data analysis. Nevertheless, a part of them have limited in integrated data analysis. Commonly, Geographic Information System (GIS) soft ware can become choice. The available specification comprehension of soft ware can upgrade quality of data analysis.

Keywords: Explorative-descriptive, quantitative analysis, graphical and non-graphical data, GIS..

ABSTRAK

Penelitian geologi pada umumnya bersifat eksploratif-deskriptif. Biaya observasi di alam dan analisis sampel batuan di laboratorium yang cukup mahal menjadi alasan rendahnya aplikasi analisis data secara kuantitatif. Sebenarnya banyak aspek di bidang geologi yang memerlukan analisis secara kuantitatif, terutama menyangkut sebaran data secara lateral dan vertikal.

Beberapa contoh kasus geologi yang bersifat kuantitatif dan memerlukan pengelolaan data secara terpadu diantaranya adalah analisis lereng, perhitungan erosi-sedimentasi, perhitungan proporsi jenis mineral, perhitungan proporsi unsur kimia tertentu, perhitungan kerapatan pengaliran, perhitungan kerapatan kekar, dll. Beragam perhitungan data tersebut memerlukan alat bantu yang mampu melakukan pengelolaan data secara akurat.

Banyak perangkat lunak pengolah data, baik bersifat grafis maupun non-grafis, yang dapat menjadi alat bantu analisis data. Namun demikian, tidak semuanya mampu mengelola data secara terpadu. Pada umumnya perangkat lunak berbasis Sistem Informasi Geografik (SIG) dapat dimanfaatkan secara optimal dengan memahami spesifikasi kemampuannya.

Kata kunci: Eksploratif-deskriptif, analisis kuantitatif, data grafis dan non-grafis, SIG.

PENDAHULUAN

Penelitian geologi pada umumnya bersifat eksploratif-deskriptif. Data diperoleh melalui kegiatan eksplorasi di alam yang dilengkapi dengan hasil analisis sampel batuan di laboratorium. Data tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan konsep-konsep yang sudah berlaku di bidang ilmu tersebut. Oleh karena itu, hasil penelitian kadang-kadang bersifat deskriptif. Subyektivitas sulit dihindari karena parameter tidak jelas ukurannya.

Mahalnya biaya eksplorasi di alam dan biaya perolehan data di laboratorium mengakibatkan terbatasnya analisis data yang dapat dilakukan. Kondisi ini mengakibatkan hasil penelitian kurang akurat. Bahkan akibat ketidakakuratan analisis data mengakibatkan

kesalahan dalam kegiatan eksploitasi, yang dapat membahayakan masyarakat di sekitar daerah eksplorasi. Misalnya kasus "lumpur Lapindo". Apapun alasannya, analisis data perlu dilakukan secara terukur. Agar dapat diperoleh kisaran kesalahan danantisipasi bila terjadi kesalahan prediksi.

Beberapa kasus yang memerlukan analisis kuantitatif dalam penelitian di bidang geologi, diantaranya adalah analisis lereng, perhitungan erosi-sedimentasi, perhitungan proporsi jenis mineral, perhitungan proporsi unsur kimia tertentu, perhitungan kerapatan pengaliran, perhitungan kerapatan kekar, perhitungan cadangan MIGAS, dll. Pada umumnya perhitungan tersebut mencakup penyebarannya, baik secara lateral maupun vertikal. Oleh

karena itu, alat bantu analisis berbasis Sistem Informasi Geografik (SIG) mutlak diperlukan untuk dapat melakukannya. Beberapa perangkat lunak sudah banyak tersedia. Mengingat beragamnya pilihan, kadang-kadang pengguna (*user*) kurang memahami kehandalan perangkat lunak tersebut sehingga pemanfaatannya kurang optimal. Selama ini pemanfaatan perangkat lunak SIG di bidang geologi masih berkisar untuk pembuatan peta dan ilustrasi.

Makalah ini mengungkap beberapa metode perhitungan data menggunakan perangkat lunak SIG MapInfo. Beberapa contoh kasus perhitungan berdasarkan hasil penelitian yang menjadi konsentrasi penulis dibahas secara garis besar. Perhitungan kemiringan lereng, kerapatan pengaliran, dan erosi merupakan beberapa contoh yang dikemukakan dalam makalah ini. Penulis berharap makalah ini dapat menjadi inspirasi untuk pengembangan penelitian bersifat kuantitatif di bidang geologi.

METODE PENELITIAN

Pada dasarnya penggunaan perangkat lunak SIG untuk analisis data didasarkan pada kemampuannya untuk mengelola data secara terpadu. Data grafis bergeoreferensi yang merupakan simbol objek di permukaan bumi dapat diikatkan dengan data atribut, baik bertipe karakter atau numerik. Konsep tumpang tindih layer data semakin memudahkan pengguna untuk melakukan analisis data. Kelebihan inilah yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan analisis spasial secara numerik.

Perhitungan kemiringan lereng dapat dilakukan secara konvensional melalui media peta topografi (*hardcopy*) dan melalui peta dalam format digital. Keuntungan perhitungan kemiringan lereng dalam format digital adalah relatif lebih cepat, akurat, dan efisien dibandingkan dalam media *hardcopy*. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah metode grid sederhana

(Sukiyah, et al., 2007). Adapun langkah perhitungan kemiringan lereng menggunakan perangkat lunak SIG adalah:

1. Pembuatan layer data kontur dalam format digital;
2. Pembuatan layer data grid dengan ukuran tertentu sesuai ketelitian yang dikehendaki;
3. Tumpang-tindihkan layer data kontur dan grid;
4. Gunakan menu *Object > Set Target* untuk menetapkan sasaran layer kontur;
5. Pilih seluruh grid yang menutupi layer sungai;
6. Gunakan menu *Object > Split* untuk memotong-motong kontur sesuai posisi grid;
7. Buat struktur data pada layer grid sesuai banyaknya variabel dan langkah perhitungan kemiringan lereng (Gambar 1), yaitu :

Name	Type	Width
n	decimal	10,2
n_1	decimal	10,2
Ci	decimal	10,2
a	decimal	10,2
a2	decimal	10,2
a2kali2	decimal	10,2
akar2a2	decimal	10,2
slope	decimal	10,2
slopex100	decimal	10,2
klas	character	20

8. Isi data banyaknya kontur (n) dalam setiap grid melalui pemilihan seluruh kontur yang ada dalam setiap grid;
9. Isi data variabel lainnya melalui menu *Table > Update column*;
10. Perhitungan kemiringan lereng dapat dilakukan secara bertahap melalui memasukkan beberapa rumus matematika;
11. Tampilan data dapat disederhanakan melalui pemberian warna sesuai rentang kemiringan lereng yang dikehendaki.

Perhitungan kerapatan pengaliran juga dapat dilakukan menggunakan

metode grid sederhana melalui langkah-langkah sbb.:

1. Pembuatan layer data sungai dalam format digital;
2. Pembuatan layer data grid dengan ukuran tertentu sesuai ketelitian yang dikehendaki;
3. Tumpang-tindihkan layer data sungai dan grid;
4. Pilih seluruh segmen sungai dan gabungkan menjadi satu *polyline*;
5. Gunakan menu *Object > Set Target* untuk menetapkan sasaran layer sungai;
6. Pilih seluruh grid yang menutupi layer sungai;
7. Gunakan menu *Object > Split* untuk memotong-motong segmen sungai sesuai posisi grid;
8. Buat struktur data pada layer grid sesuai panduan menjadi:

<i>Name</i>	<i>Type</i>	<i>Width</i>
Sungai_m	decimal	6,2
Area_m2	decimal	6,2
Dd	decimal	6,2

9. Isi data setiap grid yang meliputi panjang sungai, luas grid, dan Dd. Panjang sungai dapat diperoleh melalui pemilihan segmen sungai dalam setiap grid. Luas grid dapat dimasukkan sekaligus melalui menu *Table > Update column*. Isi tampilan dengan *layer data, field*, dan nilai yang dikehendaki. Seluruh grid akan memuat luasnya. Nilai kerapatan pengaliran (Dd) dapat diperoleh dengan cara membagi nilai di kolom Sungai_m dengan kolom Area_m2. Sama halnya dengan kemiringan lereng, tampilan kerapatan pengaliran dapat pula disederhanakan.

Erosi merupakan fenomena alam yang bersifat numerik dan spasial. Parameter yang terlibat dalam perhitungan erosi, misalnya USLE oleh Wischmeier dan Smith (1978; dalam El-Swaify et al., 1982), melibatkan multi parameter. Berikut ini adalah langkah perhitungan erosi menggunakan perangkat lunak SIG:

1. Buat seluruh layer data yang menjadi parameter perhitungan erosi (R, K, LS, CP);
2. Lengkapi struktur data pada setiap layer;
3. Buat layer grid dan struktur data sesuai banyaknya parameter dan jenis datanya serta tambahkan satu kolom erosi;
4. *Update* nilai setiap parameter sesuai posisi geografisnya dengan cara menumpang-tindihkan dengan layer data yang dimaksud;
5. Update kolom erosi dengan cara memasukkan rumus matematika;
6. Tampilan hasil perhitungan juga dapat disesuaikan berdasarkan klasifikasi erosi yang berlaku.

Pengisian data secara otomatis pada kolom jumlah kontur dan panjang sungai pada setiap grid, juga dapat dilakukan dengan sentuhan program sederhana (misalnya Map Basic). Langkah ini dapat mempersingkat waktu dan menghindari kejenuhan pengguna selama *update* data.

PEMBAHASAN

Kemiringan lereng

Berdasarkan hasil analisis spasial metode grid sederhana dan statistik terhadap 1.184 grid yang masing-masing berukuran 250.000 m² diketahui bahwa kemiringan lereng di kawasan Cekungan Bandung bagian selatan berkisar pada 0% sampai dengan 65%, relatif tergolong datar hingga curam. Kemiringan lereng rata-rata sekitar 15,66% atau relatif "sedang" dengan standar deviasi mencapai 12,31%.

Kondisi tersebut mencerminkan bahwa variasi kemiringan lereng cukup beragam. Kemiringan lereng tertinggi terdapat di kawasan lereng G. Rumbia, di bagian timur S.Citarum. Kemiringan lereng terendah atau datar diantaranya menempati wilayah Pakutandang, Cidawolong, Ciparay, Majalaya, Koyod, dan Rancakaso.

Kerapatan Pengaliran

Hasil analisis kerapatan pengaliran di kawasan Cekungan Bandung bagian selatan menggunakan metode grid sederhana ditampilkan dalam bentuk tabel seperti tertera pada Tabel 1. Biasanya analisis kerapatan pengaliran bersama kemiringan lereng digunakan untuk mendukung pembagian satuan geomorfologi. Berdasarkan kombinasi dua parameter tersebut, kawasan ini dapat dibagi dalam 12 satuan geomorfologi (Gambar 3).

Zonasi Erosi

Beberapa parameter yang digunakan untuk penerapan metode ini dalam penentuan zonasi erosi adalah tipe batuan, struktur geologi, kemiringan lereng, tingkat pelapukan, penggunaan lahan, dan intensitas curah hujan. Pemilihan parameter tersebut didasarkan pula pada faktor-faktor yang terdapat dalam formula perhitungan erosi secara universal (USLE = *Universal Soil Loss Equation*) yang dikemukakan oleh Wischmeier dan Smith (1978; dalam El-Swaify et al., 1982). Hasil analisis menunjukkan bahwa Cekungan Bandung dapat dikelompokkan dalam 5 zona, yaitu erosi sangat kuat, erosi kuat, erosi menengah, erosi rendah, dan erosi sangat rendah (Gambar 4). Daerah dengan erosi sangat kuat terdapat di Cikapundung bagian hulu, Ciramose, Cicansuang, Citarik, Cikeruh, dll. Wilayah yang mengalami erosi kuat diidentifikasi di Cimanggung, Cijagra, Barugbug, dll. Tingkat erosi menengah ditemukan di Cijoho, Cirasea, Wangisagara, Ujungberung, dll. Tingkat erosi rendah terdapat di Cikitu, G.Wayang, Rancakole, dll. Sedangkan tingkat erosi sangat rendah diidentifikasi di Cimulu bagian hulu, Citarik bagian hulu, dll.

Erosi tertinggi menempati wilayah DAS Cimonce yang merupakan bagian dari DAS Ciwidey yaitu mencapai 2.436,29 ton/ha/th. Di sisi lain, erosi terendah menempati wilayah DAS Ci-

renjeng yaitu sekitar 0,97 ton/ha/th. Tingkat erosi yang tinggi di DAS Cimonce dapat dipahami karena indeks variabel-variabel erosi pada umumnya tinggi, diantaranya tekstur tanah kasar, kemiringan lereng curam, dan penggunaan lahan yang buruk.

Erosi total pada suatu DAS tergantung kepada laju erosi per tahun dan dimensi daerah tangkapan air. Berdasarkan perhitungan data secara spasial menggunakan perangkat lunak SIG diketahui bahwa erosi total tertinggi menempati wilayah DAS Cikapundung yaitu sekitar 7.425.462,6 ton/th. Fenomena tersebut dapat terjadi mengingat indeks erodibilitas tergolong tinggi, didukung pula oleh kemiringan lereng yang relatif curam dan wilayah tangkapan yang luas sekitar 12.060 ha. Tekstur tanah di DAS Cikapundung pada umumnya tergolong kasar. Kondisi tersebut disebabkan oleh hasil pelapukan dari batuan vulkanik (lava) yang terdeformasi kuat oleh kontrol sesar Lembang.

Erosi total terendah terdapat di DAS Cilenyi yaitu sekitar 302,08 ton/th dengan laju erosi rata-rata 99,84 ton/ha/th. Fenomena tersebut dapat terjadi karena wilayah tersebut pada umumnya datar hingga landai dengan tekstur tanah penyusun yang halus.

KESIMPULAN

Perangkat lunak berbasis SIG dapat dimanfaatkan untuk membantu analisis data secara kuantitatif dalam penelitian di bidang geologi. Konsep tumpang tindih *layer* data dan kemampuannya mengelola data spasial beratribut menjadi landasan kemudahan analisis data.

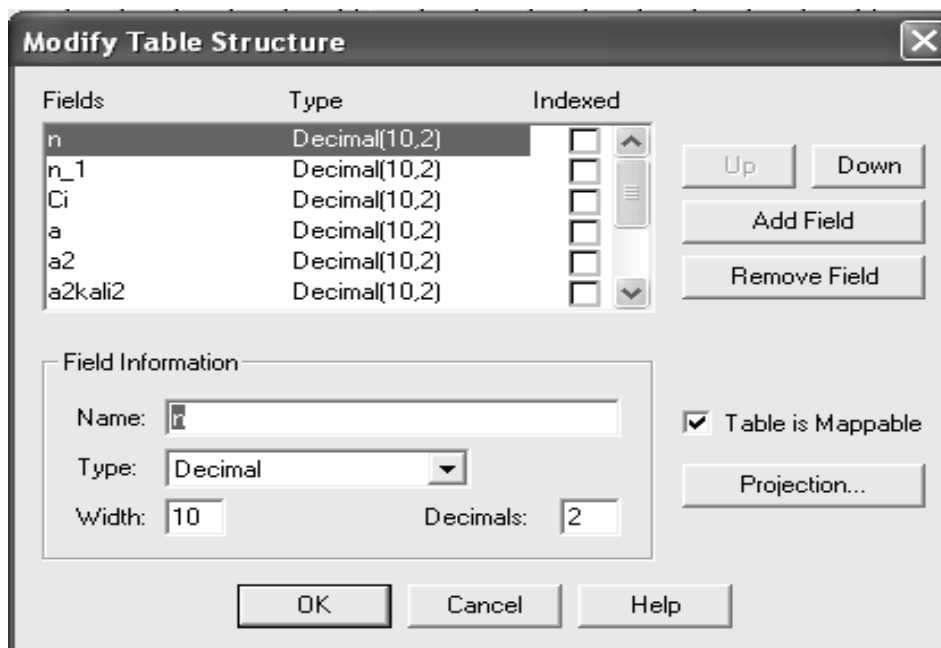
Sentuhan pemrograman sederhana dapat mengoptimalkan analisis data spasial. Efisiensi waktu dan akurasi hasil perhitungan menjadi nilai tambah dalam suatu kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

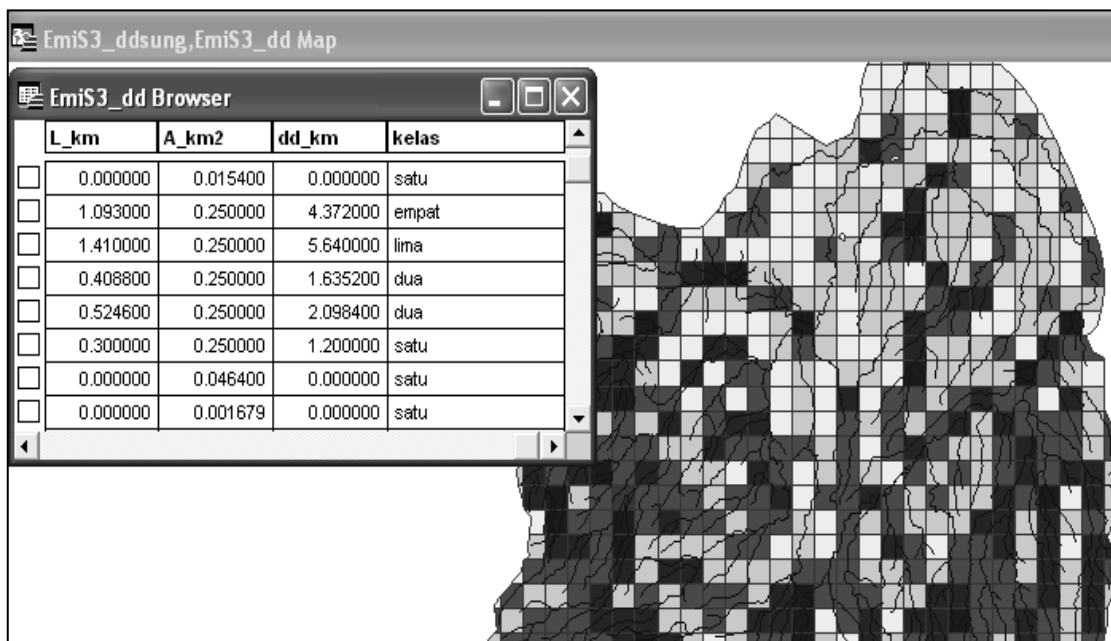
- El-Swaify, S. A., Dangler, E. W. & Armstrong, C. L. 1982. *Soil Erosion by Water in the Tropics*. Department of Agronomy and Soil Science, University of Hawaii, Honolulu.
- Sukiyah, Emi, Haryanto, Agus Didit and Zakaria, Zufaldi. 2004. Aplikasi Sistem Informasi Geografi dalam Analisis Kawasan Banjir di Kabupaten Bandung bagian Selatan. *Bulletin Scientific Contribution Vol. 1 No. 2*: 26-37.
- Sukiyah, Emi, Sudradjat, Adjat, Hirnawan, R.F., Muslim, Dicky, Rosana, M.F. 2007. *The Simple Grid Method in GIS Application for Delineation of Erosion and Flood Zones: Case study at Bandung Basin*. SKIM-X, 29th – 31st May 2007, Malaysia.
- Sukiyah, Emi. 2007. Aplikasi SIG untuk Deliniasi Zona Erosi dan Banjir: Studi Kasus di Cekungan Bandung¹⁾. Seminar dan Lokakarya FMIPA, Unpad.
- Sukiyah, Emi. 2009. Model Erosi Bentangalam Vulkanik Kuarter di Cekungan Bandung. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran.

Tabel 1. Klasifikasi tekstur bentangalam berdasarkan kerapatan pengaliran (Dd)pada bentangalam vulkanik Kuarter (Sukiyah, 2009)

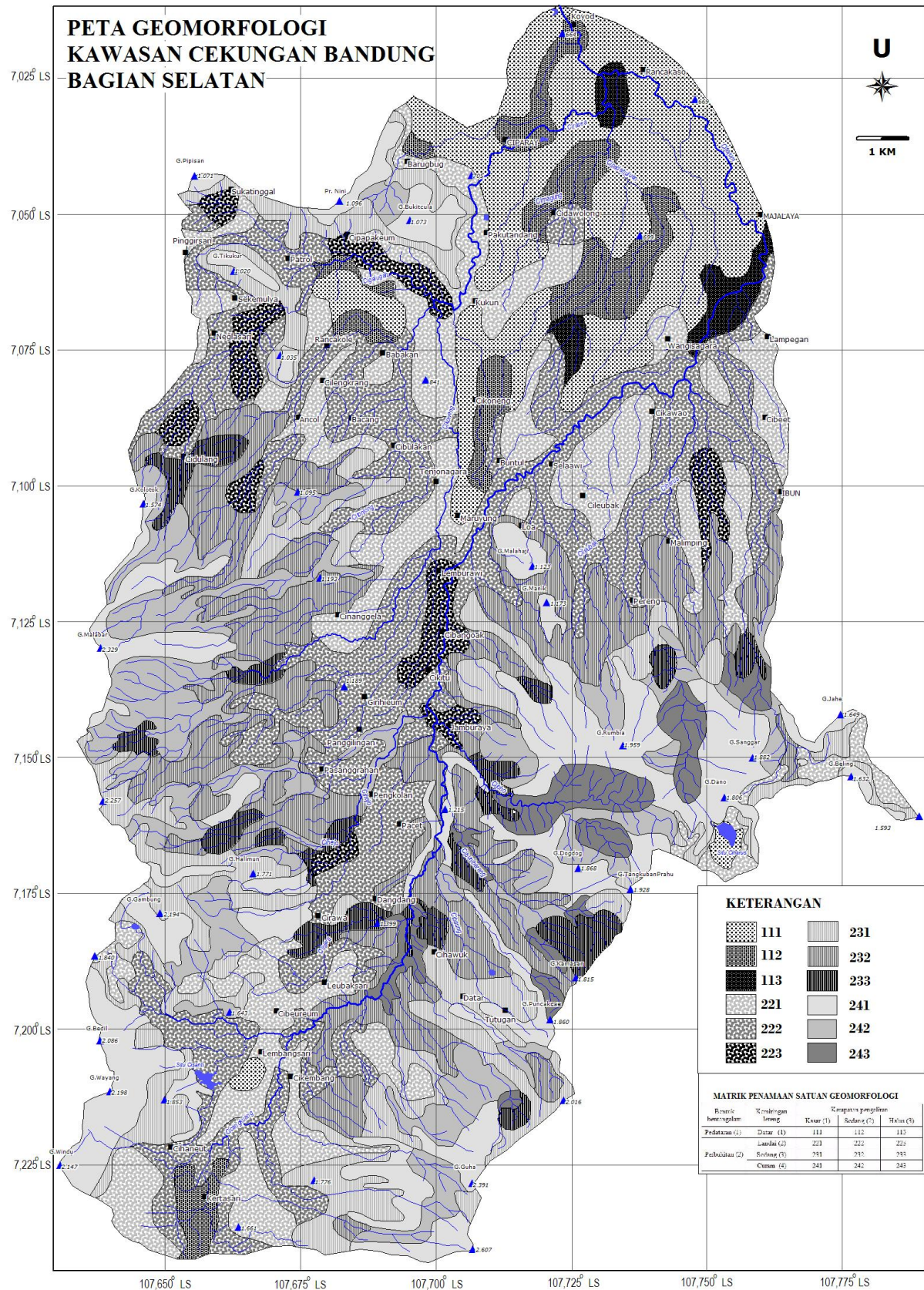
No	Tekstur	Dd (km/km ²)		
1	sangat kasar	0,000	s/d	1,379
2	kasar	1,380	s/d	2,759
3	sedang	2,760	s/d	4,139
4	agak halus	4,140	s/d	5,519
5	halus	5,520	s/d	6,899
6	sangat halus	6,900	s/d	8,279



Gambar 1. Modifikasi struktur data untuk perhitungan kemiringan lereng



Gambar 2. Perhitungan kerapatan pengaliran (Dd)



Gambar 3. Satuan Geomorfologi Cekungan Bandung bag. selatan (Sukiyah, 2009)