



DETEKSI KEKRITISAN LAHAN DENGAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI (Studi Kasus Lahan Kritis Sub DAS Alang, Wonogiri)

Beny Harjadi

PENYEBARAN AIR TANAH BEBASTERCEMAR AIR LINDI DI SEKITAR TPA PIYUNGAN KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

J. Sartohadi, M. Widyastuti, dan I. Sri Lestari

IDENTIFIKASI KERUSAKAN LAHAN DAN CARA PENANGANANNYA DI ZONA PERBUKITAN BATURAGUNG KABUPATEN GUNUNGKIDUL

Langgeng Wahyu Santosa

IDENTIFIKASI LINGKUNGAN PERMUKIMAN KUMUH DI KOTA PEKANBARU, RIAU

M. Amin Sunarhadi, Dahroni, dan Priyono

ANALISIS KERENTANAN KERUSAKAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN KEPULAUAN KARIMUN JAWA DENGAN BANTUAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Jumadi dan Kuswaji Dwi Priyono

SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PENDUDUK DI KECAMATAN MUSUK DALAM MENGHADAPI MUSIM KEMARAU

Yuli Priyana dan Dina Safriningsih

EFEKTIVITAS HUTAN TANAMAN MAHONI (*Swietenia Macrophylla*) DALAM MENGENDALIKAN EROSI DAN LIMPASAN

Paimin



Pimpinan Redaksi	:	Drs. Priyono, M.Si
Dewan Redaksi	:	Amin Sunarhadi, S.Si., MP., cd.DR Ir. Imam Hardjono, M.Si., cd.DR Drs. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si. Dra. Hj. Umrotun, M.Si. Drs. Yuli Priyana, M.Si
Redaksi Ahli	:	Prof. Drs. H.R. Bintarto DR. Pramono Hadi, M.Sc. Prof. DR. H. Sudarmadji, M.Eng.Sc. DR. Suratman Worosuprojo, M.Sc. Prof. DR. H. Sutikno
Periode Terbit	:	Juli dan Desember
Terbit Pertama	:	Juli 1987
Cetak Sekali Terbit	:	400 exp.

Forum Geografi diterbitkan sebagai media informasi dan forum pembahasan hasil penelitian bidang Geografi. Forum Geografi menerima naskah dalam bentuk hasil penelitian dan catatan penelitian dalam bahasa Indonesia maupun Inggris. Naskah diketik dalam MS-Word, Font 12, (berekstensi Rich Text Format/RTF); spasi ganda; kertas kuarto; jumlah 15 halaman, termasuk daftar pustaka dan lampiran, peta harus sudah dalam bentuk SIG dan dilampirkan disketnya.

Naskah disusun dengan urutan: 1) Judul artikel dalam Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia; 2) Nama Penulis (lengkap dengan alamat rumah dan instansi); 3) Abstrak ditulis dalam Bahasa Inggris dan kata kunci; 4) Pendahuluan, mencakup perumusan masalah, mengapa hal tersebut perlu diteliti, tinjauan pustaka, tujuan, dan manfaat penelitian; 5) Metode penelitian; 6) Hasil dan Pembahasan; 7) Kesimpulan/saran dan rekomendasi/tindak lanjut; 8) Ucapan terima kasih kepada sumber dana dan yang dianggap berperan; 9) Daftar Pustaka; 10) Lampiran-lampiran.

Alamat Redaksi:

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta 57162, Telp (0271) 717417
Psw 151-153, Fax: (0271) 715448, E-mail: FORUMGEOGRAFI@yahoo.com

FORUM GEOGRAFI

Vol. 19, No. 1, Juli 2005

DAFTAR ISI

- DETEKSI KEKRITISAN LAHAN DENGAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (Studi Kasus Lahan Kritis Sub DAS Alang, Wonogiri) 1 - 15
Beny Harjadi
- PENYEBARAN AIRTANAH BEBAS TERCEMAR AIR LINDI DI SEKITAR TPA PIYUNGAN KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA 16 - 29
J. Sartohadi, M. Widyastuti, I. Sri Lestari.
- IDENTIFIKASI KERUSAKAN LAHAN DAN CARA PENANGANANNYA DI ZONA PERBUKITAN BATURAGUNG KABUPATEN GUNUNGKIDUL 30 - 54
Langgeng Wahyu Santosa
- IDENTIFIKASI LINGKUNGAN PERMUKIMAN KUMUH DI KOTA PEKANBARU RIAU 55 - 66
M. Amin Sunarbadi, Dabroni, dan Priyono
- ANALISIS KERENTANAN KERUSAKAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN KEPULAUAN KARIMUNJAWA DENGAN BANTUAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) 67 - 80
Jumadi dan Kuswaji Dwi Priyono
- SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PENDUDUK DI KECAMATAN MUSUK DALAM MENGHADAPI MUSIM KEMARAU 81 - 87
Yuli Priyana dan Dina Safriningsih
- EFEKTIVITAS HUTAN TANAMAN MAHONI (*Swietenia macrophylla*) DALAM MENGENDALIKAN EROSI DAN LIMPASAN 88 - 102
Paimin

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta 57162, Telp (0271) 717417
Psw 151-153, Fax: (0271) 715448, E-mail: FORUMGEOGRAFI@yahoo.com

**DETEKSI KEKRITISAN LAHAN DENGAN PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
(Studi Kasus Lahan Kritis Sub DAS Alang, Wonogiri)**

*Critical Land Detection Using Remote Sensing Device and Geographic Information
(Case Study of Critical Land Basic of Catchments Area, Alang, Wonogiri)*

Oleh:

Beny Harjadi

Departemen Kehutanan, Badan Litbang Kehutanan,
Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS
Wilayah Indonesia Bagian Barat di Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasura PO Box 295
Telp. (0271) 716959 Fax. (0271) 716709

ABSTRACT

Work criteria and indicator of Catchments Area need to be determined because the success and the failure of cultivating Catchments Area can be monitored and evaluated through the determined criteria. Criteria Indicators in utilizing land, one of them is determined based on the erosion index and the ability of utilizing land, for analyzing the land critical level. However, the determination of identification and classification of land critical level has not been determined; as a result the measurement of how wide the real critical land is always changed all the year. In this study, it will be tried a formula to determine the land critical level with various criteria such as:

Class KPL (Ability of Utilizing Land) and the difference of the erosion tolerance value with the great of the erosion compared with land critical level analysis using remote sensing devices.

The aim of studying land critical level detection using remote sensing tool and Geographic Information System (SIG) are:

- 1. The backwards and the advantages of critical land analysis method*
- 2. Remote Sensing Method for critical land classification*
- 3. Critical land surveyed method in the field (SIG)*

Collecting and analyzing data can be found from the field survey and interpretation of satellite image visually and using computer. The collected data are analyzed as:

- a. Comparing the efficiency level and affectivity of collecting biophysical data through field survey, sky photo interpretation, and satellite image analysis.*
- b. Comparing the efficiency level and affectivity of land critical level data that are found from the result of KPL with the result of the measurement of the erosion difference and erosion tolerance.*

Keywords: Critical Land, Criteria of Critical Land, Remote Sensing, SIG

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kriteria dan indikator kinerja DAS perlu ditentukan karena keberhasilan maupun kegagalan hasil kegiatan penge-

loaan DAS dapat dimonitor dan dievaluasi melalui kriteria yang telah ditetapkan. Untuk analisis tingkat kekritisan lahan, Indikator kriteria penggunaan lahan salah satunya ditetapkan berdasarkan indeks erosi dan kemampuan penggunaan lahan,

adapun identifikasi dan klasifikasi tingkat kekritisan lahan dalam penetapannya sering tidak konsisten, akibatnya perhitungan luasan lahan kritis selalu berubah.

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengendalikan hubungan timbal balik diantara sumber daya alam yang dapat diperbaharui berupa hutan, tanah dan air dengan manusia dan segala aktivitasnya, yang dimaksudkan untuk membina kelestarian dan ekosistem serta meningkatkan manfaat sumber daya alam bagi kehidupan manusia (Penning, Agus, and Kerr, 1998). Sebagai bagian dari pembangunan wilayah pengelolaan DAS sampai saat ini masih menghadapi berbagai masalah yang kompleks dan saling terkait (Departemen Kehutanan, 2000). Permasalahan tersebut meliputi masalah teknis (erosi, banjir, kekeringan) maupun non teknis (keterpaduan antar sektor, antar instansi maupun kesadaran masyarakat). Sehingga dengan demikian untuk mencapai tujuan pengelolaan DAS salah satunya dengan mengoptimalkan sumber daya tanah dengan cara konservasi tanah. Konservasi atau pengawetan tanah merupakan upaya manusia untuk mempertahankan, meningkatkan, merehabilitasi, dan mengembalikan daya guna lahan sesuai dengan peruntukannya dengan cara mengendalikan erosi (Abdullah, 1996).

Tujuan deteksi kekritisan lahan dengan menggunakan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis, adalah :

1. kelemahan dan keunggulan metode analisis lahan kritis
2. metode klasifikasi lahan kritis dengan PJ
3. metode survai lahan kritis di lapangan (SIG)

Risalah Obyek Penelitian

Sub DAS Alang yang terletak sebelah barat dari Daerah Tangkapan Waduk (DTW) Wonogiri, Jawa Tengah. Proyeksi peta UTM Sub DAS Alang terletak diantara titik 632500 mU – 650225 mU sampai dengan titik 387700 mT – 400175 mT, dengan luas total 19.162,83 ha. Secara geografis terletak sebelah selatan genangan waduk dan secara administrasi sebagian besar termasuk wilayah kabupaten Wonogiri dengan formasi batuan berkapur, solum tanah sebagian besar dangkal, dan termasuk lahan kritis.

METODE PENELITIAN

Ruang Lingkup Kegiatan

Kegiatan penelitian ini meliputi kegiatan analisis citra satelit baik secara manual dari cetak kertas (*hard copy*) maupun dengan cara langsung komputerisasi (*soft copy*). Dalam hal ini penginderaan jauh sebagai alat bantu dalam mendeteksi kenampakan kondisi lahan dan selanjutnya untuk lebih memastikan keadaan sebenarnya di lapangan maka didukung dengan kegiatan survey lapangan. Mengingat pentingnya penetapan kriteria dan indikator lahan kritis secara mudah, cepat dan akurat maka diperlukan penginderaan jauh (PJ) sebagai alat bantu dalam proses analisis lahan kritis. Sehingga dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan metode deteksi kekritisan lahan dengan PJ dan SIG dalam satuan pengelolaan DAS.

Lahan kritis ditinjau dari kesuburan tanah, merupakan lahan pertanian dengan suatu kondisi sistem siklus hara, dimana terjadi penurunan kesuburan dalam arti jumlah dan jenis unsur hara yang terkandung didalamnya yang diperlukan tanaman

(Hardjowigeno, 1987). Sedangkan dari sudut erosi, maka lahan kritis diartikan sebagai lahan pertanian dengan suatu kondisi dimana laju hilangnya tanah akibat air hujan besarnya melebihi laju pembentukan tanahnya itu sendiri.

Lahan kritis adalah lahan yang keadaan fisiknya sedemikian rupa sehingga lahan tersebut tidak dapat berfungsi secara baik sesuai dengan peruntukkannya sebagai media produksi maupun sebagai media tata air (Departemen Kehutanan, 2000). Sedangkan menurut Dulbahri (1986) lahan kritis didefinisikan sebagai lahan yang kekurangan air pada musim kering dan sebaliknya terjadi erosi dan kelebihan air pada musim penghujan. Disamping itu lahan kritis merupakan lahan yang tidak sesuai antara penggunaan dengan kemampuannya, sehingga terjadi : (a) kerusakan fisik, kimia dan biologi, (b) bahaya terhadap fungsi hidrologi, orologi, produksi pertanian, pemukiman dan kondisi sosial ekonomi. Puspics (1998) mendefinisikan lahan kritis sebagai lahan yang telah mengalami kerusakan sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sampai pada batas yang ditentukan atau diharapkan.

Batasan-batasan lahan kritis di atas didapatkan ciri-ciri lahan kritis sebagai berikut :

1. kritis **fisik**, yang meliputi unsur :
 - a. kedalaman solum tanah dan efektif perakaran tanaman sudah tipis (< 10 cm)
 - b. lapisan padas sudah tampak dipermukaan (batuan singkapan)
 - c. lahan berbatuan permukaan, berjurang, dan berparit akibat erosi berat.
 - d. erosi tanah melebihi erosi yang diperbolehkan.

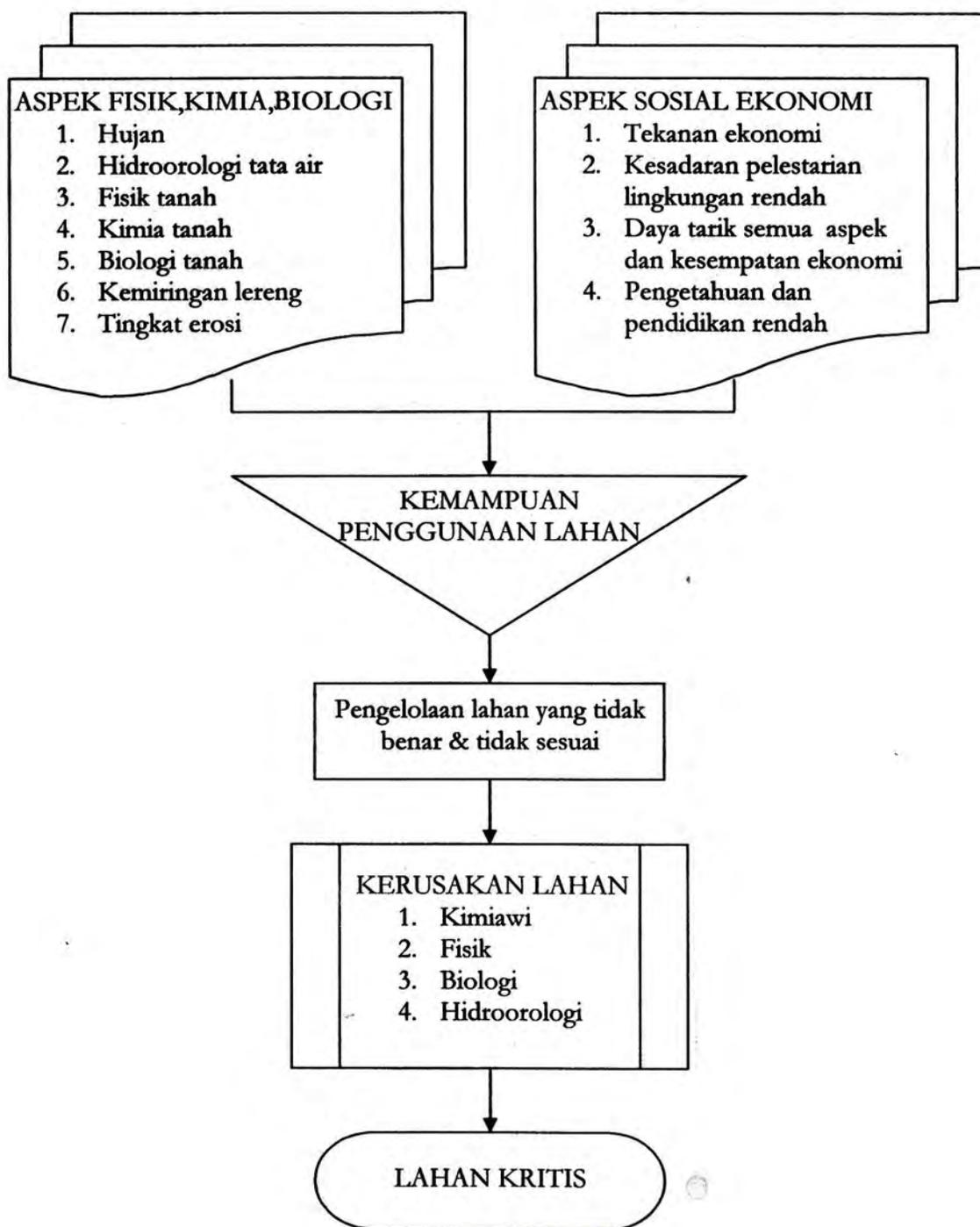
2. kritis **kimia**, yang meliputi unsur :
 - a. produktivitas tanah menurun sangat drastis
 - b. terjadi keracunan pada tanaman karena akumulasi garam-garaman
 - c. terjadi gejala defisiensi unsur hara
3. kritis **sosial ekonomi**, yang meliputi unsur :
 - a. tanah ditumbuhi alang-alang, semak belukar atau bentuk-bentuk lainnya sebagai akibat sistem perladangan berpindah.
 - b. Tanah tidak produktif lagi (tanah-tanah bekas galian tambang atau perkebunan) yang mengakibatkan penurunan pendapatan masyarakat.
4. kritis **hidroorologis**, yang meliputi unsur :
 - a. tanah gundul yang tidak ada vegetasinya atau hanya sedikit sekali, yang mengakibatkan banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau.
 - b. jarang jenis vegetasi yang dapat tumbuh, karena kekeringan panjang di musim kemarau.

Kerusakan lahan yang sehingga menjadi kritis disebabkan oleh penggunaan lahan yang tidak sesuai dimana melampaui tingkat kemampuan lahan yang akan berakibat pada kerusakan fisik, kimia maupun biologi (Gambar 1).

Bahan dan Alat Penelitian

Perangkat yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- perangkat lunak Erdas-Imagine, PC Arc/Info,
- citra satelit Landsat dan peta tematik digital,
- Peta topografi, peta tanah, peta



Gambar 1. Terbentuknya Lahan Kritis (BTPDAS, 1986).

- geologi, peta rupa bumi Indonesia dll,
- Peralatan survai lapangan (Abney level, Palu geologi, Pisau lapangan, Bor tanah, Plastik sampel, Spidol, Meteran, Kemikalia, pH stik dll),

- Perangkat komputer (*hardware*),
- Peralatan kantor (kertas HVS, Disket CD-rom, Pensil, Penghapus, dll), dan
- Bahan dan alat pemetaan (plastik astralon, selotip Nashua, spidol OHP).

Rancangan Penelitian

Data dasar sebagai data sekunder untuk keperluan perencanaan sebelum melakukan identifikasi di lapangan, antara lain berupa citra satelit, beberapa peta, foto udara, dan berbagai sumber laporan. Penggunaan citra satelit SPOT atau Landsat dipakai untuk menganalisa, mengidentifikasi dan mengklasifikasi tingkat kekritisitas lahan.

Metode klasifikasi lahan kritis yang akan digunakan pada analisis di Sub DAS Alang antara lain :

1. *Metode RKT/Reboisasi dan Konservasi Tanah* (1997), dengan membagi pada tiga kawasan (hutan lindung, budidaya usaha pertanian, dan lindung diluar hutan). Masing-masing memiliki skor yang berbeda yaitu dari yang terendah 110 (Sangat Kritis) sampai tertinggi 500 (Tidak Kritis).
2. *Metode analisis parameter biofisik lahan dari data ISDL*, yaitu dari beberapa faktor fisik antara lain : kemiringan lereng, tipe batuan, solum tanah, jenis tanah, regolit, drainase, tingkat erosi, batuan singkapan, batuan permukaan, bentuk teras, kualitas teras, penggunaan lahan, kelas kemampuan lahan. Masing-masing memiliki bobot dan skor yang berbeda dengan total nilai dari yang terendah 100 (Tidak Kritis) sampai tertinggi 300 (Sangat Kritis).
3. *Metode analisis citra satelit dengan klasifikasi*, dari data lapangan sebagai acuan untuk klasifikasi berbantuan dengan melihat beberapa daerah dengan kondisi yang paling buruk sampai yang paling baik lalu dikelaskan tingkat kekritisitas lahannya dari Sangat Kritis (SK) sampai Tidak Kritis (TK).

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dengan teknik survei inventarisasi sumber daya lahan (ISDL) dengan cara sebagai berikut :

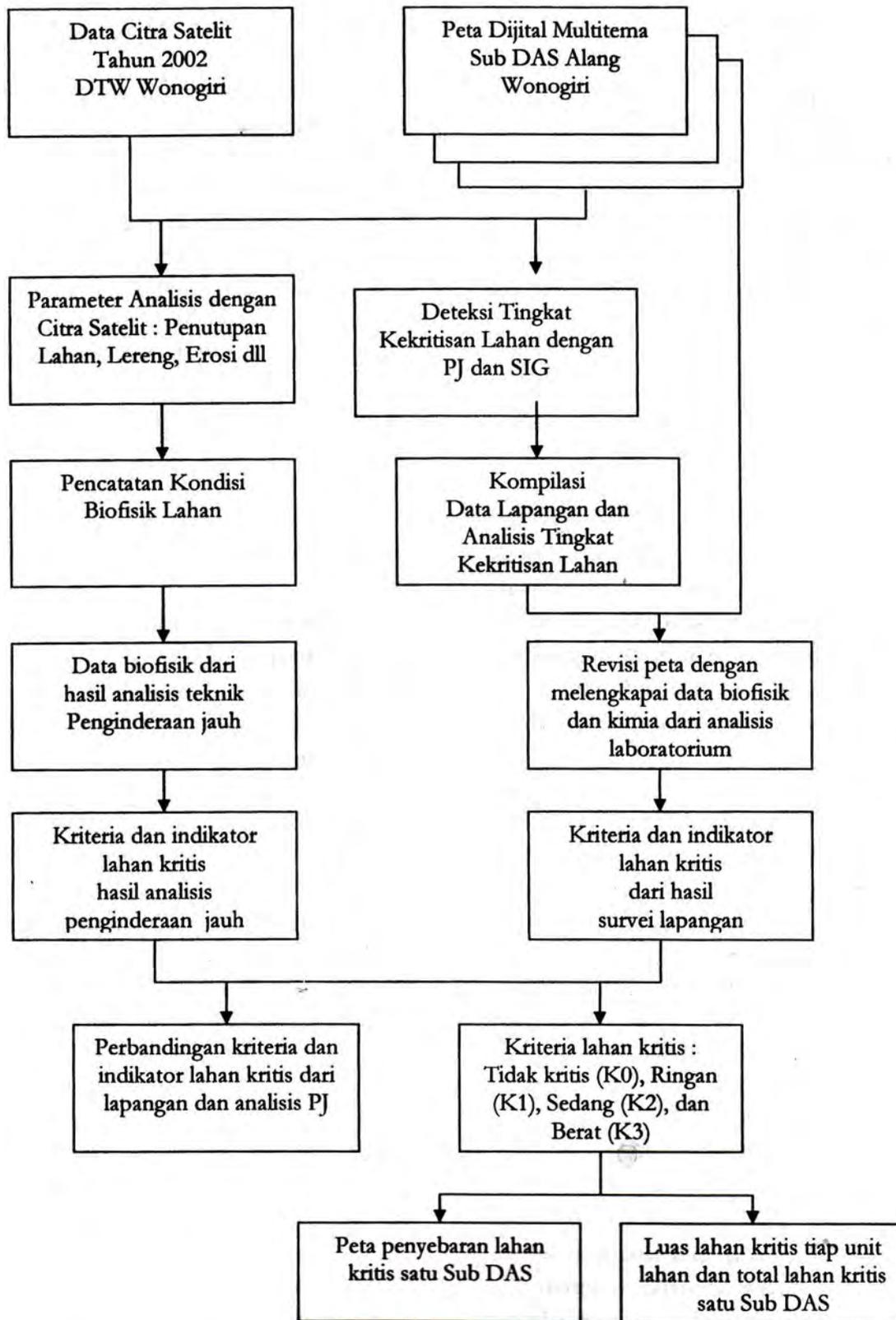
1. survei dengan mendatangi beberapa lokasi dalam bentuk sampling lokasi yaitu kurang lebih 25 % dari total jumlah unit lahan.
2. penetapan sampel dilakukan menyebar yang mewakili seluruh bentuk lahan, kelerengan, dan variasi penutupan lahan
3. setiap titik sampel diamati beberapa parameter utama yang terkait dengan tingkat kekritisitas lahan.

Pengolahan data dengan memadukan data dari lapangan baik data primer maupun data sekunder serta hasil analisis dari citra satelit. Metode analisis citra satelit dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis Data

Analisis data dengan membandingkan tingkat efektifitas dan efisiensi pemanfaatan citra satelit untuk mendeteksi tingkat kekritisitas lahan dibandingkan dengan survei teristris. Untuk itu analisis data yang diperlukan dalam kegiatan kajian ini antara lain :

- a. Analisa data biofisik yang dikumpulkan dari lapangan.
- b. Analisa citra satelit untuk deteksi tingkat kekritisitas lahan dengan teknik penginderaan jauh.
- c. Kompilasi data yang telah ada dengan data yang baru untuk penetapan lahan kritis sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.



Gambar 2. Bagan Alur Kegiatan Analisis Klasifikasi Citra Satelit Lahan Kritis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keunggulan dan Kelemahan Kriteria Lahan Kritis

Tabel 1 menunjukkan beberapa metode analisis tingkat kekritisan lahan telah diperkenalkan sejak tahun 1986 sampai 1998 meskipun selama hampir 12 tahun tidak satupun metode yang dapat diterapkan di lapangan terus menerus. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode perhitungan penetapan tingkat kekritisan lahan bukan sesuatu yang mudah. Sebab jika metode dibuat terlalu sederhana maka kadang tingkat akurasi data tidak dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, tetapi sebaliknya jika metode terlalu kompleks maka kadang sulit dalam penerapan di lapangan.

Masing-masing metode yang diperkenalkan memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan, namun yang terjadi metode yang terbit sesudahnya belum dapat menutupi kelemahan dari metode yang ada sebelumnya. Sehingga terkesan antara satu metode dengan metode yang lainnya tidak ada kesinambungan, dan semua menyajikan metode analisis yang berbeda. Disamping itu keunggulan dari metode sebelumnya sering tidak ditelaah untuk disempurnakan pada metode yang keluar sesudahnya. Untuk itu perlu dilakukan studi dalam rangka meramu dari beberapa metode yang telah ada dan mengkombinasikan antara satu metode dengan metode yang lainnya, dengan cara memanfaatkan keunggulan dari metode yang telah ada dan menyempurnakan jika ada kelemahannya.

Sebagai contoh pada metode yang diperkenalkan sebelumnya sudah memasukkan parameter sosial ekonomi untuk menganalisis tingkat kekritisan lahan,

namun pada periode berikutnya hanya menyajikan parameter biofisik saja. Begitu juga beberapa parameter biofisik telah dipergunakan seperti halnya KPL (*Kelas Kemampuan Lahan*) namun pada metode berikutnya tidak ada lagi. Padahal sebenarnya didalam KPL terdapat informasi biofisik yang lebih lengkap. Hal tersebut dihilangkan karena tidak mudah menetapkan kelas KPL di lapangan.

Pembobotan dan sistem skor (nilai) perlu dikaji lebih lanjut yaitu harus berdasarkan pengaruh yang besar dan kecil serta efeknya terhadap lahan relatif baik atau buruk, dengan memberikan nilai dan pembobotan yang konsisten serta telah teruji di lapangan. Artinya data yang diperoleh dan setelah dilakukan analisis tingkat kekritisan lahan hasilnya tidak berbeda jauh dengan kondisi lapangan yang sebenarnya.

Metode PJ untuk Klasifikasi Lahan Kritis

Perbandingan analisis deteksi tingkat kekritisan lahan antara pengamatan langsung secara visual dengan analisis klasifikasi dengan komputer, pada Tabel 2.

Metode PJ untuk klasifikasi lahan kritis didasarkan pada sinyal radiometri yang mencerminkan karakter dari obyek penutupan lahan, dari perbedaan global sampai yang lebih rinci dengan ukuran piksel minimal 30 piksel setiap unit lahan. Disamping itu juga dari peta yang diperoleh dari hasil survai lapangan dan diperbandingkan dengan citra satelit, dengan cara ditampilkan pada monitor komputer bersama-sama. Hasil klasifikasi berbantuan dengan bantuan data lapangan maupun sebaran obyek di peta, maka dapat diterapkan untuk unit lahan lain dalam proses

Tabel 1. Beberapa Perbedaan Metode Klasifikasi Lahan Kritis.

Metode Lahan Kritis		Tinjauan Analisis Tentang	
		Keunggulan	Kelemahan
1.	M.Rafioeddin Achlil (1986), Survei Tanah	Berdasarkan parameter biofisik SDA (Sumber Daya Alam) dan Sosek SDM (Sumber Daya Manusia)	Belum ada bobot dan skor untuk klasifikasi tingkat kekritisian lahan
2.	Syamsul Hadi (1983), Foto Udara	Klasifikasi lahan kritis mengacu dari Tim Fakultas Geografi (1980) dengan 5 kelas	Pembobotan hanya menggunakan nilai (+) jika berpengaruh baik dan (-) jika berpengaruh buruk
3.	Proyek P3DAS (1986), Foto Udara	Sederhana yaitu hanya ditetapkan berdasarkan tingkatan nilai toleransi erosi (T)	Toleransi erosi sebagai penentu tingkat kekritisian lahan hanya ditetapkan berdasarkan USLE dan kedalaman tanah.
4.	Dulbahri (1986), Penginderaan Jauh	Sederhana, hanya berdasarkan pada penggunaan lahan dan kelas kemampuan lahan	Belum ada bobot, skor dan nilai untuk setiap tingkat kekritisian lahan
5.	Kadarusman Achlil (1995), Survei Lapangan	Sederhana yaitu hanya berdasarkan USLE (Erosi) dibandingkan dengan nilai toleransi erosi (nilai T)	Belum ada bobot dan skor lahan kritis. Kalsifikasi lahan kritis hanya 4 kelas. Sulit untuk menghitung erosi USLE dan nilai T
6.	Direktorat Reboisasi dan Konservasi Tanah (1997), Survei Lapangan	Beberapa parameter biofisik lapangan dan tanpa ada perhitungan serta sudah ada pembobotan dan skor	Tiga kawasan dan data yang sedikit dari parameter berubah sering tidak sesuai dengan kondisi lapangan
7.	Puspics-Fak Geografi (1998), PJ dan SIG	Pembagian lebih rinci untuk masing-masing kawasan sesuai pedoman dari RKT (1997)	Sama dengan bobot dan skor kriteria serta tingkat kekritisian lahan dari RKT 1997

klasifikasi dengan cara otomatis dari komputer setelah variasi beberapa obyek berlainan ditentukan di setiap unit lahan pada proses klasifikasi analisis citra satelit dengan komputer.

Proses klasifikasi berbantuan tersebut akan berlangsung dengan sempurna jika

citra satelit telah dilakukan koreksi geometri dengan sempurna melalui data koordinat GPS di lapangan atau koordinat dari peta, dengan titik kontrol menyebar, jumlah lebih dari 20 titik dan tepat sasaran obyeknya. Tahun produksi citra satelit terbaru juga perlu dipertimbangkan.

Tabel 2. Perbandingan Deteksi Lahan Kritis Secara Visual dan Dengan Komputerisasi

No	Parameter Pembeda	Secara Visual	Komputerisasi
1.	Kenampakkan rona dan warna	Harus dideteksi dan diinterpretasi masing-masing obyek	Lebih tepat karena ada sinyal radiometri yang memantulkan sinar spesifik setiap obyek pada setiap kanal
2.	Penghitungan luasan	Dihitung satu per satu dibedakan obyek yang sama dengan obyek yang berbeda	Dapat dijumlah secara cepat dengan bantuan soft ware yang ada untuk setiap obyek
3.	Kondisi interpreter	Sangat menentukan pengalaman dan kenormalan mata interpreter dan tidak boleh buta warna	Diperlukan pengalaman dan kemampuan menganalisis dalam mengklasifikasikan jenis penutupan lahan
4.	Kebutuhan alat	Diperlukan alat yang sederhana, murah dan mudah	Dibutuhkan alat yang canggih, mahal dan agak rumit perlu pendidikan khusus
5.	Analisis lahan kritis	Mudah dengan cara ini karena dapat memperhatikan faktor lain yang tidak dapat dianalisis dengan komputer	Hanya mampu mengklasifikasi penutupan lahan saja, tanpa memperhatikan faktor penentu lahan kritis

Metode RKT untuk Perhitungan Lahan Kritis

Pada pemetaan lahan kritis ditetapkan dengan tiga metode yaitu dari RKT (1997), metode baru BP2TPDAS dan dengan Penginderaan Jauh. Tabel 3 menyajikan hasil perhitungan analisis lahan kritis dengan metode RKT yaitu terluas pada lahan tidak kritis dan paling sedikit pada lahan yang sangat kritis. Nilai tersebut setelah dihitung untuk masing-masing unit lahan pada setiap desa dengan menggunakan skoring lahan kritis seperti pada Tabel 4. Semakin tinggi skor totalnya maka lahan semakin kritis, sebaliknya jika skornya rendah maka lahan akan semakin tidak kritis.

Metode yang diperkenalkan dari RKT (1997) nampaknya sederhana namun ada tingkat kesulitannya juga yaitu tidak mudah untuk membedakan daerah yang

dibagi dalam tiga kategori penggunaan lahan yaitu untuk hutan lindung, lindung di luar hutan dan daerah budidaya masyarakat. Disamping itu terlalu minimnya parameter biofisik yang dikumpulkan di lapangan dapat menghasilkan kesimpulan yang tidak tepat.

Perhitungan analisis lahan kritis di Sub DAS Alang seluas 19162,83 ha diurutkan dari yang terbesar adalah : TK (*tidak kritis*), AK (*agak kritis*), PK (*potensial kritis*), K (*kritis*) dan SK (*sangat kritis*). Masing-masing luas lahan kritis tersebut adalah : TK = 7733,81 ha, AK = 5053,15 ha, PK = 4642,24 ha, K = 1370,66 ha, dan SK = 362,97 ha. Metode ini hanya memperhatikan parameter : produktivitas, lereng, erosi, permukaan batuan, dan manajemen. Sehingga beberapa parameter tetap sebagai karakter dasar dari kondisi tanah atau morfometri suatu DAS tidak

Tabel 3. Luas Lahan Kritis di Sub DAS Alang dengan Metode RKT (1997)

Luas (Ha)	PD	LR	ER	BP	MJ	Nilai	TKL
	30	20	15	5	30		
362,97	1	2	3	3	2	190	SK
1370,66	2	2	3	4	3	252	K
5053,15	3	3	4	4	3	320	AK
4642,24	3	4	5	5	3	380	PK
7733,81	4	5	5	5	5	457	TK
19162,83							

Keterangan dan Pembobotan :

PD : Produktivitas (30)

BP : Batuan Permukaan (5)

LR : Lereng (20)

MJ : Manajemen (30)

ER : Erosi (15)

TKL : Tingkat Kekritisan Lahan

Tabel 4. Skoring Lahan Kritis dari RKT (1997)

PENGUNAAN LAHAN			TINGKAT KRITIS LAHAN	
Hutan Lindung	Lindung di Luar Hutan	Daerah Budidaya	Kode	Kriteria
120-180	110-200	115-200	SK	Sangat Kritis
181-270	201-275	201-275	K	Kritis
271-360	276-350	276-350	AK	Agak Kritis
361-450	351-425	351-425	PK	Potensial Kritis
451-500	426-500	426-500	TK	Tidak Kritis

diperhatikan, misalnya untuk jenis batuan, solum tanah, jenis tanah, dan lain-lain faktor biofisik tidak dipertimbangkan sementara pengaruhnya sangat besar pada proses kecepatan perubahan tingkat kekritisan lahan. Mengingat dalam perencanaan kadang dilakukan beberapa puluh tahun sebelumnya, maka jika parameter yang bersifat tetap tidak dicatat maka dalam waktu singkat hasil kekritisan lahan akan selalu berubah. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu juga dilakukan beberapa parameter tetap untuk memprediksi perencanaan dalam jangka waktu lama.

Metode Baru Perhitungan Lahan Kritis

Metode baru yang diperkenalkan dari BP2TPDAS masih merupakan hasil uji coba yang harus banyak diterapkan di beberapa tempat dan harus diperbandingkan langsung dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Tabel 5 menunjukkan bahwa beberapa parameter fisik diberi bobot dengan skor (nilai) masing-masing yang berbeda, dimana nilai rendah termasuk kondisi yang baik dampaknya pada lahan dan sebaliknya nilai tinggi akan berdampak buruk pada lahan. Sehingga total skor tingkat kekritisan lahan akan berbeda dengan

Tabel 5. Tingkat Kekritisan Lahan dengan Metode baru BP2TPDAS

LUAS (Ha)	KL	TB	ST	JT	RD	DR	TE	BS	BP	BT	QT	PL	KPL	TN	TKL
	15	5	15	5	5	5	10	10	5	5	5	5	10		
7808,10	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	3	3	145	TK
5473,25	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	3	3	170	PK
3826,49	4	1	3	1	3	1	1	2	1	1	1	3	4	230	AK
2035,94	5	1	3	1	3	1	1	2	1	2	3	2	4	263	K
19,05	5	1	3	1	3	2	3	3	2	3	3	2	4	305	SK
19162,832															

Keterangan dan Pembobotan :

KL Kemiringan Lereng (15)	DR Drainase (5)	QT Kualitas Teras (5)
TB Tipe Batuan (5)	TE Tingkat Erosi (10)	PL Penggunaan Lahan (5)
ST Solum Tanah (15)	BS Batuan Singkapan (10)	KPL Kemampuan Penggunaan Lahan (10)
JT Jenis Tanah (5)	BP Bataun Permukaan (5)	TN Total Nilai (100-340)
RD Regolit Depth (5)	BT Bentuk Teras (5)	TKL Tingkat Kekritisan Lahan

Tabel 6. Kriteria Tingkat Kekritisan Lahan

NILAI TINGKAT KEKRITISAN LAHAN		
Nilai	Kode Kekritisan	Kriteria
100-150	TK	Tidak Kritis
150-200	PK	Potensial Kritis
200-250	AK	Agak Kritis
250-300	K	Kritis
> 300	SK	Sangat Kritis

yang dilakukan oleh RKT. Pada Tabel 6 terlihat bahwa semakin tinggi nilainya maka kondisi akan semakin kritis sebaliknya jika nilainya rendah maka semakin tidak kritis.

Metode tingkat kekritisan lahan yang diterapkan dengan beberapa parameter tetap dan parameter berubah. Parameter tetap tersebut meliputi : kemiringan lereng (*Slope*), tipe batuan (*Rock Type*), jenis tanah (*Soil*), sedangkan parameter berubah meliputi : Solum tanah, Drainase, Kondisi teras, Penggunaan lahan. Metode ini nampak lebih rumit dari metode sebelumnya karena harus mencatat beberapa parameter biofisik lapangan, sehingga dibutuhkan para

ahli dari berbagai disiplin ilmu. Namun pengamatan secara visual dengan cara sederhana dapat dilakukan untuk para pengamat atau petugas lapangan. Data yang relatif lebih lengkap, secara ilmiah lebih dapat dipertanggungjawabkan karena metode yang terlalu sederhana sering menghasilkan kesimpulan yang berbeda dengan kenyataan sebenarnya di lapangan.

Metode baru tersebut diperoleh hasil tingkat kekritisan lahan di Sub DAS Alang yang memiliki total luasan 19.162,83 ha adalah sebagai berikut, dari yang terluas adalah : TK (tidak kritis), PK (potensial kritis), AK (agak kritis), K (kritis) dan SK

(sangat kritis). Masing-masing luasan lahan kritis per tingkatan adalah : TK = 7808,10 ha, PK = 5473,25 ha, AK = 3826,49 ha, K = 2035 ha dan SK = 19,05 ha.

Perbandingan Metode Lahan Kritis

1. Metode Survai Lapangan (RKT dan Metode Baru)

Perbandingan dua metode untuk analisis luas lahan kritis dapat dilihat pada Tabel 7 dimana hasilnya tidak berbeda jauh namun yang sangat menonjol adalah urutan antara potensial dengan agak kritis hasilnya berlawanan. Disamping itu untuk tingkatan Sangat Kritis hasilnya berbeda jauh, hal tersebut mungkin disebabkan bahwa dengan mempertimbangkan banyak faktor maka kondisi lahan sangat kritis di Sub DAS Alang sangat rendah dan bergeser pada kondisi potensi kritis yang lebih banyak dibandingkan metode lama RKT.

Perbedaan kedua metode hasil perhitungan analisis kekritisian lahan hampir sama, dimana berurutan dari yang terluas lahan tidak kritis sampai yang sangat kritis memiliki banyak persamaan. Namun tentunya dengan hanya mencatat data biofisik yang relatif sedikit pada metode RKT maka tingkat akurasi hasil analisis perlu diuji lagi di lapangan. Sebaliknya untuk metode baru yang dicobakan dari BP2TPDAS dengan mencatat lebih banyak data biofisik

di lapangan tentunya relatif lebih mendekati keadaan sebenarnya di lapangan. Dari keunggulan metode baru BP2TPDAS yang lebih dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah masih harus diuji untuk kesiapan SDM (Sumber Daya Manusia) dilapangan terutama untuk Petugas Lapangan yang biasanya berpendidikan setara dengan SLTA (SKMA, STM Pertanian, SMA dll). Namun hal tersebut dapat demikian dari criteria lahan kritis dengan beberapa parameter yang nampaknya kompleks dapat disikapi dengan mengeluarkan buku pedoman survei untuk petugas lapangan yang dibuat secara sederhana dengan dilengkapi gambar-gambar yang mudah untuk difahami.

2. Metode Survai dengan Metode Penginderaan Jauh

Metode lahan kritis dengan survai dan dari hasil analisis penginderaan jauh tentunya akan menghasilkan nilai yang berbeda. Sehingga secanggih apapun alat penginderaan jauh tetap harus dilakukan pengecekan di lapangan. Kelemahan metode ini selain tidak ada pembobotan dan skor juga batas masing-masing unit kekritisian lahan sulit untuk dilakukan cheking di lapangan. Namun metode dengan penginderaan jauh sangat efektif untuk daerah yang sangat luas karena dilakukan lebih cepat dan untuk perencanaan jangka panjang sebagai bekal untuk

Tabel 7. Hasil Analisis Lahan Kritis Metode RKT dan Metode baru BP2TPDAS

TINGKAT KEKRITISAN LAHAN		LUAS LAHAN KRITIS (Ha)	
Kode	Kriteria	RKT (1997)	BP2TPDAS (2003)
TK	Tidak Kritis	7733,81	7808,10
PK	Potensial Kritis	4642,24	5473,25
AK	Agak Kritis	5053,15	3826,49
K	Kritis	1370,66	2035,94
SK	Sangat Kritis	362,97	19,05
	Luas Sub DAS Alang	19162,83	19162,83

Tabel 8. Hasil Analisis Tingkat Kekritisan Lahan dengan Tiga Metode

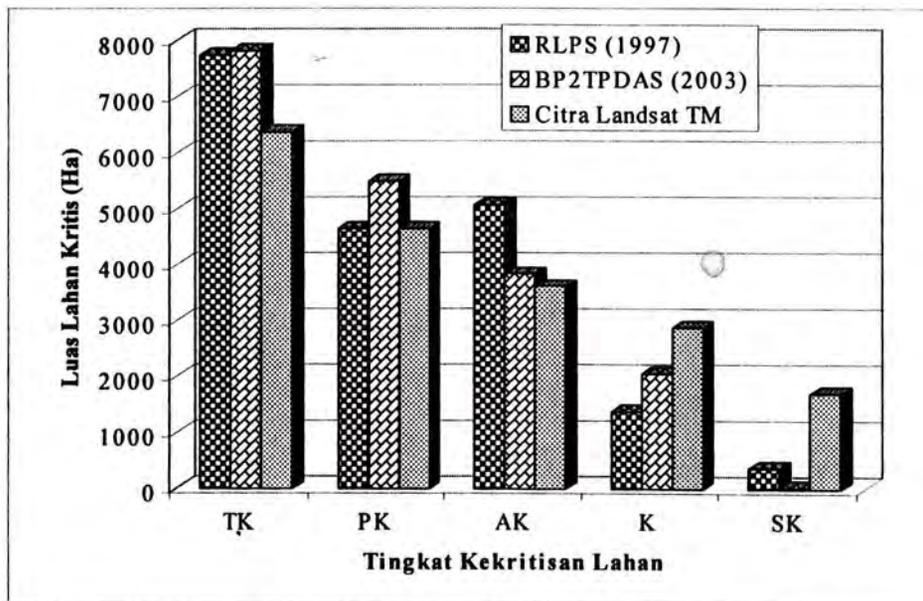
Kode	METODE SURVAI		Metode Analisis Citra Landsat TM
	RKT (1997)	BP2TPDAS (2003)	
TK	7733,81	7808,1	6366,85
PK	4642,24	5473,25	4644,77
AK	5053,15	3826,49	3601,40
K	1370,66	2035,94	2856,06
SK	362,97	19,05	1693,75
	19162,83	19162,83	19162,83

perencanaan jangka pendek.

Tabel 8 menunjukkan perbedaan dari hasil analisis ketiga metode untuk penetapan tingkat kekritisan lahan, namun ada persamaan antara satu metode dengan metode yang lainnya yaitu ada kecenderungan yang sama yaitu terluas lahan kritis pada tingkat tidak kritis (TK) dan paling sedikit untuk tingkat sangat kritis (SK)

Gambar 3 menunjukkan bahwa metode dengan penginderaan jauh nampak reguler yaitu mengalami degradasi yang

linier yaitu dari tingkat Tidak Kritis (TK) sampai Sangat Kritis (SK), dan kedua metode lainnya menunjukkan ketidakteraturan. Sehingga antara metode penginderaan jauh dengan metode survai lapangan harus dilakukan secara terpadu dan simultan serta tidak dapat dipisahkan satu dengan lainnya, karena kedua metode tersebut sifatnya saling mengisi. Sedangkan antara kedua metode analisis dari hasil survai lapangan perlu diuji lebih lanjut dengan dicobakan di beberapa kondisi DAS yang memiliki morfometri yang berbeda.



Gambar 3. Tingkat Kekritisan Lahan dengan Tiga Metode Berbeda

KESIMPULAN

1. Masing-masing metode analisis tingkat kekritisan lahan memiliki keunggulan dan kelemahan, hendaknya metode yang berikutnya dapat memanfaatkan keunggulan metode sebelumnya dan dapat menyempurnakan kelemahan metode yang telah ada sebelumnya, karena sejak 1986 sampai 1998 nampak tidak ada kesinambungan untuk saling mengisi antara satu metode dengan metode lainnya.
2. Klasifikasi lahan kritis ditetapkan dengan memperhatikan beberapa parameter tetap maupun berubah (solum tanah, batuan permukaan, lereng, tekstur, manajemen, penutupan lahan, erosi, dan kpl), dimana masing-masing diberi skor (nilai) dan bobot sesuai dengan dampaknya terhadap lahan yaitu semakin baik atau semakin buruk. Semakin baik diberi nilai atau bobot yang tinggi sedangkan jika semakin buruk diberi nilai dan bobot yang rendah.
3. Metode klasifikasi lahan kritis dengan penginderaan jauh dalam hal ini dengan citra satelit landsat TM dapat dilakukan secara visual maupun analisis langsung dengan komputer. Namun kedua analisis tersebut saling melengkapi begitu juga tidak bisa dilepaskan dari kegiatan untuk survai lapangan.
4. Pemetaan lahan kritis dengan metode dari RKT maupun dari metode baru BP2TPDAS yang sifatnya masih uji coba memiliki kecenderungan yang hampir sama yaitu urutan untuk analisis dari RKT dari yang terluas lahan kritisnya adalah dari tingkat : $TK > AK > PK > K > SK$. Adapun untuk metode baru BP2TPDAS dari yang terluas adalah : $TK > PK > AK > K > SK$. Total luasan untuk setiap tingkat kekritisan lahan untuk metode baru BP2TPDAS adalah : $TK = 7808 \text{ ha} > PK = 5473 \text{ ha} > AK = 3826 \text{ ha} > K = 2035 \text{ ha} > SK = 19,05 \text{ ha}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, T.S., 1996. *Survei Tanah dan Evaluasi Lahan*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- BTPDAS, 1986. *Pedoman Identifikasi Lahan Kritis Menggunakan Foto Udara (Sementara)*. Proyek P2DAS, Surakarta.
- Departemen Kehutanan, 1997. *Buku Pintar Penyuluhan Kehutanan*. Pusat Penyuluhan Kehutanan, Jakarta.
- Departemen Kehutanan, 2000. *Pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Dir.,Jen. RKT, Direktorat RLKT, Jakarta.
- Dulbahri, 1986. *Penggunaan Teknik PJ dalam Identifikasi dan Inventarisasi Lahan Kritis*. Fakultas Geografi, UGM. Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.

- Kucera, K.P., 2000. *Interpretasi Citra Satelit : Buku Pegangan Praktis untuk Identifikasi Lahan Kritis Aktual pada Citra Satelit*. Proyek Pengendalian Banjir Jawa Bagian Selatan, Jakarta.
- Penning de Vries F.W.T., Agus, F. and Kerr J., 1998. *Soil Erosion at Multiple Scales : Principles and Methods for Assessing Causes and Impact*, CABI Publ. IBSRAM, Bangkok-Thailand.
- Purbowaseso, B., 1996. *Penginderaan Jauh terapan*. Terjemahan "Applied Remote Sensing". Penerbit Universitas Indonesia, UI-PRESS, Jakarta.
- Puspics, 1998. *Kajian Kondisi Lahan Kritis di Kabupaten Daerah Tingkat II Kulon Progo*. Laporan Akhir. Fakultas Geografi, UGM. Yogyakarta.
- Walker, J., and D.J. Reuter, 1996. *Indictors of catchment Health : technical perspective*, CSIRO Publ. Collingwood Victoria, Australia.

**PENYEBARAN AIR TANAH BEBAS TERCEMAR AIR LINDI
DI SEKITAR TPA PIYUNGAN KABUPATEN BANTUL,
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

*Spreading of Groundwater Contaminated by Leached in The Surrounding Area
of Piyungan Landfill Bantul District, Yogyakarta Province*

Oleh:

J. Sartohadi, M. Widyastuti, I. Sri Lestari.

Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi
Universitas Gadjah Mada, Bulak Sumur, Yogyakarta
Telp. (0274) 98337, 902337

ABSTRACT

The objectives of this research are: (1) to study the characteristics of aquifer, distribution and chemical types of groundwater in the research area; (2) to measure the concentration of major elements (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) and minor elements (S^{2-} , NH_4^+) as indicators of leached contamination in the groundwater; and (3) to establish the spreading of contaminated groundwater by leached.

The grid sampling method was applied in this research. The grid dimension is 1 cm \times 1 cm measured in the 1 : 25000 scale of Indonesian Topographic Map. The groundwater samples were taken randomly within the grid. Not the whole study area covered by the map was grided but only the surrounding area of Piyungan Landfill and the area lower than Piyungan landfill were grided. The groundwater samples were taken during the rainy season because during the rainy season there were more leached produced from Piyungan Landfill. The groundwater samples were examined their physical and chemical qualities using the legal standard quality in Yogyakarta Province. Spatial analysis using maps and graphics were applied to examine the spreading of contaminated groundwater by leached.

The spreading of unconfined groundwater in the study area was not equally distributed but it seems to be controlled by the landforms. There were an increasing elements content of Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} and HCO_3^- , as well as dissolved oxygen, NO_3^- and S^{2-} in the groundwater contaminated by leached. The zonation of the spreading of groundwater contaminated by leached was categorized into three class, i.e., central (location of landfill, well number 10), transitional (well number: 11, 12, 13, 15), and primary (well number: 8, 14, 16, 17, 25, 26) zones. The zonation of groundwater matched with the analysis of groundwater quality by the distance from the Piyungan Landfill.

Keywords: landfill, groundwater quality, leached

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan merupakan tempat pembuangan akhir sampah Kota Yogyakarta, Kota Sleman dan Kota Bantul. TPA Piyungan dioperasikan setelah beberapa TPA di Yogyakarta, seperti TPA Jatimulyo, TPA Tambakboyo, dan TPA Pajangan tidak

difungsikan lagi. Proses dekomposisi yang terjadi pada timbunan sampah menghasilkan air lindi/air sampah yang didefinisikan sebagai cairan yang meresap dalam limbah padat dan mengandung bahan-bahan terlarut dan tersuspensi (Tchobanoglous, et al, 1993). Jumlah air lindi dari sampah dapat bertambah jika mendapat imbuhan air dari air permukaan, air hujan dan atau sumber air lainnya.

Kadar air lindi biasanya sangat tinggi yaitu 99,9% atau lebih. Air sampah yang baru sedikit keruh namun kemudian menjadi semakin kelim dan hitam, selain itu mengeluarkan bau busuk yang bersumber dari hidrogen sulfida dan gas-gas lain (Mahida, 1993). Selain hidrogen sulfida air lindi juga mengandung zat padat halus seperti kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorida, sulfat, fosfat dan seng. Unsur kimia ini mudah bereaksi di dalam air, dan sebagai sumber utama pencemaran air sumur (Slamet, 2000).

Rahardjo, dkk. (1977) dan Sartohadi (2001), menyatakan bahwa daerah TPA Piyungan termasuk dalam Formasi Semilir (Tmse). Litologi dari formasi ini berupa perselingan antara batu lempung tufan, batu pasir dan batu lempung tipis yang berselang-seling, breksi-tuf, breksi batu apung, tuf dasit dan tuf andesit. Batu breksi di daerah ini menempati lapisan yang paling bawah dari keseluruhan lapisan batuan yang ada. Batu pasir yang berselang-seling dengan batu lempung telah lapuk pada bagian permukaannya hingga pada kedalaman maksimum 8 meter sebagai akibat dari pengaruh iklim. Proses pelapukan telah menyebabkan bagian permukaan dari batuan anggota Formasi Semilir banyak mengandung retakan sehingga tidak lagi bersifat kedap air.

Tujuan Penelitian

Permasalahan yang ada di TPA Piyungan adalah adanya gejala pencemaran air lindi pada air tanah yang digunakan sebagai air domestik oleh penduduk. Untuk itu maka tujuan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

(1) mengkaji karakteristik akuifer, pola persebaran dan tipe kimia air tanah

bebas di daerah penelitian

- (2) mengukur konsentrasi unsur mayor (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) dan unsur minor (S^{2-} , NH_4^+) yang merupakan indikator adanya air lindi di dalam airtanah; dan
- (3) membuat zonasi persebaran airtanah bebas yang tercemar air lindi.

Metode Penelitian

Alat yang digunakan di lapangan meliputi: botol tempat sampel air, EC meter digunakan untuk mengukur DHL dan suhu air di lapangan, pH meter dan Eh meter, meteran, kompas, yallon, abney level, AWLR untuk mengukur perubahan tinggi muka air selama uji pemompaan (*pumping test*), label botol sampel air tanah, dan buku catatan lapangan dan alat tulis. Alat-alat yang digunakan di laboratorium adalah sebagai berikut: tabung reaksi, erlenmeyer, dan alat-alat laboratorium lain yang digunakan dalam uji sampel air; bahan-bahan kimia sebagai reagen dalam pengujian sampel air di laboratorium; sampel air lindi dan airtanah di sekitar TPA Piyungan. Semua data yang dikumpulkan dari lapangan kemudian digambarkan ke dalam peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) berskala 1:25.000.

Data-data yang digunakan di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: kedalaman muka airtanah, konduktivitas hidrolis akuifer, kualitas air air lindi dan airtanah meliputi sifat fisika (temperatur, warna dan bau) dan sifat kimia (pH, DHL, bikarbonat, kalsium, amonia, sulfur, natrium, magnesium, klorida), curah hujan dan suhu udara, jenis, struktur, dan kondisi pelapukan batuan

Pengukuran di lapangan dilakukan menurut grid dengan ukuran 1 cm x 1 cm

pada peta RBI skala 1 : 25.000. Tidak semua daerah yang tercakup pada peta penelitian dibuat grid, namun hanya wilayah di sekitar TPA dan tempat yang lebih rendah dari TPA saja yang dibuat grid. Pada setiap grid dilakukan pengukuran kedalaman air sumur dan di ambil contoh air tanahnya. Pengambilan sampel dilakukan pada musim penghujan, dengan pertimbangan jumlah lindi yang dihasilkan relatif besar sehingga penyebarannya di dalam air tanah dapat diketahui.

Sampel kontrol air tanah diambil dari sumur yang terletak di sebelah barat TPA. Sumur tempat pengambilan air tanah kontrol terletak pada elevasi yang lebih tinggi dari TPA dan terdapat pada Formasi Semilir sehingga diperkirakan tidak tercemar air lindi. Sampel kontrol untuk air lindi diambil pada bak penampung air lindi.

Pemetaan airtanah didasarkan pada hasil pengukuran kedalaman airtanah yang dilakukan pada sumur gali di lokasi penelitian. Sumur yang diukur digambarkan posisinya pada peta RBI sesuai dengan koordinatnya, dengan bantuan alat GPS. Data tinggi muka air tanah dari permukaan air laut dihitung berdasarkan hasil pengukuran tinggi tempat pada peta RBI dikurangi dengan hasil pengukuran kedalaman sumur. Dari titik-titik pengukuran kedalaman air tanah, kemudian dibuat kontur air tanah dan ditentukan arah aliran air tanahnya.

Nilai konduktivitas hidrolis akuifer daerah penelitian ditentukan melalui uji pemompaan air tanah pada sumur. Metode yang digunakan dalam uji pemompaan adalah *Shallow Dug Well Recovery Test (Slug Test)*. *Slug test* adalah pumping test analisis menggunakan data *residual drawdown* untuk

menentukan konduktivitas hidrolis akuifer. Rumus yang diterapkan untuk *Slug test* adalah rumus dari Bouwer-Rice's sebagai berikut:

$$K = \frac{rc^2 \ln(Re/rw) \times (1/t) \ln(So/St)}{2l} \dots\dots(1)$$

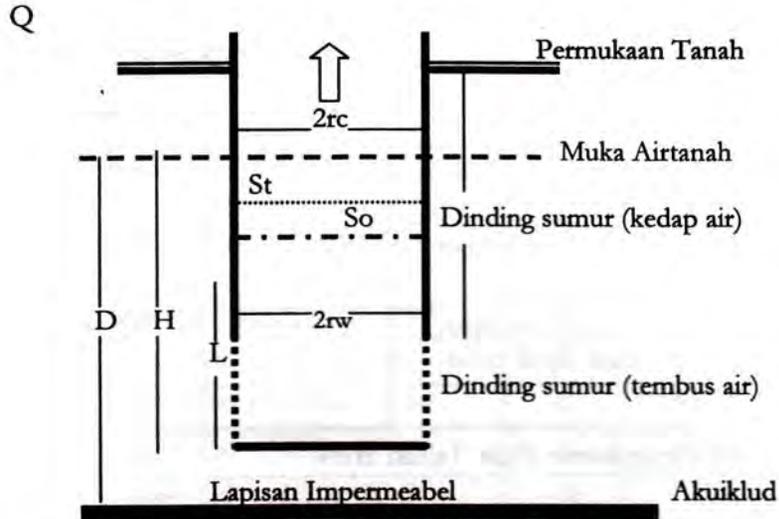
$$\ln(Re/rw) = \frac{1,1}{n(b/rw)} + \frac{[A+B \ln((D-b)/rw)]}{d/rw} \dots(2)$$

(Kruseman&Ridder, 1970)

dimana:

- K = permeabilitas/konduktivitas akuifer (m/hari).
- t = waktu setelah pemompaan ditentukan (hari).
- b = kedalaman sumur diukur dari dasar sumur sampai muka airtanah
- d = ketinggian dinding sumur porous, diukur dari dasar sumur (meter)
- rc = jari-jari sumur pada bagian kedap air (meter).
- rw = jari-jari sumur pada dinding yang porous (meter).
- So = jarak vertikal antara muka freatik pada kondisi sebelum dipompa dan muka freatik setelah pemompaan (meter).
- St = jarak vertikal antara muka freatik pada kondisi sebelum dipompa dengan muka freatik pada waktu t (detik) setelah pemompaan dihentikan (meter).
- D = ketebalan zona jenuh dari muka airtanah sampai bagian kedap air (meter)

Data kualitas air diklasifikasikan menurut metode Szczukariew-Priklonski (Alekin, 1970 dalam Adji, 2001). Klasifikasi ini didasarkan pada kandungan kation (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+}) dan anion (HCO_3^- , CO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) yang ada dalam air tanah. Nilai dari masing-masing anion dan kation tersebut ditunjukkan



Gambar 1: Penampang Slug Test (Kruselman & Ridder, 1970)

dalam persen total miliequivalen per liter (Jankowski, 2001). Jika nilai suatu ion melebihi 20% dari total anion dan kation keseluruhan, maka ion tersebut digunakan sebagai penunjuk tipe kimia air.

Analisis secara grafis juga diterapkan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi air lindi terhadap jarak dari TPA. Unsur yang digunakan sebagai penanda adalah semua unsur mayor dan unsur minor (S^{2-} , NH_4^+). Penentuan batas pengaruh air lindi terhadap air tanah yang terukur di lapangan, dengan memperhatikan Baku Mutu Air yang ada. Batas persebaran air lindi kemudian digambarkan ke dalam peta RBI untuk dapat dianalisis secara deskriptif spasial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Akuifer dan Tipe Kimia Air

Sumur-sumur di daerah penelitian tersebar pada berbagai bentuklahan mulai dari Teras Sungai Opak, Dataran Aluvial, Dataran Kaki Perbukitan Formasi Semilir,

dan Perbukitan Formasi Semilir. Sebagian besar sumur terletak pada bentuklahan Teras Sungai Opak dan Dataran Aluvial dengan kedalaman berkisar dari 0,4 m hingga 8 m dari permukaan tanah. Sumur-sumur pada wilayah bentuklahan Dataran Kaki Perbukitan Formasi Semilir dan Perbukitan Formasi Semilir mempunyai kedalaman berkisar dari 2 m hingga 10 m dari permukaan tanah. Sumur-sumur yang terdapat pada bentuklahan asal fluvial mempunyai fluktuasi muka air tanah yang relatif kecil dibandingkan dengan sumur yang berada pada bentuklahan Dataran Kaki Perbukitan Formasi Semilir dan Perbukitan Formasi Semilir.

Besar kecilnya fluktuasi muka air tanah ini kemungkinan dipengaruhi oleh material akuifer dan aliran air tanah. Analisis secara kualitatif berdasarkan pengamatan lapangan menunjukkan kemungkinan air tanah mengalir ke arah bentuklahan Dataran Aluvial dan Teras Sungai Opak. Kemungkinan lain yang menyebabkan kecilnya fluktuasi muka air

Tabel 1. Hasil Pengujian Slug Test

Nomor Sumur	Satuan Litologi	Konduktivitas Hidrolik Akifer (K)		
		m/detik	m/hari	Kelas (Todd, 1980)
10	Batu pasir-batu lempung Tufan	$3,03 \times 10^{-5}$	2,52	Rendah-Sedang
15	Endapan pasir lempungan aluvial	$8,25 \times 10^{-4}$	71,30	Cepat
17	Endapan pasir lempungan fluvial sungai Opak (teras sungai)	$2,19 \times 10^{-3}$	189,51	Cepat

Sumber: Hasil Pengukuran Pada Tahun 2004

tanah pada bentuklahan asal fluvial adalah adanya pasokan air dari Sungai Opak (merupakan sungai influent) ke dalam akuifer air tanah di sekitarnya.

Hasil uji pemompaan pada beberapa sumur yang ada di lokasi penelitian menunjukkan perbedaan yang nyata antara sumur-sumur pada bentuklahan Dataran Aluvial (sumur nomor 15), Teras Sungai Opak (sumur nomor 17), dan Dataran Kaki Perbukitan Formasi Semilir (sumur nomor 10). Tabel 1 menyajikan hasil uji pemompaan pada sumur-sumur pengamatan. Pengukuran nilai K untuk selanjutnya dijadikan dasar untuk penghitungan debit akuifer seperti tersaji pada Tabel 2.

Klasifikasi Szcukariew-Prikloński atas air tanah di daerah penelitian disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3. Distribusi Tipe Kimia Airtanah di atas tampak bahwa air lindi di TPA Piyungan memiliki tipe kimia $K^+ - Mg^{2+} - HCO_3^- - Cl^-$. Dengan demikian airtanah yang terkontaminasi ditandai dengan adanya ion $K^+ - Mg^{2+} - HCO_3^- - Cl^-$ dan besarnya melebihi ambang batas normal (Baku Mutu Air) serta memiliki nilai Eh rendah dan nilai EC tinggi. Dari keempat ion penciri tipe kimia air lindi tersebut, ion Cl^- merupakan ion yang paling berbahaya dan paling tahan terhadap proses pengenceran (Slamet, 2000). Ion Cl^- tidak dapat bereaksi dengan masukan fisik, kimia dan biologi serta tidak

Tabel 2. Debit Pada Masing-Masing Satuan Litologi di Daerah Penelitian

Satuan Litologi	K (m/hari)	Gradien Piezometris (I)	Luas (m^2)	Debit ($m^3/hari$)	Debit ($m^3/detik$)
Batu pasir-batu lempung tufan	2,52	0,02	1200	1330,56	0.015
Endapan pasir lempungan aluvial	71,30	0,04	1100	77802,56	0.900
Endapan pasir lempungan fluvial sungai Opak	189,51	0,06	1000	110294,24	1.277

Sumber: Hasil Pengukuran Pada Tahun 2004

Tabel 3. Distribusi Tipe Kimia Airtanah di Daerah Sekitar TPA Piyungan

Sampel	Jarak (m)	Tipe Kimia	Eh (mVolt)	EC (μ mhos/cm)	pH
Air Lindi	50	$K^+ - Mg^{2+} - HCO_3^- - Cl^-$	-127	9700	9,45
Sumur 10	50	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - Cl^-$	-50	1300	8,07
Sumur 11	300	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - Cl^- - SO_4^{2-}$	-24	1300	7,6
Sumur 12	400	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - Cl^- - SO_4^{2-}$	-44	316	7,86
Sumur 13	1000	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - Cl^- - SO_4^{2-}$	-58	400	8,17
Sumur 14	1200	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - Cl^- - SO_4^{2-}$	-40	530	7,78
Sumur 15	1300	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - SO_4^{2-}$	-33	940	7,77
Sumur 16	1400	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - Cl^- - SO_4^{2-}$	-42	1800	7,98
Sumur 17	1500	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - SO_4^{2-}$	-32	465	7,75
Sumur 25	150	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - SO_4^{2-}$	-10	250	7.37
Sumur 26	100	$Ca^{2+} - HCO_3^- - SO_4^{2-}$	-13	421	7.02
Sungai A	950	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - Cl^- - SO_4^{2-}$	-88	930	7,88
Sungai B	1400	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - SO_4^{2-}$	-71	710	8,49
Sumur 8	300	$Mg^{2+} - Ca^{2+} - SO_4^{2-}$	-63	780	8,33

Sumber: Hasil Pengukuran Pada Tahun 2004

dapat diserap oleh material akuifer. Oleh karena itu ion Cl^- dapat menunjukkan penyebaran yang maksimal dari *plume* air lindi. Selain menggunakan NH_4^+ dan S^{2-} sebagai indikator keberadaan air lindi, ion Cl^- juga dapat digunakan untuk mengetahui persebaran air lindi itu sendiri.

Sumur 10 adalah sumur yang lokasinya terdekat dengan sumber air lindi dan memiliki kandungan ion $K^+ - Mg^{2+} - HCO_3^- - Cl^-$. Tipe kimia air tanah pada sumur 10 adalah $Mg^{2+} - Ca^{2+} - Cl^-$. Ion Cl^- dalam sumur 10 diperkirakan karena adanya masukan air lindi ke dalam sumur 10. Keberadaan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dimungkinkan berasal dari proses disolusi mineral kalsium karbonat yang terkandung pada batuan anggota Formasi Semilir. Kadar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} telah melebihi ambang batas baku mutu air tanah, sehingga diperkirakan

telah terjadi penambahan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dari air lindi.

Keberadaan ion Mg^{2+} , Ca^{2+} , dan HCO_3^- pada sumur-sumur 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 dan 25 diperkirakan berasal dari disolusi mineral pada batuan penyusun akuifer. Oleh karena kandungan magnesium, kalsium dan bikarbonat pada sumur-sumur tersebut tidak melebihi ambang batas, maka diperkirakan kandungan ketiga unsur tersebut masih merupakan gambaran asli dari kandungan unsur tersebut dalam airtanah.

Tipe kimia dari air sumur 11, 12, 13, 14, 16 adalah $Mg^{2+} - Ca^{2+} - HCO_3^- - Cl^- - SO_4^{2-}$. Kandungan unsur klorida (Cl^-) pada sumur 11, 12, 13, 14, dan 16 dimungkinkan karena pengaruh air lindi, meskipun konsentrasinya telah jauh berkurang dan

pengaruh yang ditimbulkan tidak begitu besar. Sumur-sumur itu terletak dekat dengan saluran alami (sungai A) yang penuh dengan air lindi dan berada pada dataran aluvial yang materialnya porous, sehingga ada kemungkinan air lindi mencapai daerah tersebut.

Tipe kimia air sumur 15, 17 dan 25 adalah $Mg^{2+}-Ca^{2+}-HCO_3^{-}-SO_4^{2-}$. Sumur 15, 17 dan 25 memiliki tipe kimia yang sedikit berbeda dengan sumur 11, 12, 13, dan 14 yaitu $Mg^{2+}-Ca^{2+}-HCO_3^{-}-SO_4^{2-}$. Pada sumur 15, 17 dan 25 unsur klorida tidak ada dalam tipe kimia airnya. Diperkirakan terdapatnya unsur magnesium dan bikarbonat berasal dari mineral batuan yang ada di daerah ini. Keberadaan unsur sulfat dapat berasal dimungkinkan berasal dari limbah rumah tangga, karena lokasi sumur 15 dan 17 paling dekat dengan pemukiman.

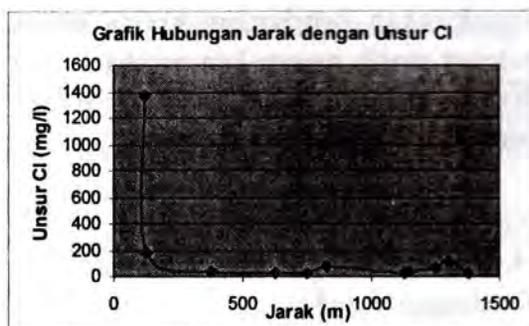
Dari dua sampel sungai (saluran alami) yang diambil menunjukkan adanya perbedaan tipe kimia yaitu $Mg^{2+}-Ca^{2+}-HCO_3^{-}-Cl^{-}-SO_4^{2-}$ (sungai A) dan $Mg^{2+}-Ca^{2+}-SO_4^{2-}$ (sungai B). Asal air sungai A sebagian besar berasal dari air lindi. Hal ini dibuktikan dari warna air sungai A yang coklat kehitaman dan bau yang menyengat seperti pada air lindi. Sementara air pada

sungai B sebagian besar berasal dari air irigasi, sehingga warna dari air sungai B ini tidak lagi coklat kehitaman dan berbau menyengat seperti air lindi.

Hubungan Jarak terhadap Unsur-Unsur

Kandungan unsur Klorida pada air sumur uji menurun dengan semakin jauhnya jarak dari sumber pencemar (Gambar 2). Sumur nomor 10 mempunyai kandungan Klorida yang paling tinggi dan kemudian menurun drastis pada sumur nomor 11 dengan jarak kurang lebih 300 m dari sumber air lindi. Hal ini menunjukkan bahwa unsur Klorida yang berada di dalam air sumur memang berasal dari air lindi dan bukan dari disolusi mineral pada batuan anggota Formasi Semilir. Gejala yang sama terjadi pada kandungan unsur Magnesium pada air tanah. Semakin jauh jarak sumur dari sumber air lindi kandungan Magnesium cenderung menurun. Tingginya kandungan unsur Magnesium pada beberapa sumur diperkirakan berasal dari disolusi mineral dolomit yang merupakan material semen pada batu pasir tufan anggota Formasi Semilir (Widianto, 1994).

Penurunan kadar unsur-unsur lain yang diuji dalam penelitian ini tidak menunjukkan hasil yang meyakinkan untuk



Gambar 2a. Hubungan Kadar Klorida dan Jarak dari Sumber Air Lindi



Gambar 2b. Hubungan Kadar Magnesium dan Jarak dari Sumber Air Lindi

menggambarkan pengaruh air lindi terhadap air tanah di sekitar TPA Piyungan. Beberapa hal yang mungkin menyebabkan ketidak teraturan penurunan kadar unsur-unsur yang diteliti terhadap jarak dari sumber air lindi adalah: pengaruh kegiatan penduduk di wilayah permukiman dan di wilayah persawahan. Kemungkinan lain penyebab tidak teraturnya penurunan unsur yang diteliti terhadap jarak adalah hal-hal yang berkaitan dengan penanganan contoh air tanah mulai dari pengambilan, transportasi ke laboratorium, dan proses analisa air di laboratorium.

Kualitas Air di Daerah Penelitian

Hasil pengamatan terhadap sifat fisik seperti suhu, DHL, dan pH pada airtanah bebas, air lindi dan air permukaan disajikan dalam Tabel 4. Berdasarkan pengamatan lapangan sifat fisik dari air lindi sangat mudah dikenali, di antaranya warna air lindi yang hitam pekat, dan akan

berwarna lebih coklat jika sedikit bercampur dengan air sumur atau air irigasi. Bau dari air lindi menyengat, terlebih lagi air lindi yang telah lama terbentuk. Selain dari segi warna dan bau, air lindi umumnya memiliki suhu yang lebih tinggi, sebagai efek samping dari proses dekomposisi pada air lindi. Sementara itu air tanah bebas dan air permukaan/air sungai memiliki suhu lebih rendah. Air lindi terbentuk karena proses dekomposisi sampah, oleh karena itu air lindi mengandung bahan-bahan terlarut yang ditandai dengan tingginya nilai TDS (*Total Dissolved Solid*) dan DHL. Nilai TDS pada air lindi TPA Piyungan bahkan mencapai 4341 mg/l, sedang nilai DHL sebesar 9700 mmhos/cm.

Secara fisik kondisi air sumur 10 cenderung lebih buruk dibandingkan air sumur yang lain. Dilihat dari nilai DHL-nya ketiga sumur ini memiliki DHL yang cukup tinggi hingga mencapai 1300 mmhos/cm. Hal ini berarti bahwa air tanah pada sumur ini

Tabel 4. Sifat Fisik Airtanah, Air Sungai dan Air Permukaan di Daerah Penelitian

Sampel	Suhu (°C)	pH	DHL (µmhos/cm)	TDS (mg/l)	Eh (mV)
Air Lindi	30.2	9.45	9700	4341	-127
Sumur 10	29.1	8.07	1300	506.8	-50
Sumur 11	28.4	7.60	1300	336	-24
Sumur 12	27.2	7.86	136	145.3	-44
Sumur 13	28.1	8.17	400	172.3	-58
Sumur 14	27.7	7.78	530	253.9	-40
Sumur 15	28.4	7.70	940	400.4	-33
Sumur 16	28.9	7.98	1800	654.6	-42
Sumur 17	29.2	7.75	465	265.6	-32
Sumur 25	27.2	7.37	250	278.8	-10
Sumur 26	28.2	7.02	421	454	-13
Sungai A	29.6	7.88	930	705.5	-88
Sungai B	29.4	7.75	710	615.4	-71
Sumur Kontrol	29.6	8.33	780	604.2	-63

Sumber: Hasil Pengukuran Pada Tahun 2004

banyak mengandung ion-ion terlarut. Kondisi seperti sangat dimungkinkan terjadi, sebab sumur 10 posisinya berada pada tapak TPA dan dekat dengan bak pengolah air lindi TPA. Kemungkinan telah terjadi peresapan air lindi ke dalam air tanah sehingga mengakibatkan kandungan ion dalam sumur 10 meningkat.

Kualitas air lindi dari TPA Piyungan dapat diketahui dengan membandingkan hasil uji laboratorium dengan Baku Mutu Air Limbah menurut Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta nomor 214/KPTS/1991 dan disajikan pada Tabel 5. Pada Tabel 5 tampak jelas bahwa kualitas air lindi TPA Piyungan yang mencakup: pH, TDS, klorida, sulfida dan nitrat telah jauh melampaui ambang batas yang telah ditetapkan. Menurut Baku Mutu Air

Limbah golongan I hingga III, nilai TDS terbesar yang diperbolehkan adalah 4000 mg/l, sementara nilai TDS dari air lindi mencapai 4341 mg/l. Begitu pula untuk sulfida dan nitrat, nilainya jauh di atas ambang batas yang diperbolehkan. Bahkan untuk unsur klorida nilainya jauh di atas Baku Mutu Air Limbah golongan IV yaitu sebesar 1370 mg/l.

Pada saluran alami sampel diambil pada dua titik yaitu pada bagian hulu (sampel sungai A) dan pada bagian hilir (sampel sungai B). Sampel sungai A didominasi oleh air lindi, sehingga warna sampel kecoklatan, sementara sampel sungai B karena telah banyak bercampur dengan saluran irigasi dan limbah rumah tangga, warnanya lebih terang dan tidak berwarna kecoklatan lagi. Tabel 6 menyaji-

Tabel 5. Hasil Analisis Data Kualitas Air Lindi terhadap Baku Mutu Air Limbah di Daerah Penelitian

No	Parameter	Satuan	Air Lindi	Baku Mutu Air Limbah*			
				I	II	III	IV
1.	pH	-	9.45	6-9	6-9	6-9	6-9
2.	TDS	Mg/l	4341	1500	2000	4000	5000
3	DHL	$\mu\text{mhos/cm}$	9700	-	-	-	-
4	Kalsium	Mg/l	122	-	-	-	-
5	Magnesium	Mg/l	569	-	-	-	-
6	Natrium	Mg/l	227	-	-	-	-
7	Kalium	Mg/l	660	-	-	-	-
8	Klorida	Mg/l	1370	600	800	1000	1200
9	Sulfat	Mg/l	71	-	-	-	-
10	Bikarbonat	Mg/l	1320	-	-	-	-
11	DO	Mg/l	1.3	-	-	-	-
12	Sulfida	Mg/l	0.21	0.01	0.05	0.1	1
13	Amoniak	Mg/l	55	-	-	-	-
14	Nitrat	Mg/l	2	10	20	30	50

Sumber: Hasil Pengukuran Pada Tahun 2004

* Baku Mutu Air Limbah menurut Keputusan Gubernur Kepala DIY no. 214/KPTS/1991

kan data kualitas dari saluran alami atau sampel sungai A dan sampel sungai. Secara umum kualitas air sungai di daerah penelitian menurut Baku Mutu air Golongan B telah melampaui ambang batas yang telah ditentukan. Terutama untuk kualitas air sungai A hampir seluruh parameter yang ada pada sungai A telah melampaui batas maksimum yang dianjurkan, begitu pula untuk sampel sungai B. Meskipun masih dalam batas maksimum yang diperbolehkan, namun pada kenyataannya air sungai tersebut tidak dapat dipergunakan untuk bahan baku air minum.

Zonasi Persebaran Air Lindi

Zonasi persebaran air lindi perlu dilakukan karena untuk mengetahui sejauh

mana daerah di sekitar TPA yang terpengaruh air lindi. Zonasi dibuat berdasarkan klasifikasi atas parameter-parameter kualitas air tanah yang digunakan seperti yang disajikan pada Tabel 7. Hasil klasifikasi tersebut kemudian dibandingkan dengan Baku Mutu Air minum dan grafik hubungan unsur-unsur terhadap jarak.

Hasil perbandingan antara pembagian zone dengan grafik kualitas air menurut jarak dengan TPA menunjukkan kesamaan. Masing-masing grafik yang terbentuk memiliki trend yang hampir sama. Zone pusat ditunjukkan dengan grafik yang turun hingga jarak kurang lebih 150 meter (dimulai dari tempat penimbunan hingga daerah sekitar sumur 10). Zone transisi

Tabel 6. Hasil Analisis Data Kualitas Air Sungai di Daerah Penelitian terhadap Baku Mutu Air Golongan B

No	Parameter	Satuan	Sampel Sungai		Baku Mutu Air Gol B*	
			A	B	MA	MB
1	Suhu	°C	29.6	30.8	Normal	Normal
2	DHL	µmhos/cm	930	710	-	-
3	TDS	mg/l	705.5	615.4	500	1000
4	PH		7.9	8.5	5-9	5-9
5	Kalsium	mg/l	40.4	36.9	-	-
6	Magnesium	mg/l	28.9	25.7	-	-
7	Natrium	mg/l	27.5	11.7	-	-
8	Kalium	mg/l	36.7	11.1	-	-
9	Klorida	mg/l	83.8	65.8	25	500
10	Sulfat	mg/l	214	402	50	300
11	Bikarbonat	mg/l	273	60.6		-
12	DO	mg/l	4.9	5.2	>6	-
13	Sulfida	mg/l	0.007	0.005	Nihil	0.05
14	Amoniak	mg/l	5	0	0.01	0.5
15	Nitrat	mg/l	1.2	1.6	Nihil	10

Sumber: Hasil Pengukuran Pada Tahun 2004

* Baku Mutu Air Golongan B menurut Keputusan Gubernur Kepala DIY no. 214/KPTS/1991

MA : nilai maksimum yang dianjurkan

MB : nilai maksimum yang diperbolehkan

ditandai dengan grafik yang relatif lebih rendah/datar dari grafik zone pusat (pada jarak 200 meter hingga 1300 meter, daerah sumur 11 hingga 15). Zone asli ditandai dengan grafik yang sedikit naik, yaitu mulai jarak 1400 hingga 1500 meter (sekitar sumur 16 dan 17). Secara umum sumur tercemar ditandai dengan kandungan unsur-unsur yang tinggi, sedangkan sumur yang belum tercemar ditandai dengan kandungan unsur-unsur yang relatif lebih rendah dan memiliki tipe kimia air yang berbeda.

Zone pusat di TPA Piyungan ditandai dengan tingginya nilai EC (>1033mS/cm) dan TDS (>241 mg/l), rendahnya nilai Eh (<-78 mV), dan memiliki tipe kimia yang didominasi oleh $Mg^{2+}-HCO_3^-Cl^-$. Pada zone ini unsur klorida, unsur yang mampu menunjukkan penyebaran yang maksimal dari *plume* air lindi memiliki kandungan yang

sangat tinggi dibandingkan dengan sumur-sumur pada zone transisi dan zone asli. Meskipun nilai EC, TDS, Eh dan kandungan klorida sesuai dengan konsep dasar. Namun ternyata unsur sulfida dan amoniak pada zone pusat ini justru sangat kecil bahkan hampir tidak ada. Kemungkinan kecilnya unsur sulfida dan amonium ini terjadi karena kedua unsur ini telah berubah menjadi unsur lain seperti sulfat dan nitrat. Mengingat kandungan unsur sulfat dan nitrat pada zone ini relatif tinggi. Wilayah zone pusat meliputi daerah tempat penimbunan sampah ke Utara hingga sumur 10.

Zone berikutnya adalah zone transisi, kandungan unsur-unsur baik mayor maupun minor pada zone ini lebih rendah daripada kandungan unsur-unsur tersebut pada zone pusat. Nilai EC pada zone ini

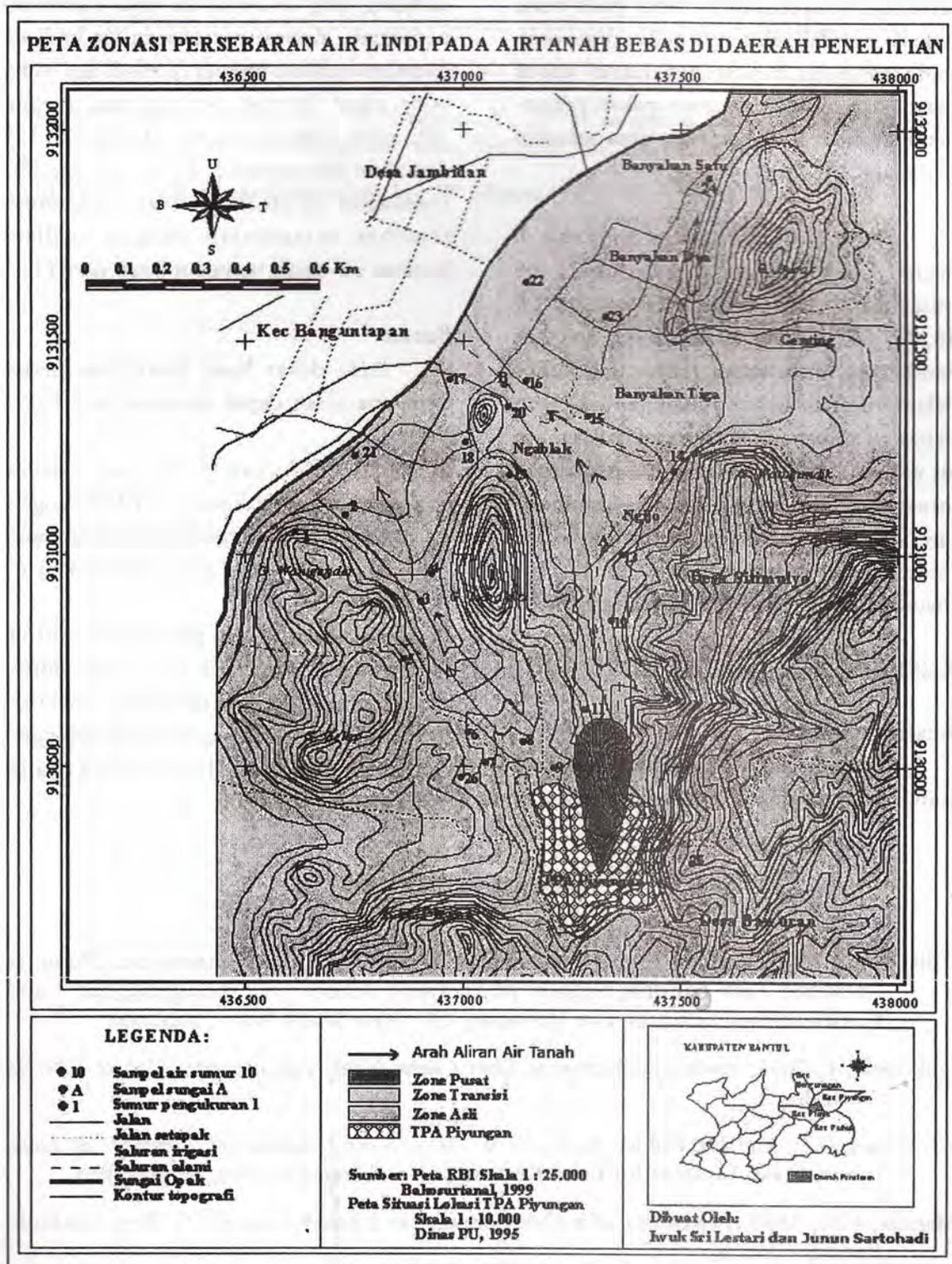
Tabel 7. Kriteria Masing-Masing Zone di Daerah Penelitian

Parameter	Batas Zone	Batas Zone	Batas Zone
Jarak dari TPA (m)	<150	150-1300	>1300
Klorida (mg/l)	>108,4	54,3-108,4	0-54,2
Magnesium (mg/l)	>44,86	22,44-44,86	0-22,43
TDS (mg/l)	>241	120,6-241	0-120,5
Sulfida (mg/l)	>0,0026	0,0014-0,0026	0-0,0013
Amonium (mg/l)	>1,67	0,84-1,67	0-0,83
Eh (mVolt)	<-78	-40-78	>-39
Bikarbonat (mg/l)	>108,73	54,37-108,73	0-54,36
Kalium (mg/l)	>52,07	26,04-52,07	0-26,03
DHL (μ mhos/cm)	>1033	517-1033	0-516
Kalsium (mg/l)	>63,33	31,68-63,33	0-31,67
Nitrat (mg/l)	>7,6	3,9-7,6	0-3,8
Sulfat (mg/l)	>91,13	45,7-91,13	0-45,6
Natrium (mg/l)	>39,6	19,9-39,6	0-19,8
Suhu ($^{\circ}$ C)	>29	27-29	Normal
PH	>8	7,7-8	7-7,6
DO (mg/l)	>0,53	0,28-0,53	0-0,27

Sumber: Hasil Pengukuran Pada Tahun 2004

berkisar antara 517-1033 mmhos/cm, nilai TDS-nya antara 120,6-241 mg/l, sedangkan nilai Eh pada zone ini semakin besar

dengan unsur kloridanya pun lambat laun semakin menurun, sedangkan kandungan unsur sulfida dan amoniumnya semakin



Gambar 3. Peta Zonasi Persebaran Air Lindi pada Airtanah Bebas di Daerah Penelitian

Zone transisi ini meliputi sumur 11, 12, 13, dan 15. Zone ini merupakan zone peralihan antara daerah/sumur yang paling tercemar dengan daerah/sumur yang belum tercemar. Penyebaran air lindi pada zone transisi ini tidak seintensif pada zone pusat. Pada zone ini kandungan unsur-unsur mayor dan minor yang merupakan penunjuk adanya air lindi semakin lama semakin menurun.

Zone yang merupakan zone asli di daerah penelitian adalah daerah di luar zone pusat dan transisi, meliputi sumur 8, 14, 16, 17, 25, dan 26. Pada daerah tersebut kandungan unsur-unsur mayor dan minor dalam airtanah bebas relatif rendah, jauh di bawah ambang batas normal (baku mutu air minum). Nilai TDS dan EC pada zone ini sebesar $<120,5$ mg/l dan <516 mmhos/cm. Zonasi persebaran airtanah bebas tercemar air lindi di daerah sekitar TPA Piyungan ditunjukkan pada Gambar 3.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pola persebaran airtanah bebas atau sumur di daerah penelitian tidak merata ke

segala arah dan lebih bersifat terkontrol oleh bentuklahan. Terjadi peningkatan unsur Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} dan HCO_3^- , serta kadar *dissolved oxygen*, NO_3^- dan S^{2-} pada airtanah yang tercemar air lindi di daerah penelitian. Zonasi persebaran air lindi di daerah penelitian terbagi menjadi tiga yaitu zone pusat (tempat penimbunan, sumur 10); zone transisi (sumur 11, 12, 13, 15) dan zone asli (sumur 8, 14, 16, 17, 25, 26). Pembagian air tanah ke dalam zone-zone tersebut bersesuaian dengan analisis kualitas air tanah menurut jarak dari TPA.

Saran

Atas dasar hasil penelitian maka beberapa saran dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Perlu dilakukan perbaikan sistem pengolahan air lindi di TPA Piyungan sehingga air lindi tidak melebihi ambang batas baku mutu yang diterapkan di DIY.
- Perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan teknik yang tepat untuk reklamasi air tanah di daerah penelitian yang telah tercemar air lindi sehingga tidak melebihi baku mutu yang diterapkan di DIY.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, T. N., 2002, Vertical Hydrogeochemical Trend Within the Contaminant Plume at Astrolabe Park Landfill, Sydney, *M.Sc. Thesis*, School Of Biological, Earth and Environmental Sciences The University Of New South Wales, Australia.
- Jankowski, J., 2001, Hydrogeochemistry, *Short Course Notes*, Groundwater Centre UNSW, Australia.
- Kruseman, G.P., and De Ridder, N.A., 1970, *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen.
- Mahida, UN., 1993, *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Rahardjo, W., dkk., 1977, *Peta Geologi Bersistem, Jawa: Lembar Yogyakarta*, Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan republik Indonesia.

Sartohadi, J., 2001, *Geomorphological Analysis for Soil Mapping Using Remote Sensing and Geographic Information Systems: A Case Study in Western Gunungkidul, Yogyakarta-Indonesia. Ph.D. Dissertation. Innsbruck University-Austria.*

Slamet, J.S., 2000, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Tchobanoglous, G., Theissen, H., Samuel, V., 1993, *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles Management Issue*, McGraw Hill inc, New York.

Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrologi*, 2nd edition, John Wiley, New York.

**IDENTIFIKASI KERUSAKAN LAHAN DAN CARA
PENANGANANNYA DI ZONA PERBUKITAN BATURAGUNG
KABUPATEN GUNUNGKIDUL**

*Identification of Land Degradation and Method of Solution
in Zone of Baturagung Hill at Gunung Kidul Regency*

Oleh:

Langgeng Wahyu Santosa

Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada
Bulaksumur, Telp. (0274) 902337

ABSTRACT

Baturagung hill is a folded hill range consisting mainly of Tertiary volcanic rocks which have been undergoing severe faulting, jointing and weathering. Lies on the altitude between 200 and 700 meter from sea level, the area is characterized by sloping to steep relief with 30% to >40% of slope, and shallow soils with scattered outcrops. Such geomorphological setting has made the area subject to intense soil erosion and masswasting. Mining activities has also been accounted for the explanation of the current heightened land degradation in the area. The present paper, accordingly, is intended to identify the land degradation by considering mass movement, bare land, and mining activity parameters. The present paper founds that the Baturagung hill can be divided into three zones, namely: (1) the zone of no to low degradation (hill slope and inter-hill valley); (2) the zone of high degradation rate (within the area having 30 to 40% of slope); and (3) the zone of severe degradation (within the area having slope of more than 45%).

Keywords: Land Degradation

PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah Kabupaten Gunungkidul merupakan kawasan perbukitan dan pegunungan yang secara alami cenderung untuk mudah mengalami penurunan kualitas lingkungan apabila pengelolaannya kurang hati-hati. Salah satu fenomena penyebab penurunan kualitas lingkungan adalah kerusakan lahan, yang dapat disebabkan oleh faktor karakteristik iklim, geologi, dan tanahnya. Curah hujan yang merupakan salah satu faktor penentu kondisi iklim merupakan sumber energi untuk terjadinya proses-proses alami yang dapat menimbulkan kerusakan lahan. Atas dasar data curah hujan yang ada, Kabupaten Gunungkidul merupakan daerah

yang mempunyai jumlah hujan yang berlebih. Namun demikian sebagian besar kejadian hujan hanya mengumpul pada bulan-bulan tertentu dengan intensitas yang tinggi. Kondisi hujan yang demikian sangat berpotensi untuk menimbulkan proses-proses alami yang cenderung untuk menimbulkan kerusakan lahan, seperti misalnya adalah erosi dan longsor lahan. Proses erosi dan longsor lahan tentunya tidak hanya dipengaruhi oleh faktor hujan saja, namun juga dipengaruhi oleh kondisi geologi, tanah, dan pola pemanfaatan lahan.

Kabupaten Gunungkidul dengan wilayah yang cukup luas tersebut, berpotensi akan terjadinya degradasi lahan yang disebabkan oleh karena kondisi

lingkungan fisiknya secara alami, dan akan lebih diperparah lagi apabila aktivitas manusia kurang arif terhadap kelestarian fungsi lingkungan, bahkan cenderung bersifat merusak lingkungan. Kondisi yang demikian mendorong untuk dilakukannya identifikasi kerusakan lahan sebagai pedoman untuk melakukan tindakan preventif dan kuratif terhadap laju degradasi kualitas lingkungan. Salah satu wilayah yang sangat potensial secara alami terjadi kerusakan lahan adalah zona pengembangan bagian utara Kabupaten Gunungkidul, yang secara fisiografi merupakan bagian dari rangkaian Perbukitan Baturagung.

Secara alami, kondisi fisiografi Zona Perbukitan Baturagung merupakan suatu rangkaian perbukitan dengan ketinggian antara 200 hingga 700 meter dpl, lereng miring hingga curam dengan kemiringan rerata 30% hingga >45%, tersusun oleh batuan vulkanik tua yang telah banyak mengalami pelapukan, banyak retakan dan patahan, lapisan tanah tipis, banyak singkapan batuan, dan pada beberapa daerah termasuk lahan kritis. Curah hujan rerata tahunan yang cukup tinggi, menyebabkan daerah mudah mengalami erosi dan longsor lahan. Lebih diperparah lagi oleh tutupan lahan yang kurang mendukung, banyak lahan terbuka untuk tegalan, konservasi vegetatif kurang, sehingga sangat memungkinkan untuk terjadinya bahaya longsor lahan yang semakin tinggi intensitasnya. Kondisi semacam ini jelas akan sangat membahayakan keberlangsungan kehidupan manusia yang tinggal di dalamnya, dan akan semakin menurunkan kelestarian fungsi lingkungan.

Kerusakan lahan di Zona Perbukitan Baturagung ini dapat terjadi secara alami maupun sebagai akibat dari tindakan

manusia. Oleh karena itu, maka penelitian ini akan mengungkap faktor-faktor apa yang menyebabkan kerusakan lahan di Zona Perbukitan Baturagung, luas dan persebaran setiap jenis kerusakan lahan, dan merumuskan cara penanganan setiap jenis kerusakan lahan yang terjadi, sebagai upaya pemulihan kualitas dan menjaga kelestarian fungsi lingkungannya?

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan lahan di Zona Perbukitan Baturagung Kabupaten Gunungkidul, sebagai dasar bagi upaya pemulihan kualitas lingkungan, dalam suatu kerangka kesatuan tata lingkungan hidup secara optimal, serasi, seimbang dan berkelanjutan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk penentuan kebijaksanaan pengelolaan sumberdaya lahan dan lingkungan hidup secara terpadu dan terintegrasi antarlembaga dan antarkepentingan, guna mendukung kelestarian fungsi lingkungan hidup.

Tujuan penelitian ini adalah:

- (a) melakukan identifikasi dan zonasi tingkat kerusakan lahan, faktor-faktor penyebab dan sebarannya di Zona Perbukitan Baturagung Kabupaten Gunungkidul; dan
- (b) merumuskan model penanganan kerusakan lahan tersebut sebagai dasar bagi upaya pemulihan kualitas lingkungan dan menjaga kelestarian fungsi lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode survei. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei data primer melalui pengamatan dan pengukuran lapangan,

yang didukung dengan survei data sekunder melalui penelusuran data instansional dan hasil-hasil penelitian terdahulu.

- (a) Survei data primer merupakan kegiatan pengumpulan data melalui pengamatan, pendokumentasian, dan pengukuran langsung di lapangan, tentang jenis dan sebaran kerusakan lahan, dan pengamatan berbagai aktivitas penggunaan lahan yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lahan.
- (b) Survei data sekunder merupakan kegiatan pengumpulan data angka dan peta tentang hasil-hasil penelitian terkait dengan sumberdaya lahan dan lingkungan, serta uraian keadaan wilayah, yang telah tersedia pada berbagai instansi terkait di Kabupaten Gunungkidul.

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

- (a) Analisis secara empiris yang terkait dengan besaran kerusakan lahan yang terjadi, dengan mengacu pada sistem pembobotan (*scoring*) beberapa variabel pengaruh kerusakan lahan, seperti: lereng, batuan, lapisan tanah, curah hujan, vegetasi, cara pengelolaan, dan penggunaan lahan;
- (b) Analisis deskriptif-komparatif tentang berbagai jenis kerusakan lahan antara satu tempat dengan tempat lain di Zona Baturagung Kabupaten Gunungkidul, baik berupa grafik, tabel, maupun naratif;
- (c) Analisis spasial yang menunjukkan sebaran dan zonasi kerusakan lahan;
- (d) Analisis potensi dan masalah untuk merumuskan cara penanganan kerusakan lahan dan cara pemulihan kualitas lingkungan pada daerah-daerah yang potensial mengalami kerusakan lahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geomorfologis Perbukitan Baturagung

Perbukitan Baturagung secara umum merupakan bentanglahan asal struktural bagian selatan Pulau Jawa yang telah mengalami pengangkatan dan patahan. Perbukitan struktural ini terbentuk oleh proses diatropisme yang berupa sesar bertingkat. Bagian utara mempunyai topografi bergunung dengan igir-igir yang runcing, dan puncak tertinggi terdapat di Gunung Baturagung dengan ketinggian ± 700 meter dpal, sedangkan tempat paling rendah terdapat di sekitar teras Sungai Oyo dengan ketinggian ± 150 meter dpal, dengan topografi berupa perbukitan rendah dengan igir-igir membulat, seperti tampak pada Gambar 1.

Topografi perbukitan ini mempunyai lereng yang miring di bagian bawah (15-30%) hingga terjal di bagian atas (30-45%), terdapat igir memanjang dari barat ke timur di bagian utara dengan lereng sangat curam ($>45\%$) mengarah ke utara yang merupakan bidang patahan (*escarpment*). Batuan penyusun berupa bahan-bahan vulkanik tua yang telah banyak mengalami pelapukan tingkat lanjut, banyak retakan dan patahan, lapisan tanah relatif tipis, banyak singkapan batuan, dengan curah hujan yang cukup tinggi, menyebabkan proses erosi dan longsor lahan cukup intensif dan sangat sering terjadi di wilayah ini, seperti yang terjadi di daerah Gedangsari dan sekitarnya. Lembah-lembah sempit yang datar hingga landai (8-15%) hanya dijumpai di antara perbukitan-perbukitan yang ada dan di sekitar aliran Sungai Oyo. Kondisi geomorfologi daerah penelitian disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 1. Kenampakan Zona Perbukitan Baturagung Kabupaten Gunungkidul
(Citra Landsat ETM Tahun 2002)

Perbukitan Baturagung didominasi oleh material breksi dan tuff, yang tersusun atas beberapa formasi batuan, yaitu: Formasi Kebo-Botak (tuff vulkanik tua), Semilir (breksi, batulempung, dan tuff), Nglanggran (aglomerat dan tuff), Sambipitu (*siltstone*, *shale*, dan tuff), dan Formasi Oyo (tuff, marl, dan batugamping). Struktur geologi yang dijumpai di Perbukitan Baturagung berupa lipatan, sesar, kekar dan foliasi. Lipatan terdiri dari antiklin dan sinklin, mempunyai arah timur laut - barat daya dengan sayap lipatan bersudut kecil (3° - 15°). Sesar pada umumnya berupa sesar turun dengan pola *antithetic fault block*. Sesar utama mengarah barat laut - tenggara dan setempat timur laut-barat daya (Bemmelen, 1949).

Berdasarkan jenis batuan penyusunnya, daerah ini banyak mengalami semen-tasi dan tidak banyak mengalami retakan-

retakan, sehingga bukan merupakan akuifer yang baik. Pada batuan aglomerat pada Formasi Nglanggran sering tertampung airtanah walaupun hanya setempat yang sering disebut airtanah bertengger (*perched aquifer*). Perbukitan Baturagung mempunyai kesarangan atau porositas batuan yang kecil hingga sedang, dengan tingkat kelulusan batumannya umumnya rendah, sehingga daerah ini cenderung merupakan daerah airtanah dalam atau relatif miskin airtanah (banyak sumur-sumur penduduk yang kering saat kemarau). Jenis tanah yang berkembang umumnya berupa tanah-tanah yang relatif miskin unsur hara dan mudah tererosi, seperti: Mediteran, Renzina, Latosol, dan Litosol. Oleh karena penduduk memanfaatkan lahan sebagai ladang atau tegalan, dengan tanaman seperti: kacang tanah, jagung dan ketela pohon.

Kerusakan Lahan di Zona Perbukitan Baturagung

(1) Kerusakan lahan akibat longsor lahan

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerawanan bahaya longsor lahan adalah: kemiringan lereng, kerapatan kekar, tingkat pelapukan batuan, struktur per-lapisan batuan, keberadaan mataair, kedalaman muka airtanah, tekstur, permeabilitas, penggalan tebing, penggunaan lahan, dan curah hujan. Oleh karena itu, zonasi daerah rawan longsor lahan dianalisis dengan cara tumpang-susun (*overlay*) peta-peta lereng, geomorfologi, geologi, dan penggunaan lahan. Klas zona didapatkan dengan cara melakukan penjumlahan (*scoring*) terhadap variabel-variabel pada setiap satuan medan. Berdasarkan hasil kajian zonasi bahaya longsor lahan kerjasama Bappeda Kabupaten Gunungkidul dengan

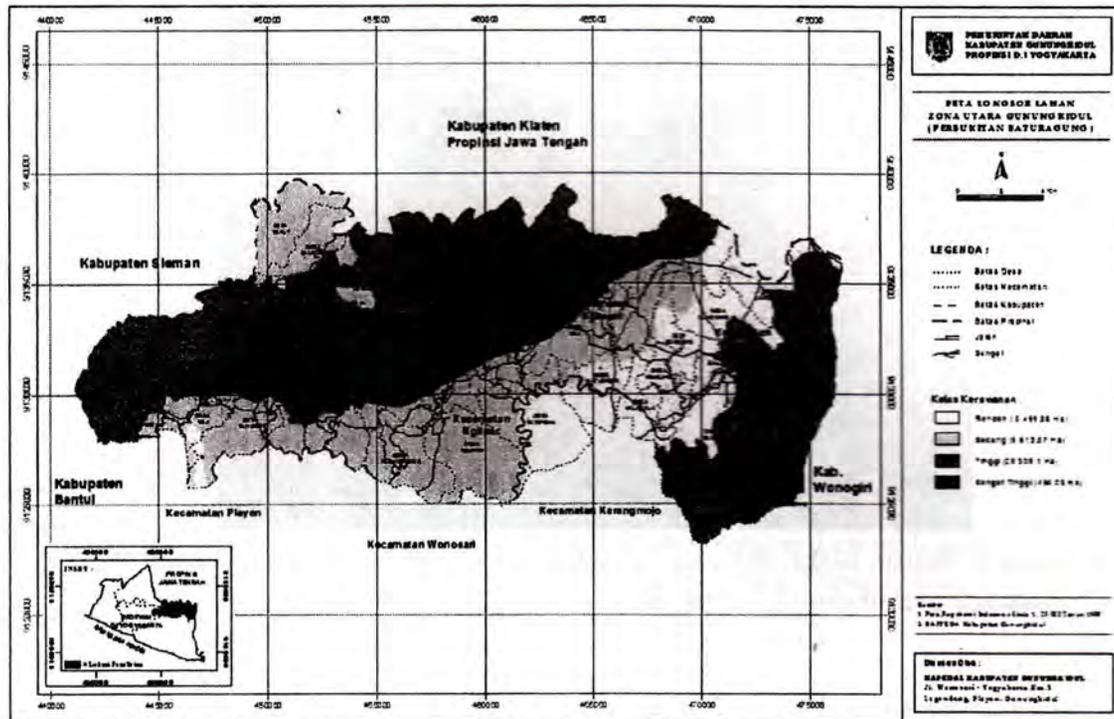
Fakultas Geografi UGM (2001), maka distribusi tingkat kerawanan bahaya longsor lahan di Zona Perbukitan Baturagung disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Kecamatan Gedangsari merupakan wilayah yang mempunyai tingkat kerawanan bahaya longsor lahan paling tinggi, di samping Semin dan Ponjong. Wilayah ini merupakan kecamatan yang banyak dipengaruhi proses struktural yang kuat, ditandai dengan adanya tebing *cliff*, kekar, dan patahan yang tegas. Wilayah ini terletak pada Formasi Kebo Butak, Semilir, dan Nglanggran, pada ujung bagian selatan dengan kerapatan lembah tinggi dan gradien sungai curam hingga terjal. Proses pelapukan kuat, yang ditandai dengan lapisan tanah yang tebal. Adanya kekar menyebabkan banyak ditemukannya rembesan yang dapat menjaga kelembaban tanah tinggi walaupun pada musim

Tabel 1. Tingkat Kerawanan Bahaya Longsor Lahan, Tipe Longsor dan Penggunaan Lahan Dominan di Zona Perbukitan Baturagung

Kecamatan	Tingkat Kerawanan	Tipe Longsoran	Penggunaan Lahan Dominan
Patuk	Sedang	- Longsoran Tanah - Rayapan Tanah - Longsoran Batuan	Tegalan
Gedangsari	Tinggi - Sangat Tinggi	- Jatuhan Batuan - Longsoran Batuan - Robohan Batuan	Tegalan
Nglipar	Sedang - Tinggi	- Nendatan - Rayapan Tanah	Tegalan
Ngawen	Sedang - Tinggi	- Jatuhan Batuan - Robohan Batuan - Massa Rombakan	Tegalan
Semin	Tinggi	- Jatuhan Batuan - Robohan Batuan - Massa Rombakan	Tegalan dan sawah irigasi
Ponjong	Tinggi	- Longsoran Batuan - Jatuhan Batuan - Massa Rombakan	Tegalan

Sumber: Bappeda Kabupaten Gunungkidul (2001), dan Survei Lapangan (2004)



Gambar 3. Peta Bahaya Longsor Lahan di Zona Perbukitan Baturagung

kemarau. Penggunaan lahan dominan berupa tegalan dan permukiman dengan pola mengelompok.

Tipe longsoran dominan yang dijumpai berupa jatuhnya batuan (*rock falls*), longsoran batuan (*rock slides*), robohan batuan (*topples*), dan longsoran bahan rombakan (*debris slides*). Berdasarkan pengamatan secara langsung tampak bahwa proses longsoran terjadi dalam volume yang besar yang melibatkan bongkah-bongkah batuan yang memiliki diameter lebih dari 5 meter. Adanya penggalian tebing pada lereng-lereng bukit merupakan faktor yang memicu terjadinya longsoran yang masih aktif, yang diindikasikan dengan adanya bangunan dan halaman yang mengalami retakan. Tingkat kerawanan di wilayah ini tinggi hingga sangat tinggi. Kontrol struktur batuan merupakan faktor dominan yang

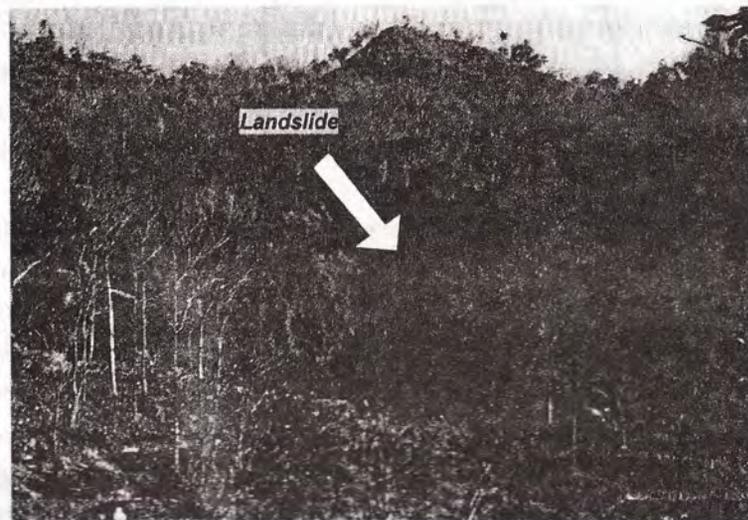
mempengaruhi tingkat kerawanan bahaya longsor lahan. Faktor lainnya adalah kemiringan lereng, curah hujan, rembesan, dan pemotongan lereng (*disunting dari hasil kajian Daerah Rawan Longsor dan Sistem Penanggulangannya, Bappeda Kabupaten Gunungkidul kerjasama dengan Fakultas Geografi UGM, 2001*). Fenomena alam pemicu bahaya longsor lahan yang intensif (kerentanan sangat tinggi) di Zona Perbukitan Baturagung dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.

(2) Kerusakan lahan akibat lahan kritis

Zonasi lahan kritis dianalisis dengan cara tumpang-susun (*overlay*) peta-peta geomorfologi (bentuklahan), lereng, penggunaan lahan, dan bahaya longsor lahan. Hasil tumpang-susun tersebut kemudian dianalisis secara *professional adjustment* yang menghasilkan tingkat atau klas



Gambar 4. Batuan breksi vulkanik Formasi Nglanggran berupa Neck berdiri tegak pada igir perbukitan di Terbah Kecamatan Patuk merupakan pemicu bahaya jatuhnya batuan saat terjadi gempa bumi.

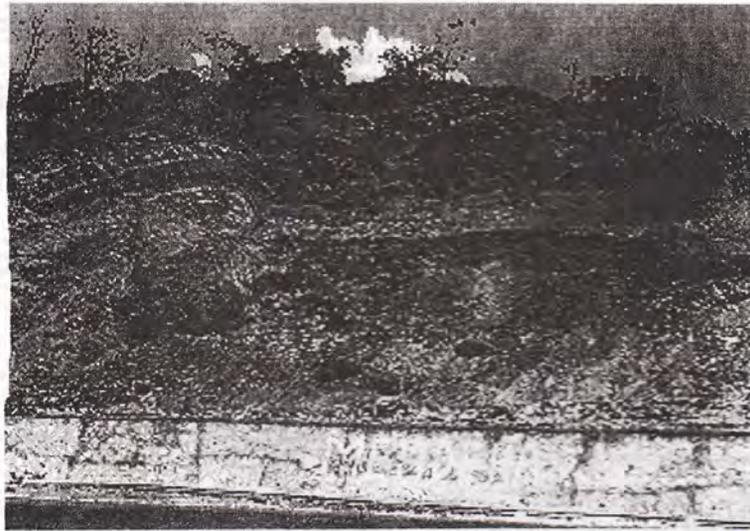


Gambar 5. Kejadian Longsor Lahan di Gedangsari pada lereng-lereng perbukitan yang terjal dan dipicu dengan adanya rembesan air pada perlapisan batuan di bagian bawahnya.

kekritisn lahan di Zona Perbukitan Baturagung, seperti disajikan dalam Tabel 2, dan distribusinya disajikan secara spasial pada Gambar 7 (Kapedal Kabupaten Gunungkidul, 2004).

Berdasarkan analisis tersebut di atas, jelas bahwa lahan-lahan kritis di Zona

Perbukitan Baturagung pada umumnya menempati satuan perbukitan struktural Formasi Semilir, Nglanggran, dan Kebu Butak, lereng curam hingga sangat curam, banyak singkapan batuan induk, solum tanah tipis karena tanah kurang berkembang (tanah tandus), erosi sedang hingga kuat berupa erosi alur, lembah



Gambar 6. Kejadian Longsor Lahan Akibat Pemotongan Lereng-lereng Perbukitan Terjal di Jentir Kecamatan Ngawen, yang Dipicu oleh Perlapisan Batuan Sejajar Kemiringan Lereng

Tabel 2. Klas Kekritisan Lahan, Kriteria, dan Sebarannya di Zona Perbukitan Baturagung

Kekritisan Lahan	Kriteria	Sebaran
Tidak Kritis	Lahan relatif dalam kondisi baik, merupakan daerah-daerah perbukitan dan lerengkaki perbukitan Formasi Oyo, Sambioitu, dan Nglanggran dengan erosi ringan-sedang, dan dataran atau lembah-lembah antar perbukitan di sekitar Sungai Oyo, maupun teras atau tanggul alam Sungai Oyo, lereng datar hingga agak terjal, longsor lahan tingkat rendah hingga sedang atau tanpa bahaya longsor, penggunaan lahan berupa permukiman, tegalan, sawah, dan hutan.	Patuk bagian utara Sebagian besar Nglipar Ngawen bagian timur Semin bagian barat
Agak Kritis	Kondisi lahan cukup baik, merupakan daerah berombak hingga bergelombang pada lerengkaki dan lembah antar perbukitan di bagian utara menempati Formasi Kebo Butak, erosi sedang hingga kuat, bahaya longsor lahan sedang hingga tinggi, penggunaan lahan berupa permukiman, tegalan, dan sedikit sawah.	Bagian kecil Kecamatan Patuk, Gedangsari, Nglipar, dan Ngawen
Kritis	Kondisi lahan buruk, merupakan perbukitan berlereng terjal Formasi Sambipitu dan Semilir, erosi sedang hingga kuat, bahaya longsor sedang hingga tinggi, penggunaan lahan berupa permukiman dan tegalan.	Patuk bagian selatan Sebagian kecil Nglipar, Semin, dan Ponjong
Sangat Kritis	Kondisi lahan amat buruk, menempati satuan perbukitan struktural terkikis kuat Formasi Semilir dan Nglanggran, lereng curam hingga sangat curam, bahaya longsor lahan tinggi hingga sangat tinggi, penggunaan lahan tegalan dan sebagian memang berupa tanah tandus.	Patuk bagian tengah Gedangsari Nglipar bagian utara Ngawen bagian utara Semin bagian timur Ponjong bagian utara

seperti disajikan dalam Tabel 3. Kondisi lahan kritis dari tahun 2002 hingga 2003, selama kurun waktu satu tahun telah mengalami penurunan, karena adanya kegiatan pemulihan lahan berupa upaya konservasi dalam bentuk hutan rakyat. Hutan rakyat dikembangkan pada lahan-lahan milik penduduk dengan dibudidayakan tanaman keras yang produktif, seperti: jati, sengon, dan akasia.

(3) Kerusakan lahan akibat penambangan

Hampir di seluruh wilayah Perbukitan Baturagung terdapat aktivitas penambangan rakyat, yang tersebar secara setempat-setempat, dan berbeda-beda antara satu tempat dengan tempat lainnya, tergantung jenis potensi bahan galian yang ada. Selama survei lapangan, dijumpai aktivitas penambangan yang dominan berupa: penambangan batu tuff napalan di Ngoro-oro Kecamatan Patuk, penambangan zeolit (lempung hijau) di Terbah Kecamatan Patuk, di Kaligesing Kecamatan Gedangsari dan sekitarnya, penambangan breksi batupasir di Jentir Kecamatan Ngawen, dan di Ngijo serta Bangunsari Kecamatan Semin sebagai bahan ornamen, penambangan batupasir tufaan di Serut Kecamatan Gedangsari, dan di Sambirejo Kecamatan Ngawen, penambangan breksi batuapung di beberapa lokasi, dan masih banyak lagi lokasi penambangan rakyat yang tersebar di seluruh wilayah kajian ini. Menurut data dari Dinas Perekonomian, Sub Dinas Pertambangan Kabupaten Gunungkidul tahun 2003, potensi pertambangan bahan galian golongan C disajikan dalam Tabel 4. Berdasarkan hasil peninjauan lapangan, beberapa lokasi penambangan dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

Berdasarkan hasil pendataan, terdapat 11 jenis bahan galian di Zona

Perbukitan Baturagung, yaitu: kalkarenit (batugamping berlapis kasar), breksi batuapung, batupasir tufaan, andesit, breksi andesit, pasir urug, batupasir, trass, lempung trass, kaolin, dan zeolit. Sebagian besar penambangan bersifat tradisional atau penambangan rakyat, yang meliputi:

- (a) Kecamatan Patuk: kalkarenit, breksi batuapung, batupasir tufaan, andesit, breksi andesit, dan batupasir;
- (b) Kec. Gedangsari: kalkarenit, batupasir tufaan, andesit, breksi andesit, batupasir, dan zeolit;
- (c) Kecamatan Nglipar: kalkarenit, pasir urug, dan lempung tras;
- (d) Kecamatan Ngawen: kalkarenit, breksi batuapung, batupasir, lempung tras, dan zeolit;
- (e) Kecamatan Semin: kalkarenit, breksi batuapung, batupasir tuff, trass, kaolin;
- (f) Kec. Ponjong (utara): breksi batuapung dan lempung batugamping.

Berdasarkan data di atas, dapat dikatakan bahwa potensi bahan galian khas dan aktivitas penambangan yang banyak terdapat di Zona Perbukitan Baturagung adalah kalkarenit (batugamping berlapis kasar), breksi batuapung, batupasir tufaan, dan zeolit. Menurut data dari instansi terkait (Sub Dinas Pertambangan Kabupaten Gunungkidul, 2004) dan hasil pengamatan lapangan pada 33 titik pengamatan yang dikonsentrasikan di zona utara, maka dapat ditentukan zonasi wilayah penambangan yang berpengaruh terhadap kerusakan lahan. Zonasi wilayah penambangan ini disusun atas dasar jenis bahan galian tambang dominan, tingkat atau aktivitas penambangan, dan tingkat kerusakan lahan akibat kegiatan penambangan tersebut (Kapedal Kabupaten Gunungkidul, 2004). Mengacu pada ketiga pertimbangan tersebut, maka zona wilayah penambangan dan tingkat kerusakan lahan

Tabel 4. Potensi Pertambangan Bahan Galian Golongan C di Kabupaten Gunungkidul

Bahan Galian	Potensi (M ³)	Luas Area (Ha)	Lokasi	Kegunaan
1. Keprus Batugamping terumbu lunak	83.728.919	4.330,722	Ponjong, Semanu, Paliyan, Saptosari, Rongkop	Kelompok Batugamping: Bahan pondasi bangunan, tanah urug, pengerasan jalan, ornamen/hiasan, tegel, umpak, tungku, agregat beton, industri cat, obat-obatan, pasta gigi, pemutih, semen, industri kertas, pengolah karet, industri kaca, dan penetralisir keasaman tanah.
2. Bedes Batugamping terumbu keras	17.058.325.809	67.552,569	Ponjong, Semanu, Tepus, Rongkop, Girisubo, Panggang, Paliyan, Saptosari, Tanjungsari, Tepus	
3. Kalsilit Batugamping berlapis halus	42.045.107	12.486,741	Playen, Paliyan	
4. Kalkarenit Batugamping berlapis kasar	308.884.509	19.657,749	Gedangsari, Semin, Patuk, Nglipar, Ngawen, Playen, Wonosari, Semanu, Karangmojo	
5. Breksi Batuapung	2.050.024.291	3.139,258	Patuk, Ngawen, Semin, Ponjong, Karangmojo, Tepus	Kelompok Blok: Bahan beton ringan, batubara ringan, genteng, kondensasi, kedap suara, pemoles, penggosok, isolator, industri cat, logam, plastik, kosmetik, meubel, pasta gigi, karet, kulit, kaca, keramik, aditif, ornamen, tegel, arca, umpak, saringan air, penjernih minyak goreng, dan industri konveksi.
6. Batupasir Tufaan	3.777.269.241	12.907,864	Patuk, Gedangsari, Semin	Kelompok Split: Bahan pondasi bangunan, pembuatan jalan, dan agregat beton
7. Andesit	7.923.026	176,690	Patuk, Gedangsari, Girisubo	
8. Breksi Andesit	1.017.193.560	5.443,808	Patuk, Gedangsari	Kelompok Pasir & Kerikil: Bahan bangunan, agregat beton, perkerasan jalan, ornamen taman, genteng, urugan.
9. Pasir Urug	2.972.000	940,095	Nglipar	
10. Batupasir	1.686.290.000	1.922,700	Patuk, Nglipar, Gedangsari, Ngawen	Bahan batako, genteng, tegel, dan semen.
11. Trass	9.007.231	647,667	Semin, Girisubo	
12. Lempung Batugamping	1.571.069	75.044,136	Ponjong, Semanu, Wonosari, Karangmojo	Bahan gerabah, batubata merah, genteng, keramik, dan semen
13. Lempung Tras	411.250	459,482	Nglipar, Ngawen	
14. Kaolin	4.840.500	1.330,053	Semin	Bahan industri keramik, cat, dan kosmetik
15. Pasir Kwarsa	3.229.167	8.028	Ponjong, Semanu	Bahan industri gelas, kaca, semen, kimia, refractory, keramik, logam, pemboran minyak

Lanjutan Tabel 4.

Bahan Galian	Potensi (M ³)	Luas Area (Ha)	Lokasi	Kegunaan
16. Zeolit	55.000.000	1.330,053	Gedangsari, Ngawen	Bahan bangunan, perkerasan jalan, batubata, pakan ternak, pengisap limbah, semen, ornamen, keasaman tanah, katalis, industri kertas, karet, plastik, cat, lem.
17. Kalsedon	-	-	Ponjong	Batu mulia, akik, manik-manik, kosmetik
18. Kalsit	-	-	Kawasan karst	Bahan industri cat, obat, pasta gigi, pemutih, dll
19. Phospat	-	-	Ponjong	Bahan pupuk

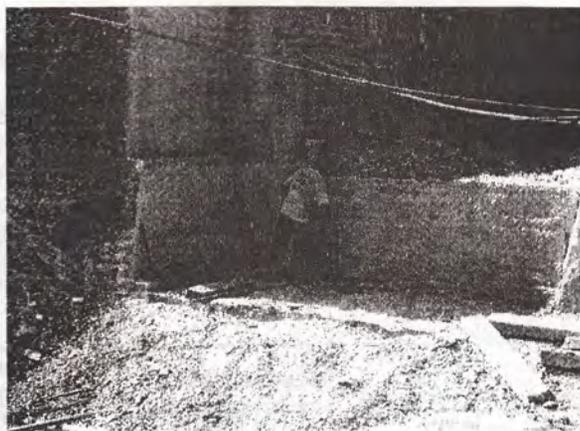
Sumber: Dinas Perekonomian, Sub Dinas Pertambangan, Kabupaten Gunungkidul, 2003

yang terjadi dikelompokkan menjadi 3 klas (Gambar 10), yaitu:

- (1) Zona penambangan dengan intensitas tinggi (intensif), umumnya terjadi pada daerah-daerah dengan aktivitas penambangan batupasir tuff Formasi Kebo Butak di sekitar Desa Serut Kecamatan Gedangsari, serta sebagian batupasir tuff gampingan Formasi Oyo di sekitar Desa Candirejo Kecamatan Semin, dan Desa Sambirejo Kecamatan Ngawen. Zona ini meliputi area seluas 1.958,58 Ha. Pengaruh intensitas penambangan pada zona ini menyebabkan lahan-lahan menjadi rusak dengan tingkat kerusakan lahan tinggi atau berat, banyak lubang-lubang bekas penambangan yang dibiarkan begitu saja, tidak teratur, dan morfologi permukaan lahan berubah total.
- (2) Zona penambangan dengan intensitas sedang, umumnya juga terjadi pada banyak daerah penambangan Batupasir tuff mulai dari Desa Sampang, Hargomulyo, Watugajah, Mertelu, dan Tegalorejo Kecamatan Gedangsari, Desa Tancep, Jurangjero, dan Sumberejo Kecamatan Ngawen; daerah penambangan Zeolit (lempung hijau) dari

Formasi Kebo Butak di Desa Terbah Kecamatan Patuk, sebagian Desa Sampang, Hargomulyo, dan Mertelu Kecamatan Gedangsari, Desa Sambirejo Kecamatan Ngawen; serta daerah penambangan Kaolin dari lapukan endapan tuff Panggung Masif di Rejosari Kecamatan Semin. Zona ini meliputi area seluas 6.922 Ha. Pengaruh penambangan ini menyebabkan lahan-lahan terancam rusak (potensial rusak atau telah rusak dalam skala sedang), tetapi masih dapat ditoleransi atau diperbaiki dengan mudah, yaitu dengan menjadikan bekas daerah tambang sebagai lahan-lahan tegalan berteras, karena memang tingkat penambangan ini tidak begitu besar.

- (3) Zona penambangan dengan intensitas rendah atau sangat rendah, terjadi di luar daerah kedua zona di atas, yaitu pada daerah lain dengan bentuk penambangan bahan-bahan galian volkan tua, seperti: breksi, breksi andesit, breksi batuapung, kalkarenit, lempung, dan pasir urug. Lokasi penambangan pada zona ini bersifat setempat-setempat dan menyebar, dengan area yang sempit, yang tersebar



Gambar 8. Penambangan Batupasir Tufaan di Desa Serut Kecamatan Gedangsari sebagai Bahan Baku Bangunan Rumah (Umpak) dan Ornamen.



Gambar 9. Penambangan Batupasir Tufaan yang Sangat Intensif di Desa Jurug Kecamatan Ngawen sebagai Bahan Baku Bangunan Rumah (Umpak) dan Ornamen.

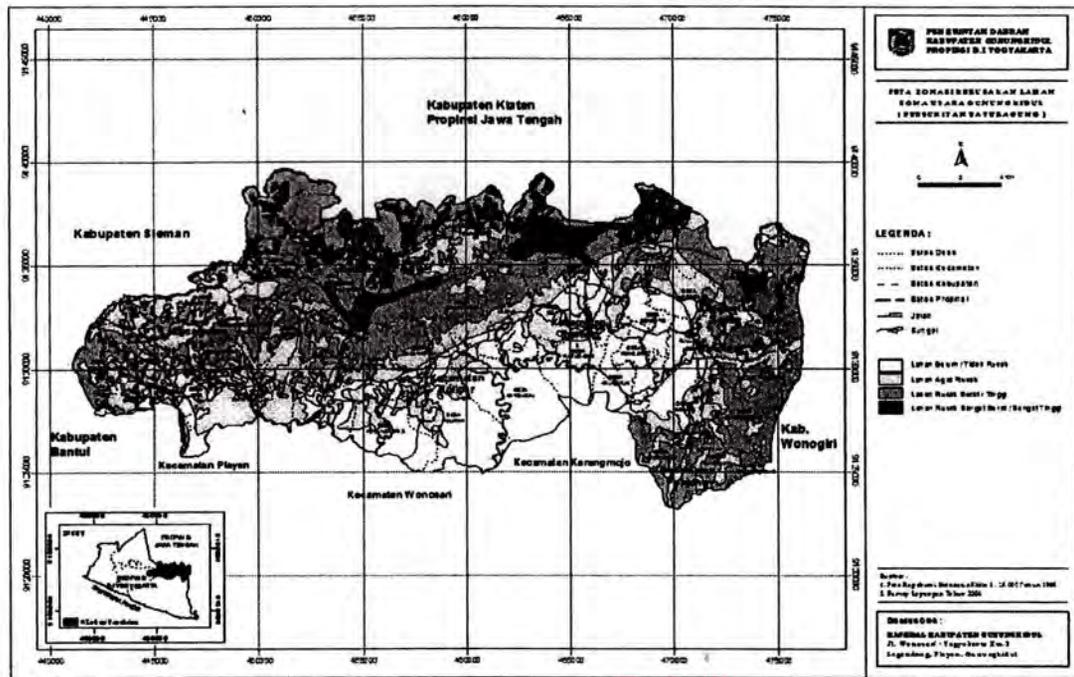
di bagian tengah dan selatan dari Zona Perbukitan Baturagung, mulai dari Kecamatan Patuk, Nglipar, Ngawen, Ponjong hingga Semin, meliputi area terluas sebesar 27.033,45 Ha.

Zonasi Kerusakan Lahan di Zona Perbukitan Baturagung

Kerusakan lahan dapat diartikan sebagai batas berubahnya karakteristik lahan secara alami akibat faktor-faktor tertentu atau berbagai faktor yang bersifat alami maupun akibat pengaruh aktivitas manusia, sehingga tidak dapat berfungsi atau mengalami penurunan fungsi sesuai peruntukannya (*Definisi dijabarkan dengan*

mengacu pada kriteria kerusakan lingkungan Keputusan Gubernur Nomor 63 tahun 2003). Kerusakan lahan merupakan pemicu kerusakan lingkungan secara umum, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik faktor alami maupun akibat aktivitas manusia dalam mengolah lahan.

Zonasi kerusakan lahan merupakan upaya untuk menyusun suatu mintakat (pemintakatan) tingkat dan jenis kerusakan lahan berdasarkan satu atau lebih faktor penentu kerusakan lahan. Metode yang dapat diterapkan dalam kegiatan pemintakatan tersebut adalah melalui teknik tumpang susun (*overlay*) dan penilaian dengan harkat tertentu untuk setiap faktor



Gambar 11. Peta Zona Kerusakan Lahan di Zona Perbukitan Baturagung

Lahan-lahan yang rusak berat menempati area terluas mencapai 13.588,48 Ha (37,81%) dari seluruh luas wilayah kajian. Rusaknya lahan pada kelompok ini dipengaruhi oleh kondisi fisik lahan yang berupa perbukitan dengan lereng curam, lahan kritis hingga sangat kritis, ancaman bahaya longsor tinggi, dan dipicu oleh adanya aktivitas penambangan rakyat yang cukup potensial merusak lahan, khususnya berupa penambangan batupasir tufaan, zeolit, dan kaolin, yang tersebar di seluruh wilayah kajian meliputi: sebagian Kecamatan Patuk bagian Tengah, sebagian besar Kecamatan Gedangsari, sebagian Kecamatan Ngawen bagian utara, sebagian besar Kecamatan Semin, dan Ponjong bagian utara.

Lahan-lahan yang rusak sangat berat menempati area seluas 3.115,58 Ha (8,67%) yang merupakan luasan terkecil di Zona Perbukitan Baturagung. Rusaknya

lahan pada kelompok ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas penambangan yang sangat intensif, khususnya batupasir tufaan, ancaman bahaya longsor lahan yang intensif pula, serta kondisi fisik yang berupa perbukitan struktur dengan lereng dan igir-igir dan sangat curam, serta kondisi lahan yang sangat kritis. Lahan ini tersebar di bagian utara Zona Perbukitan Baturagung, meliputi: sebagian Desa Terbah Kecamatan Patuk, Desa Serut, Hargomulyo, Watugajah, dan Tegalrejo Kecamatan Gedangsari, Desa Tancep, Jurangjero, dan Sambirejo Kecamatan Ngawen, serta Desa Candirejo Kecamatan Semin.

Cara Penanganan Kerusakan Lahan di Zona Perbukitan Baturagung

Cara penanganan kerusakan lahan berbeda-beda untuk setiap penyebab kerusakan, seperti pada daerah rawan bahaya longsor lahan, lahan kritis, maupun lokasi penambangan. Sistem penang-

gulungannya dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu cara mekanik dan cara vegetatif. Cara mekanik adalah perlakuan fisik mekanis yang dikerjakan dengan tujuan mengurangi gaya pendorong atau menambah gaya penahan dari massa tanah atau batuan yang bergerak, sedangkan cara vegetatif adalah penanaman pohon tertentu yang bersifat konservatif pada kelerengan tertentu, dan penerapan cara bercocok tanam yang tepat untuk dilakukan pada daerah berbukit atau lereng-lereng perbukitan yang berpotensi rusak dengan tujuan untuk menjaga kestabilan lereng dan meningkatkan fungsi konservatif.

a. Cara penanganan kerusakan lahan akibat bahaya longsor lahan

Salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan dalam penanggulangan bahaya longsor adalah aspek mitigasi. Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa setiap macam penggunaan lahan mempunyai pengaruh terhadap kerusakan lahan, sehingga upaya mitigasi dan konservasi merupakan satu kesatuan yang utuh dalam upaya penanggulangan bahaya longsor lahan. Mitigasi adalah suatu tindakan sebelum bencana terjadi yang bertujuan untuk mengurangi semaksimal mungkin kerugian harta benda atau korban jiwa. Dalam mitigasi diupayakan agar efek fisik, sosial, dan ekonomi dari bencana alam dapat dikelola dengan baik dan tepat, sehingga masih memberikan kontribusi terhadap pembangunan jangka panjang. Mitigasi merupakan bagian dalam siklus penanganan bencana.

Konservasi mengandung pengertian upaya perlindungan dan pengelolaan sumberdaya alam (khususnya yang terbaharui) dengan maksud untuk mendukung kelestarian fungsi lingkungan. Pengertian ini

secara umum mensyaratkan adanya perencanaan dan pengendalian dengan tujuan untuk mempertahankan keseimbangan dalam penggunaan lahan atau stabilitas ekosistem. Tindakan konservasi yang dapat dilakukan terutama konservasi secara vegetatif, dengan menggunakan tanaman pelindung yang dapat memperkecil kemungkinan terjadinya longsor. Tanaman pelindung yang digunakan juga harus disesuaikan dengan kemampuan medan setempat dan diupayakan tanaman yang mudah untuk dibudidayakan. Metode vegetatif yang dilakukan ditujukan untuk mengurangi efek dari air hujan yang dapat memicu terjadinya longsor. Tanaman yang dapat digunakan adalah tanaman yang memiliki kemampuan mengikat agregat tanah secara kuat (sistem perakaran kuat), sehingga tidak mudah bergerak dan dapat menyimpan air dalam jumlah cukup banyak, serta tanaman yang relatif ringan (tidak membebani lahan). Tanaman tersebut juga harus mampu menguapkan air (transpirasi) relatif cepat dan cukup besar. Hal ini dimaksudkan agar tanah tidak mengalami pembebanan berlebih akibat suplai air hujan dan beban dari vegetasi tersebut. Contoh tanaman yang memiliki kemampuan transpirasi cukup tinggi adalah Lamtoro (*L. leucocephala*) yang memiliki laju transpirasi rata-rata per tahun sebesar 3.000 s.d. 4.000 mm, dan Krinyu (*E. pallescens*) yang memiliki laju transpirasi rata-rata 1.600 s.d. 2.000 mm per tahun. Tanaman ringan dengan perakaran baik adalah bambu, sedangkan tanaman dengan perakaran baik tetapi berat adalah sono dan jati, yang lebih cocok diterapkan pada lahan yang tidak terlalu miring.

Selain upaya vegetatif, pada tempat-tempat tertentu juga perlu dilakukan konservasi secara mekanik. Penerapan

sistem mekanik ini dapat dilakukan pada semua lokasi yang telah mengalami perubahan morfologi akibat pengaruh aktivitas manusia, misalnya pada tebing-tebing curam hasil penggalian. Satu hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam penerapan sistem konservasi secara mekanik adalah aspek biaya dan konstruksi. Pada prakteknya, untuk menekan masalah biaya sebaiknya bahan yang digunakan sedapat mungkin menggunakan bahan-bahan lokal

yang tidak terlampau mahal. Adapun untuk aspek konstruksi, dapat berkonsultasi dengan pihak terkait yang menguasai hal tersebut, dan diusahakan konstruksinya sederhana dan mudah dikerjakan oleh masyarakat setempat, sehingga untuk keberlanjutan praktek konservasi tersebut dapat dilakukan oleh masyarakat sendiri. Adapun arahan sistem konservasi lahan untuk masing-masing kecamatan di Zona Perbukitan Baturagung disajikan dalam

Tabel 5. Arahan Sistem Konservasi Lahan di Zona Perbukitan Baturagung

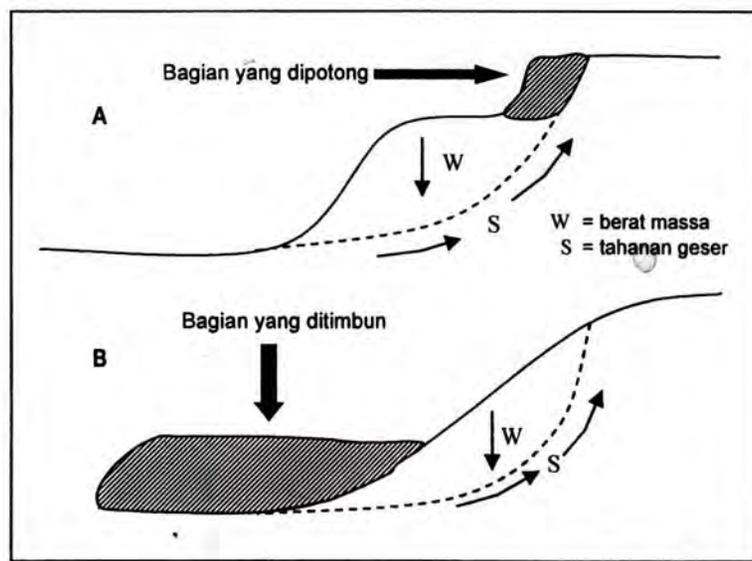
Kecamatan	Tingkat Kerawanan	Tipe Longsor	Penggunaan Lahan Dominan	Arahan
Patuk	Sedang Tinggi	Longsoran Tanah Rayapan Tanah Longsoran Batuan	Tegalan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vegetatif ▪ Penambatan batuan ▪ Penambatan tanah ▪ Mengendalikan air permukaan ▪ Mengendalikan air rembesan
Gedangsari	Tinggi Sangat tinggi	Jatuhan Batuan Longsoran Batuan Robohan Batuan	Tegalan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vegetatif ▪ Penambatan batuan ▪ Mengendalikan air permukaan ▪ Mengendalikan air rembesan
Nglipar	Sedang Tinggi	Nendatan (<i>slump</i>) Rayapan Tanah	Tegalan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vegetatif ▪ Penambatan tanah ▪ Mengendalikan air permukaan ▪ Mengendalikan air rembesan
Ngawen	Sedang Tinggi	Jatuhan Batuan Robohan Batuan Rombakan Massa	Tegalan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penambatan batuan ▪ Mengendalikan air permukaan ▪ Mengendalikan air rembesan
Semin	Sedang	Jatuhan Batuan Robohan Batuan Rombakan Massa	Tegalan Sawah irigasi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penambatan batuan ▪ Mengendalikan air permukaan ▪ Mengendalikan air rembesan
Ponjong	Sedang	Longsoran Batuan Jatuhan Batuan Rombakan Massa	Tegalan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penambatan batuan ▪ Penambatan tanah ▪ Mengendalikan air permukaan ▪ Mengendalikan air rembesan

Sumber: Bappeda Kabupaten Gunungkidul, 2001 dan Hasil Analisis, 2004

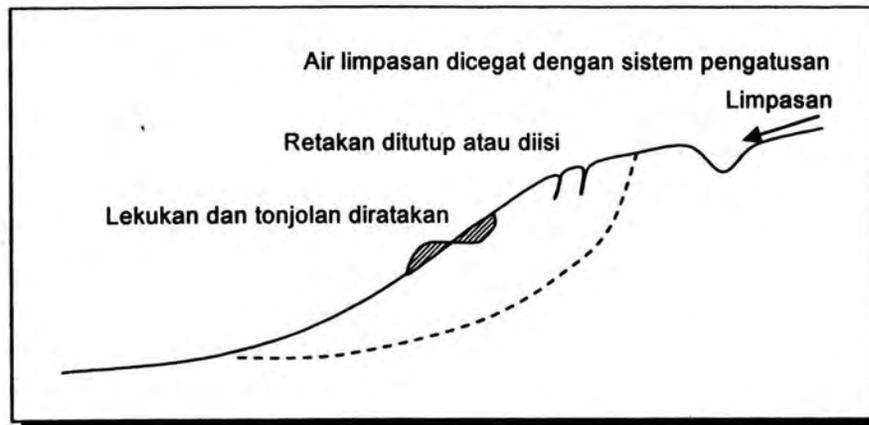
Hal lain yang dapat dilakukan dalam penerapan sistem penanggulangan bahaya longsor adalah dengan menerapkan sistem peringatan dini (*early warning system*). Sistem peringatan dini dapat diterapkan dengan memperhatikan gejala-gejala alam yang tampak, seperti adanya gerakan tanah atau longsor dalam skala kecil, adanya retakan-retakan pada lereng bagian atas, pohon-pohon yang tumbuhnya miring atau tiang listrik yang miring pada lahan yang datar, atau hujan yang melebihi batas tertentu. Apabila di lokasi pengamatan ditemukan gejala-gejala tersebut, maka masyarakat setempat dapat segera waspada terhadap kemungkinan terjadinya longsor dalam skala besar. Jika diperlukan, masyarakat dapat diminta untuk mengungsi sementara waktu ke tempat lain yang lebih aman untuk menghindari jatuhnya korban jiwa. Berbagai contoh penanggulangan bahaya longsor lahan secara mekanik disajikan dalam Gambar 12, 13, 14, 15, dan Gambar 16, sedangkan cara vegetatif yang dapat diterapkan berupa teras bangku (Gambar 17) dan teras miring (Gambar 18).

b. Cara penanganan kerusakan lahan akibat lahan kritis

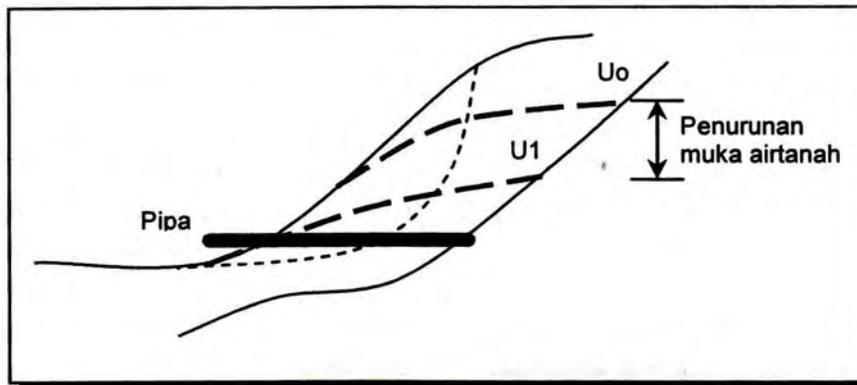
Faktor utama penyebab kekritisian lahan di Zona Perbukitan Baturagung adalah kondisi topografi yang berupa perbukitan struktural dengan lereng curam hingga sangat curam, jenis batuan penyusun yang merupakan batuan vulkanik tua yang miskin hara dan tidak mudah lapuk, sehingga pembentukan tanah sangat lambat yang menyebabkan solum tanah tipis langsung kontak batuan induk, banyak singkapan batuan di permukaan lahan, pelapisan batuan yang relatif sejajar kemiringan lereng yang juga menyebabkan proses erosi dan longsor lahan intensif, dan lebih dipacu lagi oleh jenis penggunaan lahan yang berupa tegalan, serta aktivitas penambangan yang semakin meningkat. Kondisi lahan yang demikian, maka sistem penanggulangan atau pengelolaan yang paling tepat sekaligus memberikan nilai ekonomi pada masyarakat adalah konservasi lahan secara vegetatif dalam bentuk pengembangan Hutan Rakyat. Hal ini sangat mendukung juga program Dinas



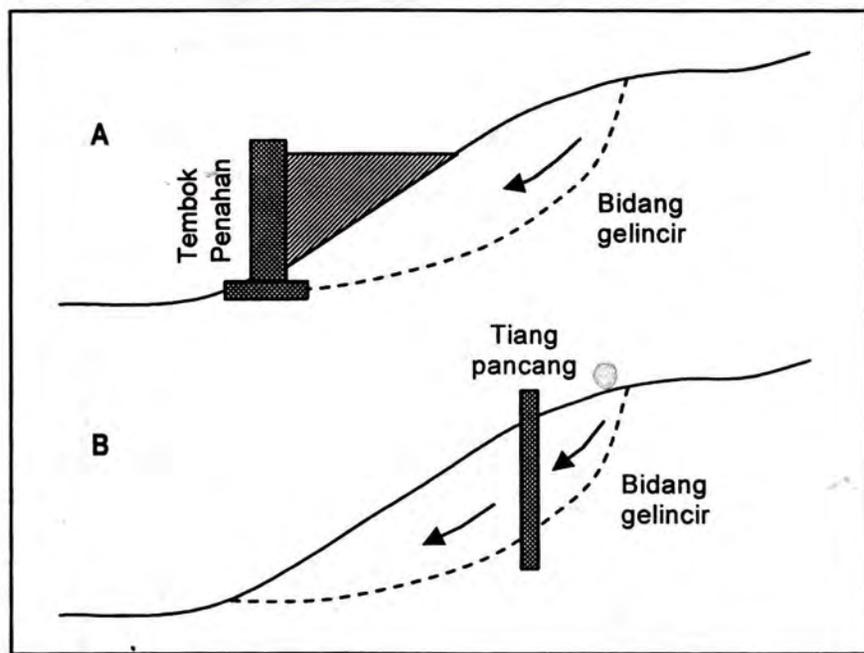
Gambar 12. Sistem Pematangan Lereng (A) dan Penimbunan Kaki Lereng (B) untuk Penanggulangan Longsor Lahan tipe Rotasi



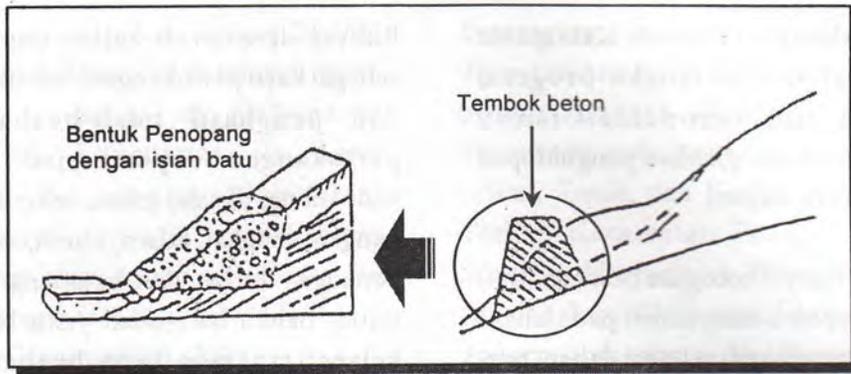
Gambar 13. Sistem Pengendalian Aliran Permukaan



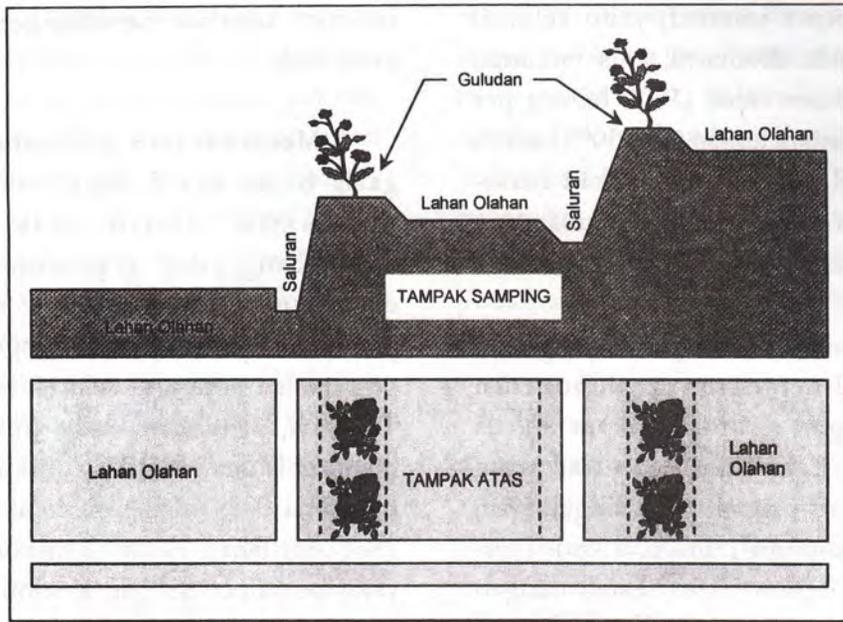
Gambar 14. Sistem Pengendalian Air Rembesan



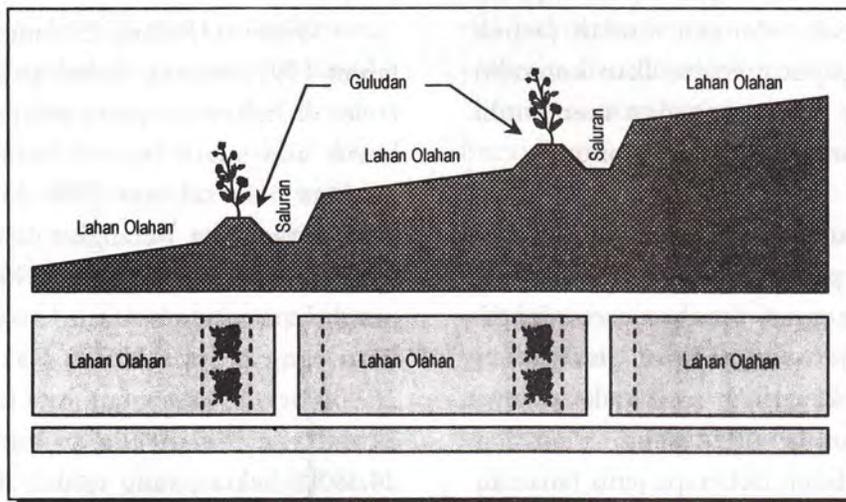
Gambar 15. Sistem Penambatan dengan Tembok Penahan (A) dan Tiang Pancang (B) untuk Menahan Gerakan Tanah Gelinciran



Gambar 16. Sistem Penambatan dengan Penopang Isian Batu untuk Menahan Gerakan Batuan



Gambar 17. Konstruksi Konservasi Vegetatif Sistem Teras Bangku



Gambar 18. Konstruksi Konservasi Vegetatif pada Lahan Miring ($<20\%$)

Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Gunungkidul dalam rangka program penghijauan yang berorientasi ramah lingkungan dan meningkatkan penghidupan sosial di wilayah kajian.

Hutan Rakyat sebagian besar ($\pm 70\%$) dikembangkan oleh masyarakat pada lahan-lahan tidak produktif sebagai lahan pertanian dan lahan-lahan kritis dengan resiko bahaya erosi tinggi. Bentuk pengembangan Hutan Rakyat pada lahan-lahan tersebut dilakukan secara intensif, yaitu seluruh lahan yang ada ditanami jenis tanaman kehutanan secara rapat (1600 batang per hektar). Sementara luasan yang 30% lainnya dari Hutan Rakyat dikembangkan bersamaan dengan komoditas perkebunan dan pertanian tanaman pangan (*socio-agroforestry*).

Pada dasarnya jenis pohon yang akan digunakan dalam program penghijauan dan pengembangan Hutan Rakyat harus memenuhi beberapa kriteria yang menyangkut tiga aspek yaitu lingkungan, sosial dan ekonomi (Simon, 1995). Jenis pohon yang dipilih harus sesuai dengan keadaan iklim, jenis tanah dan kesuburan serta fisik wilayah (aspek lingkungan); cepat menghasilkan dan dapat dibudidayakan oleh masyarakat dengan mudah (aspek sosial); dan dapat menghasilkan komoditi yang mudah dipasarkan dan memenuhi bahan baku industri (aspek ekonomi).

Jenis tanaman dipilih yang bermanfaat langsung pada masyarakat dan berfungsi sebagai konservasi tanah secara efektif. Pemilihan jenis tanaman ditentukan berdasarkan keperluan masyarakat, harga kayu di pasaran, teknik pengolahan dan ketersediaan bibit. Beberapa jenis tanaman kayu-kayuan yang banyak ditanam oleh masyarakat dalam pengembangan Hutan

Rakyat di wilayah kajian dapat dipilah sebagai kayu pertukangan, bahan bangunan dan penghasil buah-buahan. Kayu pertukangan seperti: jati, mahoni, sonokeling, akasia, johar, sengon, wadang, nangka, sungkai, salam, mindi, asam, laban, kenanga, durian dan ketapang. Tanaman untuk bahan bangunan yaitu bambu dan kelapa; tanaman buah-buahan seperti: mlinjo, mangga, duwet, coklat, kopi, cengkeh, rambutan, petai, durian, duku, sukun, jambu biji dan jambu air. Jenis-jenis tanaman tersebut memiliki pertumbuhan yang baik.

Mengenai pola penanaman, secara garis besar ada 3 (tiga) macam pola penanaman Hutan Rakyat yang berkembang, yaitu: (i) penanaman pohon di sepanjang batas lahan milik; (ii) penanaman pohon di teras bangku; dan (iii) penanaman pohon di seluruh lahan milik. Ternyata, pemilihan ketiga pola tersebut menurut Munawar (1986) dilakukan secara bijaksana dengan memperhatikan potensi ekonomi lahan miliknya masing-masing yang berkaitan dengan kesuburan tanah, topografi dan keadaan berbatu serta persediaan tenaga kerja keluarga.

Menurut Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999, tentang Pokok-pokok Kehutanan di Indonesia, suatu wilayah minimal harus ada suatu luasan hutan dengan kualitas baik sebesar 30% dari seluruh wilayah yang ada. Berangkat dari peraturan tersebut, maka Kabupaten Gunungkidul masih harus membangun kawasan hutan baru yang berupa Hutan Rakyat seluas 26.000 hektar; sementara luas lahan hutan aktual yang telah ada saat ini sebesar 24.393,5 hektar, yang terdiri atas: Hutan Negara seluas 13.221,5 hektar dan Hutan Rakyat seluas 11.172 hektar. Hutan Rakyat

baru yang direncanakan seluas 26.000 hektar ini dapat dibangun di seluruh lahan kritis yang tersebar di Kabupaten Gunungkidul, khususnya di Zona Perbukitan Baturagung. Sementara kekurangannya dapat mengembangkan kembali lahan-lahan hutan potensial yang luasnya mencapai 50.144 hektar (NSALHD Kabupaten Gunungkidul, 2001).

c. Cara penanganan kerusakan lahan akibat penambangan

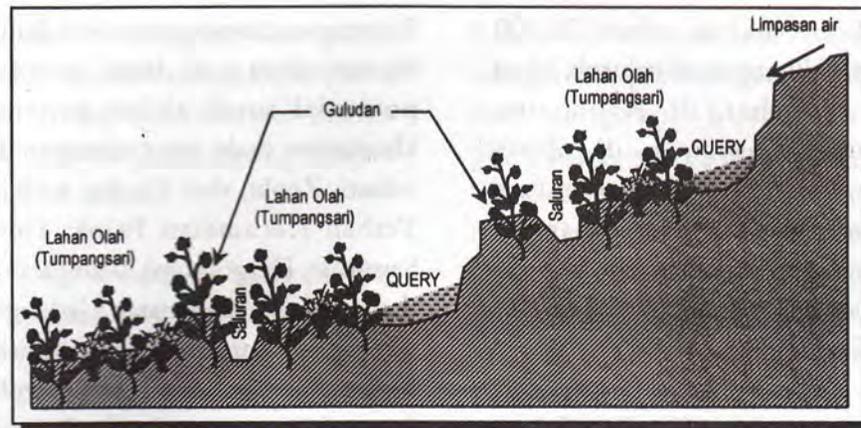
Upaya pengelolaan lahan akibat penambangan rakyat dapat dikelompokkan ke dalam 2 cara, yaitu: sebelum penambangan dimulai dalam bentuk perencanaan teknis atau design wilayah penambangan, dan setelah penambangan berhenti (pasca penambangan) dalam bentuk reklamasi wilayah bekas penambangan. Sebelum perencanaan teknis atau penyusunan design lokasi penambangan, sebaiknya dilakukan penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Penambangan di Zona Perbukitan Baturagung. Perencanaan tata ruang ini ditujukan untuk menentukan lokasi-lokasi potensial penambangan sesuai jenis bahan galian yang ada, luas dan batas-batas wilayah yang boleh ditambang, serta upaya pengembangan sarana-prasarana wilayah penambangan. Setelah rencana tata ruang wilayah penambangan tersusun, selanjutnya ditindalanjuti dengan penyusunan design penambangan pada setiap lokasi tambang, yang didalamnya memuat volume penambangan, cara atau teknis menambang, peralatan yang digunakan, serta model reklamasi lahan bekas penambangan.

Hal yang paling mendasar dan mendesak kaitannya dengan pengelolaan lahan bekas penambangan atau lahan-lahan yang sedang ditambang di Zona Perbukitan

Baturagung, seyogyanya ditekankan atau diprioritaskan pada lahan yang rusak atau potensial rusak akibat penambangan, khususnya pada penambangan Batupasir tuffaan, Zeolit, dan Kaolin, meliputi: Desa Terbah Kecamatan Patuk, Desa Serut, Sampang, Hargomulyo, Watugajah, Mertelu, dan Tegalrejo Kecamatan Gedangsari, Desa Tancep, Jurangjero, dan Sambisari Kecamatan Ngawen, serta Desa Candirejo dan Rejosari Kecamatan Semin. Pengelolaan lahan di wilayah-wilayah penambangan ini sebaiknya diselaraskan dengan konsepsi konservasi lahan yang berorientasi ekonomi masyarakat juga, dalam bentuk *social-agroforestry*, maksudnya pengembangan konservasi mekanik-vegetatif yang merupakan keterpaduan antara Hutan Rakyat dengan pengembangan pertanian atau perkebunan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar.

Konservasi mekanik yang dapat diterapkan dibedakan atas jenis bahan tambang dan pola penambangan. Untuk jenis bahan tambang Batupasir tuff, maka teknik konservasi yang baik untuk diterapkan adalah bentuk teras bangku bersaluran, yaitu dengan menimbun lubang-lubang bekas penambangan dengan material hancuran bekas tambang dan tanah yang ada dan dibentuk teras bangku, yang dikombinasikan dengan sistem *query* (kolom berair) sebagai tampungan limpasan permukaan akibat air hujan, dan penanaman vegetatif pada guludan serta lahan olahan secara tumpangsari (*agroforestry*) antara tanaman hutan produktif atau perkebunan yang sesuai dengan tanaman pertanian semusim seperti polowijo, seperti Gambar 19.

Berdasarkan konstruksi tersebut, dapat dijelaskan bahwa air hujan yang jatuh



Gambar 19. Konstruksi Kombinasi antara Teras Bangku, *Query* (kolom berair), *Social-Agroforestry* (Tumpangsari) dalam Pengelolaan Lahan Bekas Penambangan Batupasir Tuff.

di permukaan lahan bekas penambangan akan menjadi limpasan dan terkumpul pada kolom-kolom bekas penambangan (*query*) yang merupakan cadangan permukaan sebagai sumber air irigasi bagi tanaman semusim (polowijo) di bagian bawahnya yang terletak pada lahan olah dengan sistem tumpangsari bersama tanaman perkebunan (coklat atau kopi) atau Hutan Rakyat (jati, sengon atau sono). Untuk mencegah erosi dan longsor tanah, maka dibuat guludan bersaluran, yang pada guludan ditanami tanaman keras perkebunan sedangkan saluran untuk menampung limpasan permukaan sesaat dan mengendapkan sedimen yang terangkut. Rombakan batuan bekas penambangan dapat dicampur dengan tanah galian tambang dan seresah-seresah batugamping maupun zeolit sebagai pupuk dan penetral keasaman tanah, sehingga memungkinkan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Dengan demikian, rusaknya lahan bekas penambangan dapat diatasi yang bersifat konservatif terhadap tanah dan air, sekaligus bernilai ekonomi pertanian atau perkebunan, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar.

Sementara teknik konservasi mekanik dan vegetatif yang dapat diterapkan pada jenis penambangan dan pola penambangan Zeolit adalah teras berguludan biasa. Hal ini disebabkan karena penambangan Zeolit pada umumnya tidak begitu besar (kecil-kecil dan setempat-setempat), topografi relatif datar, tidak terlalu merubah morfologi permukaan lahan, dan tidak meninggalkan lubang-lubang besar. Oleh karenanya cara penanganannya cukup dengan menimbun kembali lubang-lubang kecil yang ada dengan tanah galian atau rombakan batuan bekas tambang dan meratakannya, yang kemudian dibentuk teras biasa berguludan, seperti disajikan dalam Gambar 20. Pada guludan dapat ditanami tanaman konservasi ringan, sedangkan pada terasnya yang datar dapat dimanfaatkan sebagai lahan olah untuk pertanian tanaman semusim lahan kering.

KESIMPULAN

Atas dasar permasalahan-permasalahan yang ada dan perumusan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa kerusakan



Gambar 20. Konstruksi Konservasi Mekanik Teras Guludan yang Dikombinasikan dengan Konservasi Vegetatif pada Lahan Bekas Penambangan Zeolit yang Relatif Datar.

lahan yang terjadi di Zona Perbukitan Baturagung dipengaruhi oleh 3 faktor utama, yaitu: kondisi topografi dan batuan yang memicu proses longsor lahan, dampak kondisi fisik lahan yang juga menimbulkan lahan-lahan kritis, serta diperparah lagi dengan adanya aktivitas penambangan rakyat yang tidak terarah dan tidak teratur, khususnya penambangan Batupasir tuff dan Zeolit. Berdasarkan ketiga faktor tersebut, maka di Zona Perbukitan Baturagung dapat dikelompokkan ke dalam 3 zonasi lahan yang rusak.

(1) Lahan *agak rusak* umumnya menempati lereng-lereng perbukitan bagian selatan atau lembah-lembah antar perbukitan di bagian utara Zona Perbukitan Baturagung. Rusaknya lahan dalam skala sedang dipengaruhi oleh kondisi lahan agak kritis dan kadang-kadang dijumpai bahaya longsor walaupun tidak begitu berarti (skala rendah, lokal, sempit dan kecil-kecil). Kelompok ini tersebar merata di seluruh wilayah kajian, yang menempati area seluas 10.163,58 Ha (28,28%) dari seluruh wilayah kajian, dan sebagian besar terdapat di Kecamatan Patuk dan Nglipar.

(2) Lahan-lahan yang *rusak berat* menempati area terluas mencapai 13.588,48 Ha (37,81%) dari seluruh luas wilayah kajian. Rusaknya lahan ini dipengaruhi oleh kondisi fisik lahan yang berupa perbukitan dengan lereng curam, lahan kritis hingga sangat kritis, ancaman bahaya longsor tinggi, dan dipicu oleh adanya aktivitas penambangan rakyat yang cukup potensial merusak lahan, khususnya berupa penambangan batupasir tuffaan, zeolit, dan kaolin, yang tersebar di seluruh wilayah kajian meliputi: sebagian Kecamatan Patuk bagian Tengah, sebagian besar Kecamatan Gedangsari, sebagian Kecamatan Ngawen bagian utara, sebagian besar Kecamatan Semin, dan Ponjong bagian utara.

(3) Lahan-lahan yang *rusak sangat berat* menempati area seluas 3.115,58 Ha (8,67%) yang merupakan luasan terkecil di Zona Perbukitan Baturagung. Rusaknya lahan pada kelompok ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas penambangan yang sangat intensif, khususnya batupasir tuffaan, ancaman bahaya longsor lahan yang intensif pula,

serta kondisi fisik yang berupa perbukitan struktur dengan lereng dan igir-igir dan sangat curam, serta kondisi lahan yang sangat kritis. Lahan ini tersebar di bagian utara Zona Perbukitan Baturagung, meliputi: sebagian Desa Terbah Kecamatan Patuk, Desa Serut, Hargomulyo, Watugajah, dan Tegalrejo Kecamatan Gedangsari, Desa Tancep, Jurangjero, dan Sambirejo Kecamatan Ngawen, serta Desa Candirejo Kecamatan Semin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kepada Kapedal Kabupaten Gunungkidul yang telah membiayai penelitian ini. Tak lupa ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Saudara Dr. Junun Sartohadi, M.Sc., Luthfi Muta'ali, MSP, dan Nurus Firdaus (asisten) yang telah membantu selama penelitian berlangsung. Semoga apa yang telah dihasilkan dalam penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengelolaan lahan di Zona Perbukitan Baturagung, Kabupaten Gunungkidul.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Kabupaten Gunungkidul - Fakultas Geografi, UGM, 2001, Kajian Longsor Lahan dan Cara Penanggulangannya di Kabupaten Gunungkidul, *Laporan Akhir*, Kabupaten Gunungkidul
- Bemmelen, R.W. van, 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol. IA, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, 2nd Edition, Martinus Nijhoff, the Hague
- BPS Kabupaten Gunungkidul, 2002, *Kabupaten Gunungkidul Dalam Angka*, Kabupaten Gunungkidul
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Gunungkidul, 2001, *Strategi Pembangunan Hutan Rakyat di Gunungkidul*, Kabupaten Gunungkidul
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Gunungkidul, 2003a, Data Lahan Kritis di Kabupaten Gunungkidul, *Laporan Tahunan*, Kabupaten Gunungkidul
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Gunungkidul, 2003b, Kegiatan Rehabilitasi Lahan Kabupaten Gunungkidul, *Laporan Tahunan*, Kabupaten Gunungkidul
- Dinas Perekonomian, Sub Dinas Pertambangan Kabupaten Gunungkidul, 2003, Potensi Pertambangan Bahan Galian Kabupaten Gunungkidul, *Laporan Tahunan*, Kabupaten Gunungkidul
- Kapedal Kabupaten Gunungkidul, 2004, Identifikasi Kerusakan Lahan dan Cara Pemulihan Kualitas Lingkungan Zona Utara (Perbukitan Baturagung), *Laporan Akhir*, Kabupaten Gunungkidul

IDENTIFIKASI LINGKUNGAN PERMUKIMAN KUMUH DI KOTA PEKANBARU RIAU

Identification of Settlements Quality in Pekanbaru Slums

Oleh:

M. Amin Sunarhadi, Dabroni, dan Priyono

Dosen Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

Telpon (0271) 717417 ext 151 Faksimili (0271) 715448

e-mail : sunarhadi_ums@yahoo.com

ABSTRACT

One of human basic needs is housing with high competitive situation caused increasing need of housing, spatial restriction, and economics factors. These influence to decreasing of housing quality then consequence to slums settlement. Undistributed population at Pekanbaru shown at Tangkerang Utara, Teluk Leok, and Meranti Pandak where slums are growing up.

The aim of this study is identifying slums area in Tangkerang Utara, teluk leok, and Meranti Pandak with spatial, complexity, and environmental approach. Data collected as primary and secondary data. There are 28 indicators to identified slums area and classified quality of settlements.

Results of this study shown that Tangkerang Utara have Medium Quality with typology as slums at center city, Teluk Leok have Low Quality with typology as slums at river side, and Meranti Pandak have Medium Quality with slums at urban fringe. This study also found that slums in Pekanbaru have spatial associated with low housing quality, community with low economic capacity, high density of population and building, bad sanitation, susceptible of fire and natural hazard, weakness of spatial planning implementation, and insufficient ratio of environmental settlement infrastructure. In pekanbaru, slums growth as continuous process.

Keyword : Slum, Housing, and Environmental Settlement.

PENDAHULUAN

Kebutuhan tempat tinggal merupakan salah satu kebutuhan dasar yang semakin lama semakin kompetitif. Kompetisi yang terjadi dikarenakan semakin sempitnya lahan yang dapat dimanfaatkan untuk tempat mukim tersebut. Pengaruh tidak langsung akibat dari kompetisi dalam perekonomian juga mengakibatkan munculnya permukiman yang secara kualitas tidak layak huni atau lebih sering disebut sebagai permukiman kumuh.

Menurut Sudaryono (1995) permukiman kumuh adalah daerah hunian yang legal (status hukumnya jelas) yang kondisi-

nya sudah sangat merosot atau merupakan daerah yang kepadatan penduduknya maupun bangunannya sudah melebihi daya dukung lingkungan (biasanya mencapai 1.000 orang per ha).

Ciri-ciri permukiman kumuh yang umum ditemui adalah padat dan berjubel penghuninya, berpenghasilan rendah, bangunan permukiman berkualitas rendah, kekurangan fasilitas, terisolasi dari permukiman masyarakat lainnya, penghuni bergaya hidup pedesaan karena sebagian besar penduduknya merupakan migran, dan umumnya menempati rumah berlokasi di sekitar pusat kota (Ramlan Subekti, 1984). Kepadatan tata letak, kualitas

bangunan, kualitas lingkungan, dan aspek yuridis merupakan komponen yang perlu dipertimbangkan dalam kajian permukiman kumuh.

Pengertian permukiman kumuh (*slum settlement*) sangat sering dikacaukan dengan permukiman liar (*squatters area*). Pengenalan permukiman kumuh selalu dikaitkan dengan kualitas fisik permukiman. Sedangkan permukiman liar selalu dikaitkan dengan legalitas lahan dimana bangunan berada.

Kota Pekanbaru merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang mengalami pertumbuhan pesat. Pertumbuhan demografi dan perekonomian yang pesat menjadikan Kota Pekanbaru sebagai magnet aktivitas perekonomian dan sosial. Kota Pekanbaru mempunyai batas daerah secara administratif dengan :

- sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Kampar,
- sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Pelalawan,
- sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Bengkalis, dan
- sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Kuantan Singingi.

Kota Pekanbaru terdiri atas 8 (delapan) kecamatan dan 48 kelurahan. Jumlah penduduk berdasar hasil Sensus Penduduk (SP) Tahun 2000 tidak kurang dari 1.048.916 jiwa dengan 113.071 rumah tangga. Luas Kota Pekanbaru adalah 0,631 km² dan menyangga 0,169 jiwa per km².

Angka kepadatan penduduk ini tidak merata di semua bagian, beberapa wilayah administrasi mengalami penumpukan jumlah penduduk dan aktivitas sosial ekonomi. Hal ini tampak sebagaimana pada

Kelurahan Meranti Pandak dan Teluk Leok di Kecamatan Rumbai serta Kel Tangkerang Utara di Kecamatan Bukit Raya. Perkembangan perkotaan dan kompetisi pemanfaatan ruang yang semakin kuat menjadikan bagian-bagian dari tiga kawasan tersebut tampak tidak tertata dan kurang mendukung bagi lingkungan permukiman yang sehat.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka diperlukan kajian untuk mengidentifikasi permukiman di tiga kawasan tersebut dan mengenali permasalahan mendasar yang selanjutnya menjadi bahan pengambilan langkah-langkah penyelesaiannya.

METODE

Secara geografis, pendekatan yang dipergunakan dalam kajian ini adalah (1) pendekatan keruangan (*spatial*) untuk menjangkau ketepatan perumusan aspek keruangan dalam melakukan identifikasi lokasi kawasan kumuh baik dari struktur maupun polanya keruangannya, (2) pendekatan kompleksitas wilayah untuk melihat keekaragaman unsur-unsur di dalam kawasan permukiman kumuh (kompleksitas) dalam hal ini terutama banyak berkaitan dengan komponen lokasi, bangunan, dan kependudukannya, dan (3) pendekatan lingkungan guna melihat obyek kekumuhan dengan keberadaan obyek sekitarnya (sarana/prasarana dasar) maupun asosiasi keruangannya dalam hal ini tipologinya.

Aspek kebutuhan dasar didekati melalui pendekatan *Locally Based Demand* yang digunakan untuk mendapatkan standar lokal mengenai rentang (*range*) kekumuhan. Melalui pendekatan tersebut

di atas maka identifikasi penentuan lokasi kumuh dilakukan dengan mempertimbangkan kekhasan wilayah (*specific area*) dimana dapat saja ditemukan kasus-kasus tertentu dimana terdapat nilai (*value*) yang berbeda (baik yang *tangible* maupun *intangible*).

Pendekatan-pendekatan tersebut mengarahkan kegiatan identifikasi untuk menemukan lokasi-lokasi kawasan permukiman kumuh tanpa meninggalkan adanya pertimbangan perbedaan kondisi wilayah (*differensiasi area*) dan semangat otonomi daerah dimana daerah mempunyai kemampuan dasar dalam melaksanakan

kegiatan peningkatan kualitas lingkungan permukiman kumuh.

Identifikasi dilakukan dengan menggunakan 28 indikator sebagaimana pada Tabel 1. Tingkat atau derajat kekumuhan suatu lingkungan permukiman adalah nilai yang menunjukkan kondisi lingkungan permukiman yang ukurannya adalah standar kelayakan pada setiap indikator. Nilai tersebut adalah konversi atas hasil perhitungan masing-masing indikator. Sebaran besaran atau nilai konversi tersebut adalah nilai 5 untuk kondisi sangat kumuh (SK), 4 untuk kondisi kumuh berat (KB), nilai 3

Tabel 1. Indikator Identifikasi Permukiman Kumuh dan Sebaran Nilai Konversi

Indikator	Satuan	Nilai					
		Sangat Kumuh	Kumuh Berat	Kumuh Sedang	Kumuh Ringan	Tidak Kumuh	
Ind-1 Legalitas Tanah (<i>Ketidaksesuaian dengan RUTR</i>)	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-2 Status Penguasaan Bangunan (<i>Persentase Jumlah KK yang Menyewa</i>)	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-3 Frekuensi Bencana Kebakaran	kejadian/th	> 7	5 – 6	3 – 4	1 – 2	0	
Ind-4 Frekuensi Bencana Banjir	kejadian/th	> 7	5 – 6	3 – 4	1 – 2	0	
Ind-5 Frekuensi Bencana Tanah Longsor	kejadian/3 th	> 7	5 – 6	3 – 4	1 – 2	0	
Ind-6 Tingkat Kepadatan Penduduk	Kota Metropolitan	jiwa/ha	> 750	750 – 701	700 – 601	600 – 501	500 – 251
	Kota Besar	jiwa/ha	> 500	500 – 451	450 – 351	350 – 251	250 – 151
	Kota Sedang	jiwa/ha	> 250	250 – 226	225 – 201	200 – 151	150 – 101
Ind-7 Rata-rata Anggota Rumah Tangga	jiwa/KK	> 13	11 – 13	8 – 10	5 – 7	< 5	
Ind-8 Jumlah KK tiap Rumah	KK/rumah	> 4	4	3	2	1	
Ind-9 Tingkat Pertumbuhan Penduduk	%	> 2,5	2,1 – 2,5	1,6 – 2,0	1,0 – 1,5	< 1,0	
Ind-10 Angka Kematian Kasar	‰	> 40	31 – 40	21 – 30	11 – 20	< 11	
Ind-11 Tingkat Kesehatan Gizi Balita	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-12 Angka Kesakitan Malaria	‰	> 20	16 – 20	11 – 15	6 – 10	< 6	
Ind-13 Angka Kesakitan Diare	‰	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-14 Angka Kesakitan Demam Berdarah	‰	> 20	16 – 20	11 – 15	6 – 10	< 6	
Ind-15 Tingkat Kualitas Bangunan	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-16 Tingkat Kepadatan Bangunan	unit/ha	> 200	151 – 200	101 – 150	51 – 100	< 51	
Ind-17 Tingkat Kelayakan Bangunan	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-18 Tingkat Penggunaan Luas Lantai	m ² /org	< 4,6	4,6 – 6,5	6,6 – 8,5	8,6 – 10,5	> 10,5	
Ind-19 Tingkat Pelayanan Air Bersih	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-20 Kondisi Sanitasi Lingkungan	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-21 Kondisi Persampahan	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-22 Kondisi Saluran Air Hujan/Drainase	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-23 Kondisi Jalan	%	> 70	51 – 70	31 – 50	11 – 30	< 11	
Ind-24 Besarnya Ruang Terbuka	%	< 2,5	2,5 – 5,0	5,1 – 7,5	7,6 – 10,0	> 10,0	
Ind-25 Tingkat Kemiskinan	%	> 35	26 – 35	16 – 25	6 – 15	< 6	
Ind-26 Tingkat Pendapatan Pendidikan	%	> 35	26 – 35	16 – 25	6 – 15	< 6	
Ind-27 Tingkat Pendidikan	%	> 15	11 – 15	6 – 10	1 – 5	0	
Ind-28 Tingkat Kerawanan Keamanan	kejadian/th	> 6	5 – 6	3 – 4	1 – 3	0	

Sumber : Pedoman Peningkatan Kualitas Lingkungan KIMPRASWIL (2003) dengan modifikasi penulis

untuk kondisi kumuh sedang (KS), nilai 2 untuk kondisi kumuh ringan (KR), dan nilai 1 untuk kondisi tidak kumuh (TK).

Pemberian bobot kelompok indikator dilakukan sebagai besaran yang diberikan pada masing-masing indikator untuk menunjukkan seberapa signifikan aspek indikator tersebut dalam menentukan tingkat atau derajat kekumuhan suatu lingkungan permukiman. Seringkali dalam pemberian bobot ini tergantung kepada preferensi seseorang ataupun kelompok masyarakat dalam memandang kondisi riil di lapangan yang berhubungan dengan tingkat kekumuhan yang ada, tergantung juga pada karakter khas masing-masing tipologi lingkungan permukiman. Tabel 2 memperlihatkan bagaimana pemberian bobot itu ditentukan berdasar skala prioritas.

Pemberian bobot juga diberikan pada masing-masing indikator di setiap kelompok indikator. Penentuan bobot masing-masing indikator juga didasarkan pada pertimbangan prioritas masing-masing dalam satu kelompok yang sama.

Pemeringkatan tingkat kekumuhan suatu lingkungan permukiman dilakukan setelah semua hasil penilaian bobot dan kriteria terhadap tingkat kekumuhan

didapatkan. Rumusan dasar hasil penilaian untuk pemeringkatan itu adalah sebagai berikut dan diklasifikasikan sebagaimana Tabel 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelurahan Tangkerang Utara dihuni oleh 15.216 jiwa yang tercakup dalam 3.146 rumah tangga. Luas kelurahan ini adalah 435 hektar dan semuanya merupakan penggunaan lahan non agraris baik berupa area perkantoran, perdagangan, dan industri. Luas permukiman adalah seluas 188 hektar. Kawasan Tangkerang Utara merupakan kawasan yang telah berkembang dan terletak bagian dari pusat kota. Kelurahan Meranti Pandak dan Teluk Leok merupakan bagian dari Kecamatan Rumbai. Kelurahan Meranti Pandak berada di pinggiran Kota Pekanbaru sedangkan Kelurahan Teluk Leok yang tepat berada di pinggir Sungai Limbungan. Kelurahan Meranti Pandak dihuni oleh 13.410 jiwa dengan 2.470 rumah tangga. Luas kawasan ini adalah hektar. Penggunaan lahan semuanya merupakan lahan non agraris dengan luas permukiman 272,6 hektar. Sedangkan Kelurahan Teluk Leok merupakan bagian kawasan Limbungan yang dihuni oleh 13.342 jiwa dengan 2.866 rumah tangga. Luas kawasan ini adalah 817

Tabel 2. Bobot Masing-masing Kelompok Indikator

No.	Komponen	Bobot (%)
1.	Lokasi	20
2.	Kependudukan	15
3.	Kondisi Bangunan	25
4.	Kondisi Prasarana dan Sarana Dasar	30
5.	Kondisi Sosial Ekonomi	10
	TOTAL	100

Sumber : Pedoman Peningkatan Kualitas Lingkungan KIMPRASWIL (2003) dengan modifikasi penulis

$$\text{Hasil Penilaian (HP)} = \sum \text{Nilai Indikator (N)}_n \times \text{Bobot Indikator (B)}_n$$

Tabel 3. Klasifikasi Tingkat Kekumuhan

<i>Tidak Kumuh</i>	Suatu daerah dianggap tidak kumuh jika nilai akhir kekumuhan berkisar antara	1,00 – 1,79
Kumuh Ringan	Suatu daerah dianggap kumuh ringan jika nilai akhir kekumuhan berkisar antara	1,80 – 2,59
Kumuh Sedang	Suatu daerah dianggap kumuh sedang jika nilai akhir kekumuhan berkisar antara	2,60 – 3,39
Kumuh Berat	Suatu daerah dianggap kumuh berat jika nilai akhir kekumuhan berkisar antara	3,40 – 4,19
Sangat Kumuh	Suatu daerah dianggap sangat kumuh jika nilai akhir kekumuhan berkisar antara	4,20 – 5,00

Sumber : Pedoman Peningkatan Kualitas Lingkungan KIMPRASWIL (2003) dengan modifikasi penulis

hektar dengan penggunaan lahan non agraris seluas 752 hektar. Luas permukiman di dalamnya adalah 399 hektar dan sebagian kecilnya berupa persawahan.

Permukiman kumuh di Tangkerang Utara ditengarai disebabkan karena rendahnya kemampuan ekonomi masyarakat. Hal ini menyebabkan mereka kurang memiliki keleluasaan guna menata dan mengelola lingkungan mereka. Lemahnya pengelolaan lingkungan tampak dari kondisi sanitasi lingkungan yang buruk.

Sanitasi lingkungan yang buruk akan menyebabkan kawasan tersebut rentan terhadap berkembangnya penyakit dan mengurangi estetika lingkungan. Sanitasi yang buruk dapat dilihat dari saluran drainase yang tidak lancar serta persampahan yang tidak dikelola dengan baik.

Kemampuan ekonomi yang lemah menyebabkan pula masyarakat tidak mampu membangun tempat mukimnya dengan baik, yaitu dari kualitas bangunan

maupun tata letaknya. Tata letak yang tidak memberikan sirkulasi yang baik juga diakibatkan padatnya bangunan di kawasan tersebut. Pada beberapa pemukim ditemui bahwa mereka bukan pemilik tempat mukim yang mereka huni karena status mereka sebagai penyewa. Berdasarkan sumber setempat diperkirakan jumlah penyewa di Tangkerang Utara adalah 40 % atau lebih. Hal ini mengakibatkan kepedulian mereka terhadap pengelolaan kawasan juga menjadi rendah karena rasa memiliki properti dan beban tanggung jawab yang rendah.

Kompetisi pemanfaatan ruang yang tinggi mengakibatkan mekanisme pasar merupakan faktor penentu dalam pemilihan dan pembangunan kawasan. Hasil overlay dengan Peta Tata Ruang menunjukkan bahwa 60% penggunaan lahannya menyimpang sehingga terjadi deviasi penggunaan lahannya.

Klasifikasi permukiman kumuh di Tangkerang Utara termasuk dalam Kumuh Sedang dengan tipologi permukiman kumuh

PENILAIAN KEKUMUHAN LOKASI

PROPINSI : RIAU
Kabupaten / Kota : Kota Pekanbaru

Kelurahan/Desa : Tangkerang Utara
Kecamatan : Bukit Raya

No	Kriteria Identifikasi lokasi	Satuan	Bobot (%)	Nilai	Nilai Tertimbang
1	2	3	4	5	6 = 4 x 5
Ind-1	Ketidaksesuaian dengan RUTR	%	6	4	0.24
Ind-2	Persentase Jumlah KK yang menyewa	%	5	4	0.20
Ind-3	Frekuensi Bencana Kebakaran	kejadian/th	4	2	0.08
Ind-4	Frekuensi Bencana Banjir	kejadian/th	3	1	0.03
Ind-5	Frekuensi Bencana Tanah Longsor	kejadian/3 th	2	0	0.00
Ind-6	Tingkat Kepadatan Penduduk	jiwa/ha	3	3	0.09
Ind-7	Rata-rata Anggota Rumah Tangga	jiwa/KK	1.5	1.5	0.02
Ind-8	Jumlah KK tiap Rumah	KK/rumah	2.25	2	0.05
Ind-9	Tingkat Pertumbuhan Penduduk	%	0.75	0.75	0.01
Ind-10	Angka Kematian Kasar	‰	0.75	0.5	0.00
Ind-11	Tingkat Kesehatan Gizi Balita	%	2.25	2	0.05
Ind-12	Angka Kesakitan Malaria	‰	1.5	1	0.02
Ind-13	Angka Kesakitan Diare	‰	1.5	1	0.02
Ind-14	Angka Kesakitan Demam Berdarah	‰	1.5	1	0.02
Ind-15	Tingkat Kualitas Bangunan	%	8.75	3	0.26
Ind-16	Tingkat Kepadatan Bangunan	unit/ha	7.5	3	0.23
Ind-17	Tingkat Kelayakan Bangunan	%	6.25	2	0.13
Ind-18	Tingkat Penggunaan Luas Lantai	m ² /org	2.5	4	0.10
Ind-19	Tingkat Pelayanan Air Bersih	%	7.5	3	0.23
Ind-20	Kondisi Sanitasi Lingkungan	%	7.5	4	0.30
Ind-21	Kondisi Persampahan	%	6	5	0.30
Ind-22	Kondisi Saluran Air Hujan/Drainase	%	3	3	0.09
Ind-23	Kondisi Jalan	%	3	3	0.09
Ind-24	Besarnya Ruang Terbuka	%	3	2	0.06
Ind-25	Tingkat Kemiskinan	%	4	4	0.16
Ind-26	Tingkat Pendapatan	%	3.5	4	0.14
Ind-27	Tingkat Pendidikan	%	1.5	1	0.02
Ind-28	Tingkat Kerawanan Keamanan	kejadian/th	1	1	0.01
JUMLAH			100	65.75	2.909375
PENENTUAN TINGKAT KEKUMUHAN		KLASIFIKASI	TINGKAT KEKUMUHAN	(Isi A,B,C,D,atau E) (C)	
A- TIDAK KUMUH, JIKA JUMLAH 1-1,79					
B- KUMUH RINGAN, JIKA JUMLAH NILAI 1,8 - 2,59					
C- KUMUH SEDANG, JIKA JUMLAH NILAI 2,60 - 3,39					
D- KUMUH BERAT, JIKA JUMLAH NILAI 3,4 - 4,19					
E- SANGAT KUMUH, JIKA JUMLAH NILAI ≥ 4,20					
TIPOLOGI PERMUKIMAN KUMUH		KLASIFIKASI	IDENTIFIKASI KLASIFIKASI	(Isi A,B,C,D,E,F atau G) (C)	
A- PERMUKIMAN KUMUH NELAYAN					
B- PERMUKIMAN DI DEKAT PUSAT KEGIATAN SOSIAL EKONOMI					
C- PERMUKIMAN KUMUH DI PUSAT KOTA					
D- PERMUKIMAN KUMUH DI PINGGIR KOTA					
E- PERMUKIMAN KUMUH DI ATAS AIR					
F- PERMUKIMAN KUMUH DI DAERAH RAWAN BENCANA					
G- PERMUKIMAN KUMUH TEPI SUNGAI					

Sumber : Primer

di pusat perkotaan. Tipologi permukiman kumuh di pusat perkotaan biasanya merupakan bagian dari berkembangnya "kota lama" yang telah ada sejak terbentuknya kota tersebut. Sebagian besar penduduknya mempunyai mata pencaharian yang beragam, misalnya buruh, sektor informal, industri rumah tangga, dan sebagainya.

Terjadinya kekumuhan disebabkan oleh tingkat kepadatan bangunan yang sangat tinggi serta kondisi fisik lingkungan yang telah mengalami degradasi. Sebab lainnya adalah banyaknya anggota masyarakat yang mendirikan bangunan yang tidak permanen/liar menempel pada bangunan yang sudah ada sehingga menyebabkan

PENILAIAN KEKUMUHAN LOKASI

PROVINSI : RIAU
Kabupaten / Kota : Kota Pekanbaru

Kelurahan/Desa : Teluk Leuk
Kecamatan : Rumbai

No	Kriteria Identifikasi lokasi	Satuan	Bobot (%)	Nilai	Nilai Tertimbang
1	2	3	4	5	6 = 4 x 5
Ind-1	Ketidaksesuaian dengan RUTR	%	6	3	0.18
Ind-2	Persentase Jumlah KK yang menyewa	%	5	3	0.15
Ind-3	Frekuensi Bencana Kebakaran	kejadian/th	4	0	0.00
Ind-4	Frekuensi Bencana Banjir	kejadian/th	3	5	0.15
Ind-5	Frekuensi Bencana Tanah Longsor	kejadian/3 th	2	5	0.10
Ind-6	Tingkat Kepadatan Penduduk	jiwa/ha	3	3	0.09
Ind-7	Rata-rata Anggota Rumah Tangga	jiwa/KK	1.5	1.5	0.02
Ind-8	Jumlah KK tiap Rumah	KK/rumah	2.25	2	0.05
Ind-9	Tingkat Pertumbuhan Penduduk	%	0.75	0.75	0.01
Ind-10	Angka Kematian Kasar	‰	0.75	0.5	0.00
Ind-11	Tingkat Kesehatan Gizi Balita	%	2.25	3	0.07
Ind-12	Angka Kesakitan Malaria	‰	1.5	2	0.03
Ind-13	Angka Kesakitan Diare	‰	1.5	1	0.02
Ind-14	Angka Kesakitan Demam Berdarah	‰	1.5	2	0.03
Ind-15	Tingkat Kualitas Bangunan	%	8.75	5	0.44
Ind-16	Tingkat Kepadatan Bangunan	unit/ha	7.5	3	0.23
Ind-17	Tingkat Kelayakan Bangunan	%	6.25	5	0.31
Ind-18	Tingkat Penggunaan Luas Lantai	m ² /org	2.5	2	0.05
Ind-19	Tingkat Pelayanan Air Bersih	%	7.5	5	0.38
Ind-20	Kondisi Sanitasi Lingkungan	%	7.5	3	0.23
Ind-21	Kondisi Persampahan	%	6	4	0.24
Ind-22	Kondisi Saluran Air Hujan/Drainase	%	3	3	0.09
Ind-23	Kondisi Jalan	%	3	5	0.15
Ind-24	Besarnya Ruang Terbuka	%	3	2	0.06
Ind-25	Tingkat Kemiskinan	%	4	4	0.16
Ind-26	Tingkat Pendapatan	%	3.5	4	0.14
Ind-27	Tingkat Pendidikan	%	1.5	3	0.05
Ind-28	Tingkat Kerawanan Keamanan	kejadian/th	1	1	0.01
JUMLAH			100	80.75	3.409375
PENENTUAN TINGKAT KEKUMUHAN		KLASIFIKASI	TINGKAT KEKUMUHAN	(Isi A,B,C,D,atau E) (D)	
		A- TIDAK KUMUH, JIKA JUMLAH 1-1,79 B- KUMUH RINGAN, JIKA JUMLAH NILAI 1,8 - 2,59 C- KUMUH SEDANG, JIKA JUMLAH NILAI 2,60 - 3,39 D- KUMUH BERAT, JIKA JUMLAH NILAI 3,4 - 4,19 E- SANGAT KUMUH, JIKA JUMLAH NILAI ≥ 4,20			
TIPOLOGI PERMUKIMAN KUMUH		KLASIFIKASI	IDENTIFIKASI KLASIFIKASI	(Isi A,B,C,D,E,F atau G) (G)	
		A- PERMUKIMAN KUMUH NELAYAN B- PERMUKIMAN DI DEKAT PUSAT KEGIATAN SOSIAL EKONOMI C- PERMUKIMAN KUMUH DI PUSAT KOTA D- PERMUKIMAN KUMUH DI PINGGIR KOTA E- PERMUKIMAN KUMUH DI ATAS AIR F- PERMUKIMAN KUMUH DI DAERAH RAWAN BENCANA G- PERMUKIMAN KUMUH TEPI SUNGAI			

Sumber : Primer

berkurangnya/hilangnya ruang terbuka dan semakin sempitnya jalan atau gang.

Upaya-upaya yang mungkin dilakukan untuk pemecahan masalah permukiman kumuh ini diantaranya peremajaan

kota, perbaikan sarana dan prasarana dasar lingkungan, serta *resettlement*. Disamping itu perlu dilakukan penertiban terhadap bangunan liar yang dapat mengganggu keindahan kota.

Permukiman kumuh di Teluk Leok ditengarai pula disebabkan karena rendahnya kemampuan ekonomi masyarakat. Hal ini menyebabkan mereka kurang memiliki keleluasaan guna menata dan mengelola lingkungan mereka. Lemahnya pengelolaan lingkungan tampak dari kondisi sanitasi lingkungan yang buruk.

Secara Alamiah, kawasan ini merupakan kawasan yang mudah tergenang. Luapan Sungai Limbungan terutama pada musim penghujan menjadikan beberapa area lebih lembab dan tidak mendukung kesehatan lingkungan masyarakat setempat.

Kemampuan ekonomi yang lemah menyebabkan pula masyarakat tidak mampu membangun tempat mukimnya dengan baik, yaitu dari kualitas bangunan maupun tata letaknya. Tata letak yang tidak memberikan sirkulasi yang baik juga diakibatkan padatnya bangunan di kawasan tersebut. Hal ini mengakibatkan kepedulian mereka terhadap pengelolaan kawasan juga menjadi rendah karena rasa memiliki properti dan beban tanggung jawab yang rendah.

Klasifikasi permukiman kumuh di Teluk Leok termasuk dalam Kumuh Berat dengan tipologi permukiman kumuh tepi sungai. Penduduk pada permukiman ini mempunyai matapencaharian yang beragam. Terjadinya kekumuhan di Teluk Leok disebabkan pula oleh sering terjadinya genangan dalam waktu yang relatif lama akibat luapan sungai serta terjadinya pencemaran sungai yang berimbas pada pencemaran air tanah sehingga menyebabkan kualitas air tanah menjadi buruk.

Upaya-upaya yang mungkin dilakukan untuk pemecahan masalah diantaranya pembangunan sarana dan prasarana

lingkungan pencegah terjadinya luapan air dan pencegahan terjadinya genangan air, mengadakan normalisasi sungai, pencegahan terjadinya pencemaran terhadap sugai dari limbah padat maupun cair. Upaya lainnya adalah penyediaan sarana dan prasarana lingkungan terutama air bersih dan persampahan.

Permukiman kumuh di Meranti Pandak disebabkan karena mulai berkembangnya kawasan tersebut akibat proses pengembangan wilayah perkotaan yang semakin padat penduduk dan bangunannya. Sebagian besar masyarakat terpaksa menghuni kawasan di pinggiran kota ini.

Kualitas bangunan yang sebagian masih buruk menjadi faktor penyebab kawasan ini masuk kategori permukiman kumuh. Meningkatnya kepadatan bangunan merupakan faktor pendukung lainnya sehingga adanya kompetisi pemanfaatan ruang mulai tampak.

Klasifikasi permukiman kumuh di Meranti Pandak termasuk dalam Kumuh Sedang dengan tipologi permukiman kumuh di pinggir kota (*urban fringe*). Penduduk permukiman kumuh pinggiran kota ini adalah pendatang atau pindahan dari permukiman kumuh pusat kota, dengan kemampuan terbatas membeli lahan-lahan sempit di pinggir kota yang akhirnya membentuk komunitas baru di pinggiran kota tersebut. Mata pencaharian penduduk permukiman kumuh pinggir kota sangat beragam termasuk diantaranya adalah buruh dan pekerja sektor informal.

Hasil identifikasi di tiga kawasan permukiman kumuh di Pekanbaru menunjukkan bahwa permukiman kumuh berasosiasi secara keruangan dengan :

PENILAIAN KEKUMUHAN LOKASI

PROVINSI : RIAU
Kabupaten / Kota : Kota Pekanbaru

Kelurahan/Desa : Meranti Pandak
Kecamatan : Rumbai

No	Kriteria Identifikasi lokasi	Satuan	Bobot (%)	Nilai	Nilai Tertimbang
1	2	3	4	5	6 = 4 x 5
Ind-1	Ketidaksesuaian dengan RUTR	%	6	3	0.18
Ind-2	Persentase Jumlah KK yang menyewa	%	5	2	0.10
Ind-3	Frekuensi Bencana Kebakaran	kejadian/th	4	2	0.08
Ind-4	Frekuensi Bencana Banjir	kejadian/th	3	1	0.03
Ind-5	Frekuensi Bencana Tanah Longsor	kejadian/3 th	2	0	0.00
Ind-6	Tingkat Kepadatan Penduduk	jiwa/ha	3	3	0.09
Ind-7	Rata-rata Anggota Rumah Tangga	jiwa/KK	1.5	1.5	0.02
Ind-8	Jumlah KK tiap Rumah	KK/rumah	2.25	2	0.05
Ind-9	Tingkat Pertumbuhan Penduduk	%	0.75	0.75	0.01
Ind-10	Angka Kematian Kasar	%	0.75	0.5	0.00
Ind-11	Tingkat Kesehatan Gizi Balita	%	2.25	2	0.05
Ind-12	Angka Kesakitan Malaria	%	1.5	1	0.02
Ind-13	Angka Kesakitan Diare	%	1.5	1	0.02
Ind-14	Angka Kesakitan Demam Berdarah	%	1.5	1	0.02
Ind-15	Tingkat Kualitas Bangunan	%	8.75	5	0.44
Ind-16	Tingkat Kepadatan Bangunan	unit/ha	7.5	5	0.38
Ind-17	Tingkat Kelayakan Bangunan	%	6.25	3	0.19
Ind-18	Tingkat Penggunaan Luas Lantai	m ² /org	2.5	2	0.05
Ind-19	Tingkat Pelayanan Air Bersih	%	7.5	5	0.38
Ind-20	Kondisi Sanitasi Lingkungan	%	7.5	3	0.23
Ind-21	Kondisi Persampahan	%	6	4	0.24
Ind-22	Kondisi Saluran Air Hujan/Drainase	%	3	2	0.06
Ind-23	Kondisi Jalan	%	3	5	0.15
Ind-24	Besarnya Ruang Terbuka	%	3	2	0.06
Ind-25	Tingkat Kemiskinan	%	4	3.5	0.14
Ind-26	Tingkat Pendapatan	%	3.5	3	0.11
Ind-27	Tingkat Pendidikan	%	1.5	1	0.02
Ind-28	Tingkat Kerawanan Keamanan	kejadian/th	1	1	0.01
JUMLAH			100	65.25	3.076875
PENENTUAN TINGKAT KEKUMUHAN		KLASIFIKASI	TINGKAT KEKUMUHAN	(Isi A,B,C,D,atau E) (C)	
		A- TIDAK KUMUH, JIKA JUMLAH 1-1,79			
		B- KUMUH RINGAN, JIKA JUMLAH NILAI 1,8 - 2,59			
		C- KUMUH SEDANG, JIKA JUMLAH NILAI 2,60 - 3,39			
		D- KUMUH BERAT, JIKA JUMLAH NILAI 3,4 - 4,19			
		E- SANGAT KUMUH, JIKA JUMLAH NILAI ≥ 4,20			
TIPOLOGI PERMUKIMAN KUMUH		KLASIFIKASI	IDENTIFIKASI KLASIFIKASI	(Isi A,B,C,D,E,F atau G) (D)	
		A- PERMUKIMAN KUMUH NELAYAN			
		B- PERMUKIMAN DI DEKAT PUSAT KEGIATAN SOSIAL EKONOMI			
		C- PERMUKIMAN KUMUH DI PUSAT KOTA			
		D- PERMUKIMAN KUMUH DI PINGGIR KOTA			
		E- PERMUKIMAN KUMUH DI ATAS AIR			
		F- PERMUKIMAN KUMUH DI DAERAH RAWAN BENCANA			
		G- PERMUKIMAN KUMUH TEPI SUNGAI			

Sumber : Primer

1. kualitas permukiman yang buruk,
2. ketidakberdayaan ekonomi dalam hal ini keadaan penduduk yang sangat miskin sehingga tidak mampu bertempat tinggal di tempat yang lebih baik,
3. kepadatan penduduk dan bangunan yang tinggi,
4. sanitasi yang buruk,
5. rentan terhadap bahaya kebakaran dan bencana alam,
6. lemahnya upaya implementasi penataan

kawasan yang mendasarkan rencana tata ruang setempat akibat mekanisme pasar, dan

7. terbatasnya sarana dan prasarana lingkungan permukiman seperti air bersih, listrik, pengelolaan limbah, maupun MCK.

Aglomerasi permukiman kumuh di kota akan mempengaruhi fungsi-fungsi lain di kota sebagai dampak bagian suatu sistem. Keberadaan permukiman kumuh tersebut memerlukan penanganan secara serius. Melihat proses terjadinya maka permukiman kumuh di Pekanbaru, berdasar hasil kajian di Tangkerang Utara, Teluk leok, dan Meranti Pandak, tumbuh sebagai proses *continuous*. Menurut Drakakis-Smith (1980) proses *continuous* adalah proses yang berlangsung perlahan-lahan dalam waktu yang relatif lama. Ada dua tipe proses yang termasuk ke dalam proses ini, yaitu ;

1. *aging process* dimana terjadi proses penuaan bangunan yang biasanya terjadi di rumah yang dihuni masyarakat asli setempat terutama akibat kualitas bangunannya dan
2. *densification process* dimana adanya kesenjangan pembangunan dan kesejahteraan antara desa kota diperkirakan menjadi penyebab terjadinya migrasi penduduk dari daerah perdesaan ke daerah perkotaan. Akibatnya terjadi pemadatan penduduk (*population densification*) yang kemudian diikuti oleh settlement densification di pusat-pusat kota.

Faktor kemampuan ekonomi merupakan faktor penentu bagi masyarakat dalam menciptakan lingkungan permukiman

yang layak huni. Semakin lemah kemampuan ekonominya maka semakin terbatas kemampuan masyarakat dalam mengelola lingkungan permukimannya. Hal ini tidak saja pada aspek sanitasi dan pengelolaan limbah namun juga pada kualitas bangunan yang mengalami penuaan. Banyak bangunan rumah rusak tanpa ada upaya memperbaiki (Bourne,1981).

Permukiman kumuh di perkotaan yang terjadi karena pemadatan terus menerus dan tidak terkendali mempunyai bentuk pemadatan melalui pembangunan baru pada lahan yang masih kosong (*infilling process*), proses partisi ruang dalam rumah, dan proses penambahan bangunan yang sudah ada. Hal ini menunjukkan realisasi involusi permukiman dan memicu proses densifikasi yang terus menerus dan tidak terkendali sehingga akhirnya terbentuk permukiman kumuh. Bahkan pada permukiman terencana pun seperti kompleks-komplek perumahan yang kini mulai merebak.

KESIMPULAN

1. Klasifikasi permukiman kumuh di Tangkerang Utara termasuk dalam Kumuh Sedang dengan tipologi permukiman kumuh di pusat perkotaan, Teluk Leok termasuk dalam Kumuh Berat dengan tipologi permukiman kumuh tepi sungai, dan Meranti Pandak termasuk dalam Kumuh Sedang dengan tipologi permukiman kumuh di pinggir kota (*urban fringe*).
2. Hasil identifikasi di tiga kawasan permukiman kumuh di Pekanbaru menunjukkan bahwa permukiman kumuh berasosiasi secara keruangan dengan kualitas permukiman yang

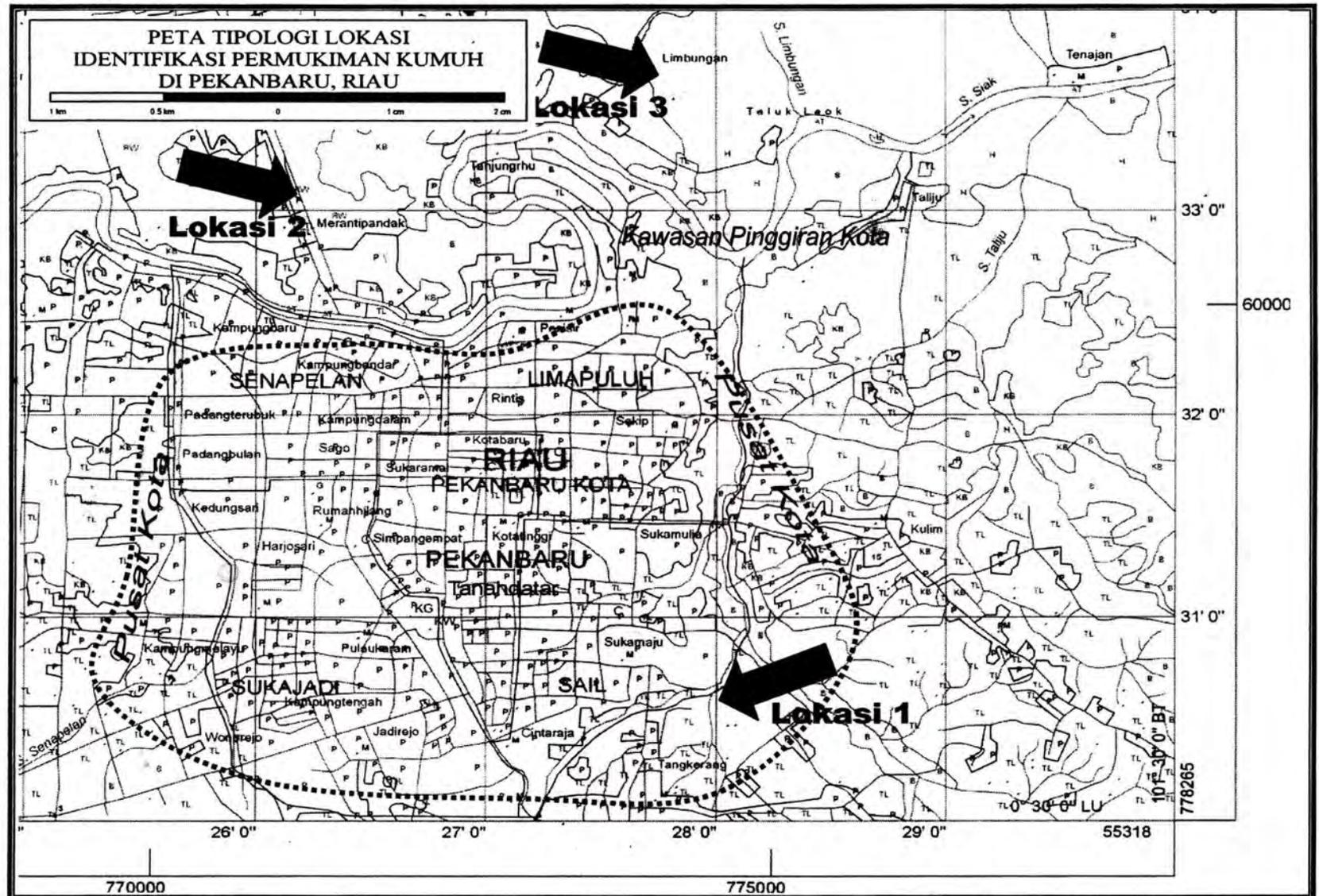
buruk, ketidakberdayaan ekonomi, kepadatan penduduk dan bangunan yang tinggi, sanitasi yang buruk, rentan terhadap bahaya kebakaran dan bencana alam, lemahnya upaya implementasi rencana tata ruang, dan

terbatasnya sarana dan prasarana lingkungan permukiman.

3. Proses terjadinya permukiman kumuh di Pekanbaru, termasuk sebagai proses continuous.

DAFTAR PUSTAKA

- Bourne, Larry S. 1981. *The Geography of Housing*. Willey & Sons. London.
- Drakakis Smith, David. 1980. *Urbanization, Housing, and The Development Process*. St. Martin's Press Inc. New York.
- Hadi Sabari Yunus. 1989. *Subject Matter dan Metode Penelitian Geografi Permukiman Kota*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.



**ANALISIS KERENTANAN KERUSAKAN TERUMBU KARANG
DI PERAIRAN KEPULAUAN KARIMUNJAWA DENGAN BANTUAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)**

*Analysis of Susceptance Storey Level Damage of Coral Reefs
in Territorial Water of Archipelago in Karimunjawa by Using
Geographical Information System*

Oleh:

**Jumadi
Kuswaji Dwi Priyono**

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta 57102, Telp. (0271) 717417
Psw. 151-153, Fax. (0271) 715448, E-mail: kuswaji@yahoo.com

ABSTRACT

This Research aim to determine susceptance storey level damage of coral reefs in Territorial Water of Archipelago of Karimunjawa. Method which used in this research is spasial data analysis which in the form of data of sekunder by using Geographical Information System. Pursuant to analysis known that research area there are six especial stressor which menace coral reefs for example: Port, Airport, Center Dive, Coastal Wisata, Resident, and Appliance Catch. Pursuant to spasial analysis which have can be determined that equal to 69,50% from entire coral reefs research area in a condition do not susceptance, namely there are in territorial water region of Island: Kembar, Parang, Kumbang, Katang, Nyamuk, Krakal Besar, Krakal Kecil, Geleang, Burung, Bengkoang, Menyawakan, Cemara Besar, Cemara Kecil, Sintok, Gundul, Cendikian, Genting, Seruni, and Sambangan. As for the rest equal to 30,50% enough natural rentan of damage, there are at territorial water of islands owning high resident activity storey level, namely around in Island: Kemujaan, Karimunjawa, Menjanngan Besar, and Menjanngan Kecil.

Keywords: stressor, susceptance, coral-reefs, and SIG.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan lebih dari 17.508 pulau, dengan panjang garis pantai 81.000 km merupakan pantai terpanjang di dunia serta memiliki terumbu karang paling beragam di kawasan Asia Pasifik. Dari hasil penelitian P3O-LIPI sudah berhasil diidentifikasi 354 tipe dan 75 famili terumbu karang (Zaelany, 2003). Luas terumbu karang Indonesia saat ini adalah 42.000 km² atau 16,5 % dari luasan terumbu karang dunia, yaitu seluas 255.300 km². Dengan estimasi di atas, Indonesia menduduki peringkat terluas kedua di

Dunia setelah Australia, yang mempunyai luasan terumbu karang sebesar 48.000 km² (Bryant, et al., 1988 dalam Joko Hartadi, et al., 2001).

Area terumbu karang merupakan wilayah yang memiliki arti penting bagi keberadaan ekosistem laut. Wilayah perairan terumbu karang memiliki produktifitas tinggi sehingga memungkinkan sebagai tempat memijah (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*), dan mencari makan (*feeding ground*) dari kebanyakan ikan termasuk beberapa hewan laut seperti udang-udangan, *octopus*, dan kerang-kerangan (Supriharyono, 2000).

Namun demikian, dewasa ini wilayah tersebut banyak mengalami kerusakan. Fenomena kerusakan ini sebenarnya merupakan permasalahan ekologis akibat interaksi antara manusia dengan lingkungan yang terkait dengan keberadaan terumbu karang. Secara geografis hal ini dapat dipelajari sebagai fenomena interaksi antara manusia dengan lingkungannya. Masyarakat pesisir yang memiliki ketergantungan tinggi dengan lingkungan laut seringkali tidak memperhatikan keselamatan dan kelestarian lingkungan di sekitarnya sehingga melakukan eksploitasi yang berlebihan terhadap sumberdaya hanya sekedar untuk memenuhi kebutuhan ekonominya.

Hal demikian juga terjadi di Kepulauan Karimunjawa. Sebagai taman Nasional, luas keseluruhan tutupan terumbu karang di Kepulauan Karimunjawa pada tahun 1999 berdasarkan deteksi satelit landsat adalah 22,619 km². Luasan ini mengalami peningkatan sehingga menjadi 24,452 km² pada tahun 2001. Akan tetapi apabila dilihat dari kondisi terumbu karang maka terjadi peningkatan kelas karang mati dari 10.843 km² pada tahun 1999 menjadi 13.104 km² (LAPAN dalam Kusuma, 2001). Secara umum, salah satu faktor utama penyebab kerusakan tersebut adalah perilaku masyarakat dalam upaya pemenuhan kebutuhan ekonomi (Westmacot, et al., 2000).

Kerusakan terumbu karang terus berlangsung, karena berkorelasi dengan ketidakseriusan aparat penegak hukum serta lemahnya sistem dan perangkat hukum (Kompas, 5 Oktober 2001). Karena dorongan untuk memenuhinya, masyarakat nelayan melakukan eksploitasi ikan secara berlebihan dan diperparah oleh penggunaan alat penangkap ikan yang tidak ramah lingkungan telah mengganggu

keseimbangan ekosistem terumbu karang sehingga menurut Laretta Burke, Elizabeth Selig, dan Mark Spalding (2001), sebesar 65% dari kerusakan yang terjadi dipicu oleh eksploitasi ikan yang berlebihan pada daerah terumbu karang. Mengingat pentingnya keberadaan ekosistem ini maka perlu dilakukan pengelolaan yang tepat sebagai antisipasi terhadap kemungkinan ancaman kepunahan terumbu karang.

Lebih lanjut, Laretta Burke, Elizabeth Selig, dan Mark Spalding (2001) mengungkapkan bahwa tingkat ancaman terhadap kerusakan terumbu karang ditentukan oleh beberapa faktor antara lain: (1) pembangunan persisir, yang berupa: ukuran kota, keberadaan lapangan terbang, pusat wisata dan selam, dan jarak garis pantai; (2) pencemaran dari laut, berupa: besar dan keberadaan pelabuhan; (3) sedimentasi dari darat, berupa besarnya erosi di daerah tangkapan; (4) penangkapan ikan yang berlebih dengan variabel jumlah penduduk; dan (5) penangkapan ikan dengan metode merusak dengan variabel intensitas penggunaan alat tangkap yang merusak berdasarkan keterangan responden.

Dalam pandangan geografi fenomena tersebut dapat didekati secara keruangan yakni dengan menganalisis faktor posisi objek (terumbu karang) terhadap *stressor* dan besarnya *stressor*. Semakin dekat jarak objek (terumbu karang) terhadap *stressor* maka tingkat kerentanan kerusakannya juga semakin besar. Demikian juga apabila semakin besar *stressor*-nya maka tingkat kerentanan kerusakannya juga semakin besar.

Berdasarkan pemikiran di atas maka secara keruangan, area terumbu karang dapat diklasifikasikan tingkat kerentanannya berdasarkan posisi dan besarnya *stressor*.

Klasifikasi ini penting untuk digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan dan tindakan preventif untuk mencegah kerusakan terumbu karang lebih lanjut. Hal ini penting dilakukan di daerah kepulauan Karimunjawa, mengingat daerah ini merupakan salah satu taman nasional yang kini banyak mengalami kerusakan dan memerlukan perlindungan agar kerusakan tersebut tidak terus berlangsung. Oleh karena itu berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian dengan judul: "Analisis Kerentanan Kerusakan Terumbu Karang di Perairan Kepulauan Karimunjawa Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis". Dari penelitian ini dihasilkan peta indeks kerentanan kerusakan terumbu karang yang selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap kondisi sekarang.

Terumbu karang adalah merupakan masyarakat organisme yang hidup di dasar perairan laut dangkal terutama di daerah tropis. Terumbu karang disusun oleh karang-karang jenis *anthozoa* dari kelas *sclerectina*, yang mana termasuk *hermatypic coral* atau jenis-jenis karang yang mampu membuat kerangka karang dari kalsium karbonat (CaCO_3) (Vaughan dan Wells, 1943 dalam Supriharyono, 2000).

Pertumbuhan terumbu karang dibatasi oleh beberapa faktor antara lain: cahaya, suhu, dan kedalaman. Cahaya, diperlukan oleh *Zooxanthellae* untuk melakukan fotosintesis dalam jaringan karang. Suhu dapat merupakan faktor pembatas yang umum bagi karang (Nybakken, 1988 dalam Joko Hartadi, et al., 2001). Pertumbuhan karang yang optimum terjadi pada perairan yang rata-rata suhu tahunannya berkisar $17 - 18^\circ\text{C}$ dan $33 - 34^\circ\text{C}$, akan tetapi karang juga dapat mentoleransi suhu pada kisaran 15°C sampai dengan 36°C (Guilcher, 1988).

Karang ditemukan mulai dari perairan es di Artik dan Antartika hingga ke perairan tropis yang jernih. Namun, terumbu karang dengan dinding megahnya dan rangka batu kapur yang sangat besar hanya ditemukan di sebagian kecil perairan sekitar katulistiwa (Lauretta Burke, Elizabeth Selig, dan Mark Spalding, 2001).

Pertumbuhan terumbu karang juga dibatasi oleh kedalaman, dimana terumbu kebanyakan tumbuh pada kedalaman 25 - 30 m. Salinitas perairan dimana terumbu dapat hidup adalah pada kisaran $30 - 38^\circ/\text{oo}$ atau bahkan sampai $40 - 41^\circ/\text{oo}$ (Guilcher, 1988). Toleransi karang batu terhadap salinitas cukup tinggi yang dapat berkisar antara $27 - 40^\circ/\text{oo}$. Selain itu, kejernihan (*turbidity*) air penting bagi binatang karang. Menurut Yonge (1930-31, 1972 dalam Guilcher, 1988) dari studinya di *The Great Barrier Reef of Australia*, cahaya matahari diperlukan oleh *Zooxanthellae* untuk proses fotosintesis sehingga dapat menghasilkan oksigen yang digunakan hewan karang untuk bernafas. Lebih lanjut Yonge (1930-31, 1972 dalam Guilcher, 1988) menjelaskan bahwa produksi kalsium karbonat (CaCO_3) mempunyai korelasi dengan keberadaan tumbuhan hidup khususnya alga yang hidup dalam terumbu karang dan secara tidak langsung dari bersimbiosis dengan *Zooxanthellae*. Pergerakan air (arus) diperlukan untuk tersedianya aliran yang membawa masuk makanan dan oksigen serta menghindarkan karang dari pengaruh sedimentasi. Substrat yang keras juga sangat diperlukan oleh karang untuk pelekatan larva planula.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat kerentanan kerusakan terumbu karang di Perairan Kepulauan Karimunjawa.

METODE PENELITIAN

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan keruangan dengan teknik analisis peta menggunakan Sistem Informasi Geografis. Data yang digunakan berupa data sekunder yang berupa peta, hasil wawancara dari *key person* yang terdiri dari tokoh masyarakat dan petugas Balai Taman Nasional Karimunjawa dan data-data pendukung lainnya. Alat yang dipakai dalam penelitian ini antara lain: Peta Perairan Kepulauan Karimun Jawa, Seperangkat PC dengan program EXCEL, ACCESS, ARC/INFO, MAP INFO dan ARC/VIEW, Receiver GPS (*Global Positioning System*).

Data-data yang dikumpulkan melalui observasi dan wawancara antara lain: jarak dan ukuran kota, ukuran dan keberadaan lapangan terbang, pusat wisata dan selam, jarak dan ukuran pelabuhan, jumlah penduduk, dan jenis alat penangkap ikan.

Setelah data-data di atas dikumpulkan kemudian dilakukan analisis kerentanan kerusakan terumbu karang dengan cara pengharkatan (*scoring*) untuk menetapkan indeks kerentanannya. Adapun sistem pengharkatan mengacu pada klasifikasi yang dilakukan Lauretta Burke, Elizabeth Selig, dan Mark Spalding (2001) berikut:

1. Faktor Jarak dan Ukuran Kota

Tabel 1. Faktor Jarak dan Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jarak (km)	Harkat
Kecil (50.000 – 100.000 penduduk)	>10	1
	5 – 10	2
	0 – 5	3
Sedang (100.000 – 1 juta penduduk)	>20	1
	10 – 20	2
	0 - 10	3
Besar (lebih dari 1 juta penduduk)	> 40	1
	20 - 40	2
	0 - 20	3

Sumber : Burke, Lauretta Elizabeth Selig; dan Mark Spalding (2001) dengan modifikasi

2. Faktor Ukuran dan Keberadaan Lapangan terbang

Tabel 2. Faktor Ukuran Dan Keberadaan Lapangan Terbang

Jenis lapangan terbang	Besar Lapangan Terbang	Jarak (km)	Harkat
Sipil/Militer	Kecil	>10	1
		5 - 10	2
		0 - 5	3
	Sedang	> 20	1
		10 - 20	2
		0 - 10	3
	Besar	> 40	1
		20 - 40	2
		0 - 20	3

Sumber : Burke, Lauretta Elizabeth Selig; dan Mark Spalding (2001) dengan modifikasi

3. Pusat Wisata dan Selam

Tabel 3. Pusat Wisata dan Selam

Jenis Wisata	Besar Tempat Wisata	Jarak (km)	Harkat
Pantai dan Selam	Kecil	>10	1
		5 - 10	2
		0 - 5	3
	Sedang	> 20	1
		10 - 20	2
		0 - 10	3
	Besar	> 40	1
		20 - 40	2
		0 - 20	3

Sumber : Burke, Lauretta Elizabeth Selig; dan Mark Spalding (2001) dengan modifikasi

4. Faktor Jarak dan Ukuran Pelabuhan

Tabel 4. Faktor Jarak dan Ukuran Pelabuhan

Ukuran Pelabuhan	Jarak (km)	Harkat
Kecil	>10	1
	3 - 10	2
	0 - 3	3
Sedang	>30	1
	10 - 30	2
	0 - 10	3
Besar	> 50	1
	20 - 50	2
	0 - 20	3

Sumber : Burke, Lauretta Elizabeth Selig; dan Mark Spalding (2001) dengan modifikasi

5. Ancaman Jumlah Penduduk

Tabel 5. Klasifikasi Ancaman Jumlah Penduduk

Jumlah Penduduk	Harkat
0 - 10.000	1
10.000 - 20.000	2
>20.000	3

Sumber : Burke, Lauretta Elizabeth Selig; dan Mark Spalding (2001) dengan modifikasi

6. Ancaman Penangkapan Ikan yang Digunakan

Tabel 6. Klasifikasi Ancaman Alat Penangkap Ikan

Intensitas Penggunaan Alat Penangkap Ikan yang Merusak	Harkat
Tidak Terindikasi	1
Satu kali dalam sebulan	2
Satu kali dalam seminggu/lebih	3

Sumber : Burke, Laurretta Elizabeth Selig; dan Mark Spalding (2001) dengan modifikasi

Klasifikasi Indeks Kerentanan Kerusakan Terumbu Karang

Klasifikasi indeks kerentanan dilakukan dengan menjumlahkan harkat tiap parameter kerentanan berdasarkan jumlah harkat semua *stressor* yang ada di daerah penelitian yang dibagi menjadi empat kelas kerentanan (tidak rentan, cukup rentan, rentan, dan sangat rentan).

Analisis Hasil Penelitian

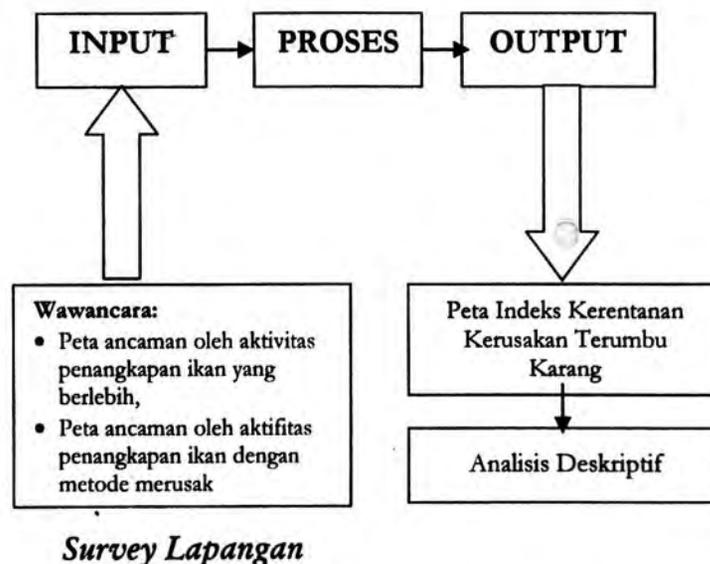
Hasil penelitian ini berupa peta indeks kerentanan kerusakan terumbu karang di Kepulauan Karimunjawa yang

selanjutnya dilakukan analisis secara deskriptif untuk menjelaskan kondisi kerentanan kerusakan akibat adanya faktor pengancam di daerah penelitian. Secara umum proses inputasi dan pengolahan data dengan Sistem Informasi Geografis dalam penelitian ini dapat digambarkan seperti pada skema berikut ini.

Hasil dan Pembahasan

a. Kerentanan Kerusakan Terumbu Karang oleh Pembangunan Pesisir

Pembangunan pesisir merupakan salah satu faktor penting bagi terjadinya



Gambar 1. Skema Proses Fungsi Analisis Data dalam SIG

kerusakan pada ekosistem terumbu karang. Berbagai aktifitas yang ditimbulkan pada umumnya berdampak buruk bagi lingkungan, misalnya menyebabkan pencemaran, sedimentasi maupun pengurangan entitas dalam suatu ruang ekosistem.

Pesisir di Kepulauan Karimunjawa merupakan daerah yang belum begitu intensif mengalami pembangunan walaupun sudah banyak mengalami perubahan penggunaan lahan. Daerah pesisir pada umumnya digunakan sebagai tempat membangun pemukiman dan sarana sosial lainnya.

Faktor pembangunan pesisir yang ada di Kepulauan Karimunjawa antara lain: faktor ukuran dan keberadaan lapangan terbang, serta keberadaan pusat wisata pantai dan selam. Berdasarkan jumlah penduduk, pembangunan dan morfologi wilayah, menunjukkan belum berkembangnya sifat kekotaan di kepulauan ini, maka tingkat ancamannya diberi skor kecil.

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan beberapa *stressor* yang dapat dianalisis dari faktor pembangunan pesisir ini, antara lain: lapangan terbang Dewadaru yang merupakan satu-satunya lapangan terbang, lima daerah pusat selam dan dua wilayah

untuk wisata pantai. Kualifikasi dan posisi *stressor* tersebut dapat dilihat pada tabel 7.

Berdasarkan jarak antara objek dengan *stressor* tersebut dapat dibuat klasifikasi keruangan berdasarkan tingkat kerentanan terumbu karang di suatu grid. Dari hasil analisis dapat diketahui tingkat kerentanan kerusakan terumbu karang yang ada berdasarkan ancaman masing-masing *stressor* pada tabel 8.

Berdasarkan analisis tabel 8 dapat diketahui bahwa dari 8 *stressor*, tingkat ancaman kerusakan terumbu karang daerah penelitian termasuk ringan (80,88%), terancam sedang (14,94%), dan terancam berat (4,16%). Ancaman berat terbesar oleh *stressor* Pusat Selam 4. Dari 5 Pusat Selam, Pusat Selam 4 yang terletak di Pulau Menjangan Besar berjarak relatif dekat dengan Pulau Karimunjawa dengan keanekaragaman jenis ikan ikan terbesar (39 jenis) dengan kecerahan perairan 5 m paling banyak dikunjungi wisatawan. Demikian pula dari 2 Pusat Wisata, Wisata Pantai 2 yang terletak di Pulau Menyawakan yang cukup menarik wisatawan baik dari dalam maupun luar negeri dengan infrastruktur terbangun yang memadai mempunyai ancaman besar yang relatif besar dibandingkan Wisata Pantai 1 di Pulau Kemujan.

Tabel 7. Kualifikasi dan Posisi Koordinat Stressor Faktor Pembangunan Pesisir

No	Nama Stressor	Kualifikasi	X	Y
1	Lapangan Terbang	kecil	442103,69	9356744,19
2	Pusat Selam 1	kecil	409584,06	9355074,81
3	Pusat Selam 2	kecil	426469,25	9358622,24
4	Pusat Selam 3	kecil	429526,65	9357231,09
5	Pusat Selam 4	kecil	434807,62	9346380,14
6	Pusat Selam 5	kecil	433070,47	9345684,56
7	Wisata Pantai 1	kecil	442034,19	9359874,27
8	Wisata Pantai 2	kecil	426677,71	9357717,99

Sumber: Data Primer

Tabel 8. Persentase Luas Daerah Tutupan Terumbu Karang yang Terancam Stressor Pembangunan Pesisir

No	Nama <i>Stressor</i>	Prosentase Luas Daerah Terancam dengan Tingkat Ancaman (%)		
		Ringan (Harkat 1)	Sedang (Harkat 2)	Berat (Harkat 3)
1	Lapangan Terbang	65,70	27,00	7,59
2	Pusat Selam 1	73,01	19,35	7,63
3	Pusat Selam 2	95,37	4,02	0,61
4	Pusat Selam 3	80,45	17,70	1,85
5	Pusat Selam 4	72,57	19,14	8,29
6	Pusat Selam 5	76,70	17,97	5,33
7	Wisata Pantai 1	70,91	23,17	5,91
8	Wisata Pantai 2	93,13	6,24	0,61
<i>Rerata</i>		80,88	14,94	4,16

Sumber: Hasil Analisis

b. Kerentanan Kerusakan Terumbu Karang oleh Pencemaran dari Laut

Berbagai aktifitas yang dilakukan oleh masyarakat pada wilayah ekosistem laut, sedikit banyak meninggalkan bahan-bahan sisa buangan. Bahan-bahan ini dapat berupa zat-zat yang berbahaya bagi lingkungan, seperti: racun, bahan bakar, detergen, minyak pelumas, dan lain-lain. Dapat pula berupa bahan-bahan yang tidak begitu berbahaya bagi lingkungan, misalnya sampah organik. Baik itu bahan yang berbahaya maupun tidak dalam kadar tertentu keberadaannya dapat mengganggu stabilitas ekosistem. Apalagi ekosistem terumbu karang yang sangat sensitif terhadap keberadaan bahan-bahan pencemar.

Pada daerah penelitian aktivitas-aktivitas tersebut terpusat pada pelabuhan. Dalam hal ini terdapat lima buah pelabuhan yang penting di daerah penelitian. Adapun kualifikasi besarnya masing-masing *stressor* (pelabuhan) tersebut disajikan pada tabel 9.

Berdasarkan analisis klasifikasi keruangan mengenai ancaman beberapa *stressor* tersebut, terhadap tutupan terumbu karang dapat diketahui tingkat kerentanan kerusakan terumbu karang yang ada di daerah penelitian seperti pada tabel 10.

Pelabuhan merupakan pusat berbagai aktivitas transportasi antar pulau maupun pusat transaksi dan pusat berkumpulnya nelayan yang akan maupun telah melakukan aktivitas pekerjaannya. Bagi nelayan Kepulauan Karimunjawa, pelabuhan merupakan tempat pangkalan untuk beraktivitas. Pelabuhan – pelabuhan di sini tidak banyak disinggahi oleh kapal-kapal besar hanya sesekali saja dan itupun tidak semua pelabuhan pernah disinggahi. Pelabuhan utama yang terletak di Pulau Karimun merupakan pusat perhubungan laut antara Kepulauan Karimunjawa dengan Pulau Jawa khususnya Jepara dan Semarang melalui Kapal Muria dan Kapal Motor Cepat Kartini I. Dikaitkan dengan luas pelabuhan yang ada, pelabuhan – pelabuhan di Kepulauan Karimunjawa masih

Tabel 9. Kualifikasi dan Posisi Koordinat Stressor Faktor Pencemaran dari Laut

No	Nama Stressor	Kualifikasi	X	Y
1	Pelabuhan 1	Kecil	438212,45	9345684,56
2	Pelabuhan 2	Kecil	436822,71	9346449,70
3	Pelabuhan 3	Kecil	442451,12	9361543,65
4	Pelabuhan 4	Kecil	415281,94	9363282,58
5	Pelabuhan 5	Kecil	409792,52	9355839,94

Sumber: Data Primer

Tabel 10. Prosentase Luas Daerah Tutupan Terumbu Karang yang Terancam Oleh Stressor Pencemaran dari Laut

No	Nama Stressor	Prosentase Luas Daerah Terancam dengan Tingkat Ancaman (%)		
		Ringan (Harkat 1)	Sedang (Harkat 2)	Berat (Harkat 3)
1	Pelabuhan 1	58,56	32,46	8,97
2	Pelabuhan 2	69,54	22,32	8,13
3	Pelabuhan 3	72,63	24,24	3,12
4	Pelabuhan 4	78,64	12,76	8,58
5	Pelabuhan 5	71,21	20,62	8,15
Rerata		70,12	22,48	7,40

Sumber: Hasil Analisis

digolongkan sebagai *stressor* dengan kualifikasi kecil.

Berdasarkan hasil analisis Tabel 10 diketahui bahwa tingkat ancaman oleh stressor pencemaran dari laut, sebagian besar masuk kategori ringan (70,12%), disusul tingkat sedang (22,48%) dan berat (7,40%). Pelabuhan 1, yakni pelabuhan yang terdapat di Pulau Karimun (pelabuhan utama) mengancam terumbu karang dengan tingkat ancaman berat terbesar, disusul Pelabuhan 4 yang terletak di Pulau Parang. Pelabuhan 4 ini merupakan pelabuhan yang cukup penting karena menghubungkan jalur transportasi antara Pulau Parang dan sekitarnya dengan Pelabuhan utama di Pulau Karimun. Hal tersebut menunjukkan bahwa intensitas aktivitas pelabuhan yang

lebih besar mengancam terumbu karang yang lebih besar juga.

c. Kerentanan Kerusakan Terumbu Karang oleh Penangkapan Ikan Secara Berlebihan

Berdasarkan data kependudukan Kepulauan Karimunjawa dan dihubungkan dengan penentuan harkat pada penelitian ini dapat diketahui bahwa tekanan jumlah penduduk terhadap sumberdaya perikanan di perairan Kepulauan Karimunjawa masih tergolong ringan (harkat 1). Hal ini didukung oleh keberadaan Kepulauan Karimunjawa yang cukup jauh (± 83 km) dari pulau Jawa, sehingga tidak memungkinkan bagi nelayan dari luar pulau yang berperalatan kapal dengan kekuatan kecil untuk mencari

ikan di perairan ini. Kalaupun ada kapal pencari ikan dari luar, hal ini hanya terjadi beberapa waktu saja dengan jumlah yang tidak banyak.

d. Kerentanan Kerusakan Terumbu Karang oleh Penangkapan Ikan dengan Metode Merusak

Para nelayan pada umumnya menangkap ikan dengan menggunakan muroami, branjang, pancing tonda, pancing edo dan jaring. Beberapa dari peralatan tersebut ada yang khusus digunakan pada musim-musim tertentu dan untuk jenis ikan tertentu pula (lihat tabel 11).

Menurut penuturan salah seorang responden yang dapat dipercaya, dahulu nelayan pernah ada yang menggunakan bom sebagai alat penangkap ikan di perairan ini. Namun sekarang sudah tidak ada lagi dengan adanya kebijakan pemerintah yang melarang hal tersebut.

Responden yang lain mengatakan bahwa ada banyak nelayan yang ada di daerah penelitian menggunakan racun yang

berbahaya bagi terumbu karang untuk menangkap ikan-ikan tertentu seperti ikan hias dan lobster yang bernilai jual tinggi. Untuk malaksanakan praktek ini nelayan harus menyelam dengan alat selam yang tidak memadai dan melumpuhkan ikan-ikan tersebut yang biasanya bersembunyi pada rongga-rongga karang sehingga cukup membahayakan bagi kehidupan karang yang terkena semprotan zat racun.

Praktek ini dilakukan dengan intensitas yang lebih dari sekali dalam seminggu dengan lokasi penangkapan yang tidak menentu pada daerah tutupan karang. Operasi untuk memberantas praktek ini sering dilakukan. Namun demikian menurut responden tersebut ada 'persekongkolan' antara aparat tertentu dengan nelayan yang memberitahukan jadwal-jadwal operasi. Dengan demikian para nelayan akan menyembunyikan alat-alat berbahaya tersebut dan menghentikan prakteknya saat operasi aparat dilakukan.

Faktor ini merupakan permasalahan yang sangat membahayakan bagi kebera-

Tabel 11. Jenis Alat Tangkap dan Masa Operasi Penggunaan Alat

No	Jenis Alat	Jumlah	Produksi/ Trip (kg)	Produksi/ Bln(kg)	Masa Operasi	Jenis Ikan
1	Muroami	18	100	-	September- Desember	Ekor Kuning
2	Branjang	90	100	2000	Juni - Agustus	Teri
3	Pancing Tonda	617	25	500	Juni - September	Tongkol
4	Pancing Edo	200	3	50	Maret - Juni	Ikan Karang
5	Jaring	200	10	200	September- November	Ekor Kuning
6	Bubu	2000	0,5	1000	Sepanjang Musim	Ikan Karang

Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Jepara, 2004

daan terumbu karang walaupun memang memerlukan penelitian yang lebih mendalam untuk mengungkapkan fakta secara lebih detil. Berdasarkan analisis tersebut maka setiap unit objek terumbu karang terancam dengan tingkat berat (harkat 3) oleh penggunaan alat tangkap yang merusak.

e. Indeks Kerentanan Kerusakan Terumbu Karang

Indeks kerentanan menggambarkan tingkat kerawanan terumbu karang di suatu lokasi untuk mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh adanya *stressor* yang dampak buruknya menjangkau lokasi di mana terumbu karang tersebut berada. Adapun klasifikasi indeks kerentanan ditentukan menurut besarnya harkat dari masing-masing *stressor*.

Berdasarkan data hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa terdapat enam jenis *stressor* utama (lihat tabel 12) dengan harkat masing-masing *stressor* bagi masing-masing unit objek sebagaimana yang telah dibahas dimuka.

Berdasarkan tabel 12 dapat ditentukan interval (I) yang digunakan untuk membuat range masing-masing kelas kerentanan sebagai berikut:

$$I = \frac{45 - 15}{4} = 7,5$$

dengan nilai interval tersebut maka dapat dibuat klasifikasi sebagaimana yang tercantum pada tabel 13.

Berdasarkan klasifikasi indeks kerentanan kerusakan terumbu karang terdapat 69,50% dari seluruh luasan terumbu karang di daerah penelitian dalam kondisi tidak rentan dengan total skor 15 – 22. Hasil analisis keruangan menunjukkan bahwa tutupan terumbu karang yang memiliki tingkat kerentanan demikian terdapat di wilayah perairan Pulau: Kembar, Parang, Kumbang, Katang, Nyamuk, Krakal Besar, Krakal Kecil, Geleang, Burung, Bengkoang, Menyawakan, Cemara Besar, Cemara Kecil, Sintok, Gundul, Cendikian, Genting, Seruni, dan Sambangan. Adapun sisanya sebesar 30,50% cukup rentan mengalami kerusakan dengan total skor antara 23 - 30. Persebaran tingkat ancaman ini terdapat pada pulau-pulau yang memiliki tingkat aktivitas penduduk tinggi, yakni di sekitar Pulau: Kemujan, Karimun Jawa, Menjangan Besar dan Menjangan Kecil.

Apabila dikaitkan dengan kondisi sebenarnya di lapangan, walaupun hanya

Tabel 12. Jumlah Stressor Utama di Daerah Penelitian

No	Jenis Stressor	Jumlah	Jumlah Harkat	
			Terkecil	Terbesar
1.	Pelabuhan	5	5	15
2.	Bandara	1	1	3
3.	Pusat Selam	5	5	15
4.	Wisata Pantai	2	2	6
5.	Penduduk	1	1	3
6.	Alat Tangkap	1	1	3
	Jumlah	15	15	45

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 13. Klasifikasi Indeks Kerentanan Kerusakan Terumbu Karang

Jumlah Harkat (indeks)	Klasifikasi
15 - 22	Tidak rentan
23 - 30	Cukup rentan
31 - 37	rentan
38 - 45	Sangat rentan

Sumber: Hasil Perhitungan

30,50 % dari luasan terumbu karang dalam kondisi cukup rentan mengalami kerusakan, namun ternyata sudah terdapat kerusakan pada tutupan terumbu karang pada masing-masing pulau dengan luasan antara 5 – 15%.

Berbagai kerusakan yang terjadi tidak lepas dari beragam aktivitas yang dilakukan oleh penduduk sekitar maupun pendatang. Disamping itu juga ada faktor alam yang sulit dihindari, salah satunya adalah bertiupnya angin barat yang sering menimbulkan gelombang yang cukup kuat untuk menghantam terumbu karang yang ada pada bagian barat pulau. Kerusakan tersebut disebabkan oleh adanya aktifitas pendaratan kapal yang mengakibatkan kerusakan fisik sebagaimana dijumpai di Pulau Menjangan Besar dan Pulau Menjangan Kecil sebagai lokasi pengamatan. Juga kerusakan yang diakibatkan adanya kematian karang akibat penggunaan racun dalam menangkap ikan.

KESIMPULAN

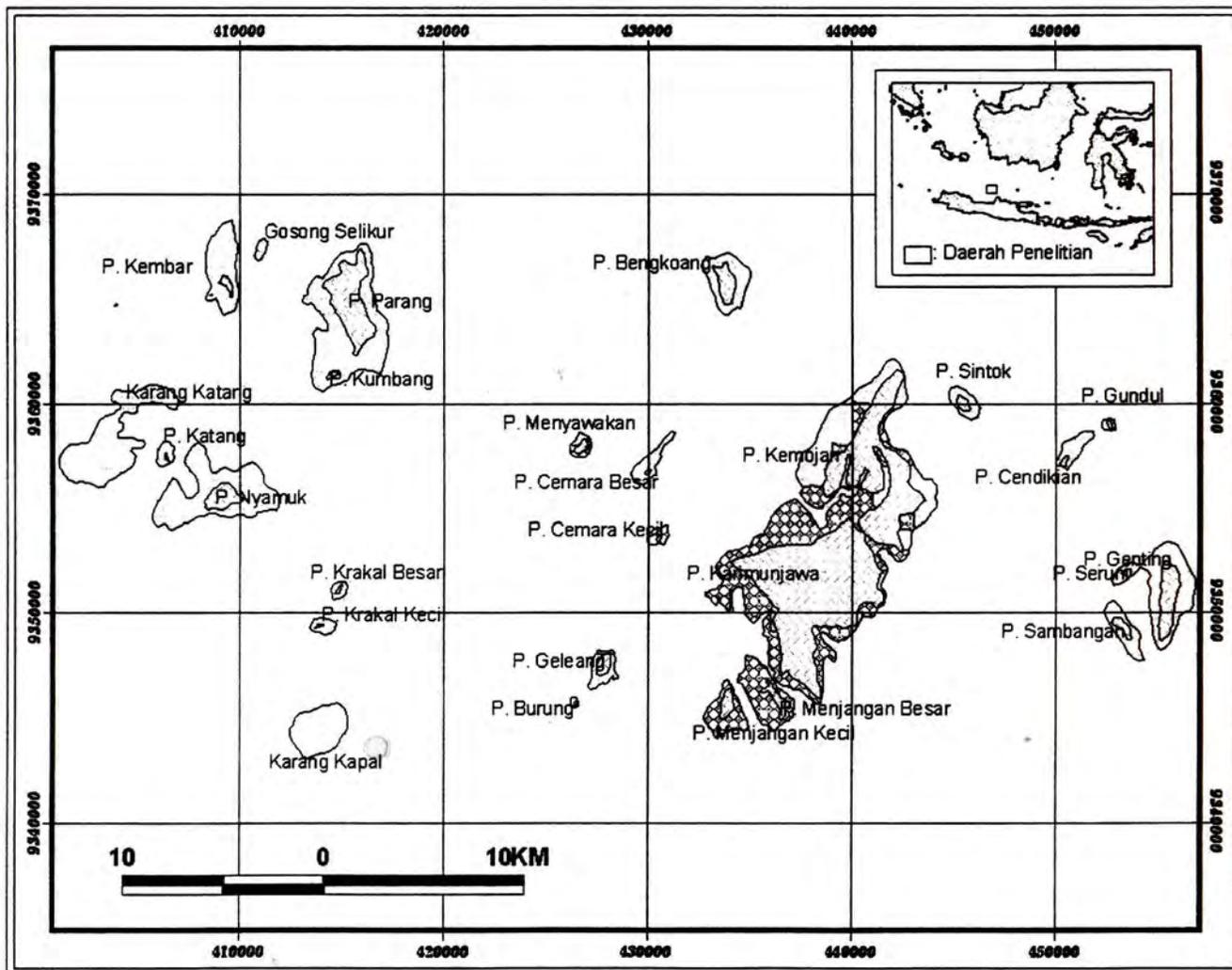
1. Di daerah penelitian terdapat enam *stressor* utama yang mengancam terumbu

karang antara lain: Pelabuhan, Bandara, Pusat Selam, Wisata Pantai, Penduduk, dan Alat Tangkap.

2. Berdasarkan analisis keruangan, dapat ditentukan bahwa sebesar 69,50% dari seluruh luasan terumbu karang di daerah penelitian dalam kondisi tidak rentan, kondisi ini terdapat pada pulau-pulau kecil dengan tingkat aktifitas sosial ekonomi kecil. Selebihnya, sebesar 30,50% memiliki klasifikasi cukup rentan, terdapat pada perairan pulau-pulau yang memiliki tingkat aktivitas penduduk tinggi, yakni di sekitar P. Kemujan, P. Karimunjawa, P. Menjangan Besar dan P. Menjangan Kecil.
3. Walaupun berdasarkan hasil analisis ini, baru pada tutupan terumbu karang seluas 30,50 % yang memiliki klasifikasi cukup rentan, namun apabila dikaitkan dengan kondisi sebenarnya dilapangan sudah terdapat kerusakan pada tutupan terumbu karang pada masing-masing pulau dengan luasan antara 5 – 45% dari total luasan di masing-masing pulau.

DAFTAR PUSTAKA

- Bintarto, R dan Surastopo Hadi Sumarno. 1979. *Metode Analisa Geografi*. Jakarta : LP3ES
- Burke, Lauretta Elizabeth Selig; dan Mark Spalding. 2001. *Reefs at Risk in Southeast Asia Data CD*. Washington, DC: World Resources Institute
- Dahuri, Rohmin et al. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Dubinsky, Z. 1990. *Ecosystems of The World: 25 – Coral Reef*. New York: Elsevier Science Company Inc.
- Guilcher, Andre. 1988. *Coral Reef Geomorphology*. Chichester - New York – Brisbane – Toronto – Singapore: John Wiley & Sons Ltd.
- <http://www.wri.org/>. Burke, Lauretta Elizabeth Selig; dan Mark Spalding. *Terumbu Karang yang Terancam di Asia Tenggara*. 29 April 2003 10:30 PM
- Joko Hartadi, et al. 2001. *Pengelolaan Terumbu Karang Secara Berkelanjutan; Makalah Falsafah Sains (PPs 702) Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor*. Bogor: IPB
- Kusuma, Aditya. 2001. *Pemanfaatan Citra Landsat-TM untuk Pemetaan Kondisi Terumbu Karang di Sebagian Kepulauan Karimun Jawa. Skripsi S - 1*. Yogyakarta: Fak. Geografi UGM
- Marini, Yennie. 2001. *Pemanfaatan Data satelit Landsat-TM untuk Inventarisasi Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Sibolga Kabupaten Tapanuli Tengah Sumatra Utara: Skripsi Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB*. Bogor: IPB
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan
- Rahman, Arief. 2003. *Karimunjawa: Makalah Deskripsi Tentang Sosial Ekonomi Karimunjawa*. Karimunjawa: Hamfah Homestay
- Supriharyono. 2000. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta: Djambatan
- _____. 2003. *Upaya Tercepat Pulihkan Ekosistem Terumbu Karang*. Kompas, 08 maret 2003
- Suharyadi. 2002. *Tutorial Sistem Informasi Geografis Arc/Info*. Jogjakarta: Fak. Geografi UGM
- <http://www.urdi.org/bulletin/volume-11b.asp>. Soekarno. *Potensi Terumbu Karang Bagi Pembangunan Daerah Berbasis Kelautan*. 6 April 2003 10:20 AM
- Zaelany, Andi Ahmad. 2003. *Implementasi Strategi Adaptasi Nelayan Bom Ikan Dan Dampaknya Terhadap Terumbu Karang: Kasus Pulau Karang, Propinsi Sulawesi Selatan; Makalah Falsafah Sains (PPs 702) Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor*. Bogor: IPB



PETA KLASIFIKASI
NDEKS KERENTANAN
KERUSAKAN TERUMBU KARANG
KEPULAUAN KARIMUNJAWA



Skala 1:295.493

LEGENDA :

-  Daratan
-  tidak rentan
-  cukup rentan

Sumber:
1. Peta Administrasi Kecamatan Karimunjawa
2. Hasil Analisis

SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PENDUDUK DI KECAMATAN MUSUK DALAM MENGHADAPI MUSIM KEMARAU

The Ready System of Clean Water for Population in Musuk District to Respon Dry Season

Oleh:

Yuli Priyana dan Dina Safriningsih

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta 57102, Telp. (0271) 717417

Psw. 151-153, Fax. (0271) 715448, E-mail: FORUM GEOGRAFI@yahoo.com

ABSTRACT

This research about ready system of clean water in District of Musuk, Sub-Province of Boyolali. This Research aim to study how ready system of clean water, research area especially of dry season. That wish to know how much amount of resident drinking water consumption at area District of Musuk.

The method of research in this research is survey method. The data which collected in this research consist of primary data result of interview by 150 responden (head of house hold) and perception in field. Secondary data are obtain from governmental institution, books, other resource person and referensi related to this topic of research. Intake of sample done with area of random sampling, to know the target of research to description analisis and tabulation.

The result of research indicate that ready system of clean water at dry season most relying on rainwater with accomodating the the rainwater at pools, besides to overcome water of water supply of rain of society buy water of springs pass tank truck., small to partly use surface water and also of PDAM. Water consumption at mean dry season 48,47 liter/ day/ kapita. But at high area (volcanic slope) its slimmer consumption in comparing plain area of Fluvial foot/feet of Volcano.

Key word: ready system of clean water

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang mutlak diperlukan oleh kehidupan manusia, baik untuk kebutuhan domestik, pertanian maupun industri. Ketersediaan air sering kali digunakan sebagai pertimbangan dalam perencanaan penetapan wilayah untuk lokasi permukiman maupun industri.

Sumberdaya air yang dimanfaatkan untuk kehidupan pada umumnya berasal dari air tanah, air permukaan, air hujan. Keberadaan sumberdaya air dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya adalah: iklim, topografi, geologi dan geomorfologi serta penggunaan lahan.

Iklim merupakan sumber input utama berupa curah hujan, topografi dan geologi mencerminkan unit bentuk lahan. Bentuk lahan ini akan berpengaruh terhadap terhadap kemampuan air tersebut untuk mengalami infiltrasi dan perkolasi. Dengan demikian respon terhadap keberadaan air, dari air hujan, permukaan tanah, sampai menjadi airtanah akan dipengaruhi oleh topografi, geologi dan penggunaan lahan.

Pada setiap wilayah yang mempunyai karakter fisik yang berbeda, akan memungkinkan mempunyai karakter air yang berbeda, sehingga jenis sumber air yang dimanfaatkan oleh setiap masyarakat tersebut

akan berbeda pula. Menurut Priyana (2002), bahwa potensi air pada setiap unit morfologi pada lereng timur gunung api Merapi berbeda-beda, potensi yang paling baik pada dataran fluvial kaki gunung, semakin menuju bagian atas semakin rendah potensinya, sehingga cara memperoleh air bersih pada daerah yang potensi sumber airnya baik relatif lebih mudah dibandingkan daerah yang lain. Sebagian besar wilayah Kecamatan Musuk terdapat pada unit morfologi kaki dan lereng volkan, daerah ini potensi sumber airnya kurang baik. Penduduk pada wilayah ini banyak menggunakan air bersih dari mata air atau air hujan.

Perbedaan karakter lingkungan akan berpengaruh terhadap perilaku hidup masyarakat dalam rangka penyesuaiannya terhadap kondisi alam. Demikian pula perilaku penduduk tentang pola konsumsi air untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari.

Mangku Sitepoe, (1997), mengatakan bahwa keperluan air untuk air bersih rumah tangga sangat dipengaruhi oleh kondisi daerah dan aktifitas kehidupannya. Di kota-kota besar rata-rata kebutuhan air >150 liter/kapita/hari, kota-kota sedang 80 – 150 liter/kapita/hari, kota kecamatan 60 –80 liter/kapita/hari dan desa berkisar antara 30 –60 liter/kapita/hari. Adapun jumlah kebutuhan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO) adalah sekitar 50 liter/kapita/hari (Tini Hadad, 1999).

Kecamatan Musuk merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Boyolali, dengan ketinggian rata-rata 700 m diatas permukaan air laut. Wilayah Kecamatan Musuk bagian barat yang umumnya berada

pada sisi timur lereng Gunungapi Merapi, cenderung memiliki potensi ketersediaan air relatif kurang memadai.

Pada musim kemarau sekitar 40 ribu warga di tujuh desa pada wilayah Kecamatan Musuk kekurangan air, mereka harus berebut dengan ternak sapi piaraan mereka untuk keperluan mandi dan mencuci, bahkan sebagian warga rela sehari mandi satu kali demi ternak sapi mereka (Detik.Com, 2001)

Berpijak dari fenomena kondisi fisik yang berbeda tersebut muncul permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah system penyediaan air pada daerah penelitian terutama pada musim kemarau?
2. Berapakah jumlah konsumsi air minum penduduk pada daerah penelitian , apakah sudah memenuhi standar kesehatan?

Tujuan Penelitian:

1. Mengetahui system penyediaan air pada daerah penelitian
3. Mengetahui jumlah konsumsi air minum penduduk daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei, yang disertai dengan analisa data sekunder. Ciri khas metode penelitian survei adalah (Mantra, 2004) sebagai berikut:

1. Unit analisisnya adalah individu. Apabila unit analisisnya kelompok, maka anggota kelompok dipakai sebagai responden.
2. Data dikumpulkan dari responden yang banyak jumlahnya (dapat meng-

- gunakan sampel) dengan menggunakan kuesioner terstruktur
3. Disamping data kuantitatif digunakan pula data kualitatif.

Data Yang Diperlukan

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer, data sekunder serta peta-peta.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Data pengambilan air minum yang diperoleh dari survei.
- b. Data sumber air (sumur, sungai, mataair, PDAM)
- c. Data jumlah konsumsi air minum penduduk

Data sekunder terdiri dari:

- a. data curah hujan dan temperatur
- b. data jumlah dan penyebaran penduduk

Peta-peta yang terdiri dari:

- a. peta administrasi Kec. Musuk
- b. peta topografi
- c. peta geologi
- d. peta jenis tanah

Langkah-langkah Penelitian

- a. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan studi pustaka, dengan cara mengkaji buku-buku, laporan penelitian, serta sumber lainnya yang terkait dengan penelitian ini, melakukan analisa peta-peta yang terkait, orientasi lapangan, kemudian menyusun usulan penelitian serta instrumen penelitian.

- b. Tahap Pelaksanaan

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara dan pengamatan lapangan. Pada tahap ini dilakukan per-

hitungn konsumsi air minum, serta sistem penyediaan air minum. Populasi pada penelitian ini adalah penduduk pemakai sumber air minum di Kec. Musuk, yang menjadi responden adalah kepala keluarga, mengingat keterbatasan waktu, biaya dan tenaga maka diambil sampel. Metode pengambilan sampel dengan *proporsional sampling*, dengan pengambilan sampel pada setiap desa. Metode ini diambil dengan asumsi homogen, karena sebagian besar penduduk bermata pecaharian petani.

Banyaknya sampel diambil tiap desa disesuaikan dengan besarnya KK yang ada pada desa tersebut, yakni 1% dari 14279 KK yaitu sebesar 143 dan di bulatkan menjadi 150 KK.

- c. Tahap Penyelesaian

Pada tahap ini dilakukan analisis data yakni dengan analisis tabulasi frekwensi maupun tabulasi silang. Setelah itu dilakukan penulisan laporan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Iklm

Iklm pada suatu daerah akan mempunyai pengaruh terhadap tata kehidupan pada masyarakat daerah itu sendiri, sehingga tipe iklim penting untuk diketahui. Iklim adalah keadaan rata-rata cuaca pada suatu wilayah dengan waktu yang cukup lama yakni sekitar 30 tahun. Faktor iklim yang paling sering digunakan untuk penentuan tipe iklim adalah suhu dan curah hujan.

Suhu rata rata-rata terdingin pada daerah penelitian 18°C pada bulan Agustus dan suhu bulan terpanas pada bulan Oktober sebesar 30°C. Curah hujan rata-

rata tahunan sebesar 2568 mm. Berdasarkan penggolongan tipe iklim Schmidt dan Ferguson termasuk golongan iklim C (agak basah), artinya hujan sering terjadi. Berdasarkan penggolongan Koppen termasuk tipe iklim Am (hutan hujan tropik). Iklim ini mempunyai periode iklim sedang, musim kering yang pendek dapat diimbangi oleh musim hujan. Jika dilihat dari kondisi iklim yang ada, daerah ini mempunyai potensi air dari curah hujan cukup.

Geologi dan geomorfologi

Menurut pembagian zone geologi Bemmelen, Kecamatan Musuk termasuk zone geologi bagian timur yakni sub zone Solo, terletak pada lereng sampai kaki Gunungapi Merapi dengan ketinggian antara 550 m sampai 1100 m dari permukaan air laut. Materi penyusunnya terdiri dari material vulkan gunungapi kuartar tua dan kuartar muda dari Merapi dengan batuan beku intrusif dan ekstrusif.

Berdasarkan unit geomorfologi daerah Musuk termasuk daerah kaki gunung api dan lereng Gunung api Merapi, dan sebagian kecil dataran fluvial kaki vulkan. Dengan demikian sebagian besar wilayah ini merupakan daerah imbuhan (recharge).

Tanah dan Penggunaan lahan

Tanah pada daerah Kecamatan Musuk merupakan hasil pelapukan mate-

rial hasil letusan gunungapi. Jenis tanah yang ada pada daerah ini adalah regosol kelabu dan litosol yang teksturnya agak pasiran. Tanah jenis regosol kelabu memiliki sifat (Isa Darmawijaya, 1980): tekstur pasir, struktur remah, konsistensi remah sampai gembur, porositas dan permeabilitas tinggi. Jenis tanah ini terdapat pada hampir semua desa, kecuali wilayah desa Cluntang dan Mriyan.

Tanah litosol dianggap merupakan tanah yang masih muda, sehingga profilnya belum memperlihatkan ciri-ciri horizon pada tanah, jenis tanah ini terdapat di Desa Mriyan dan Cluntang. Sebagian besar tanah ini merupakan hutan dan tegalan.

Penggunaan lahan pada wilayah ini terdiri dari: pekarangan dan bangunan 32%, tegal kebun 57%, hutan negara 4,3 %, lapangan olahraga 0,35% dan yang lainnya 5,7%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1.

Jika kita amati jenis penggunaan lahan yang ada maka dapat diketahui bahwa daerah tersebut relatif kurang air, yang ditunjukkan tidak adanya lahan sawah yang cukup air.

Kondisi Hidrologi

Sumberdaya air di Kecamatan Musuk secara umum dapat dikatakan agak sulit, terutama pada musim kemarau. Hal

Tabel.1. Jenis dan Luas Penggunaan Lahan Kec. Musuk

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Prosentasi (%)
1	Pekarangan / bangunan	2.112,7662	32,5
2	Tegal/Kebun	3.719,9395	57,2
3	Hutan negara	276,3500	4,3
4	Lapangan Olah raga	20,0000	0,3
5	Lainnya	375,0896	5,7
	Jumlah	6.504,1453	100

Sumber: Musuk dalam Angka 2001

ini di karenakan kondisi fisik daerah tersebut yang sebagian besar berada pada lereng dan kaki gunungapi.

Air hujan yang cukup pada musim hujan biasanya di tampung pada sebuah kolam "pah" kemudian dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari hari maupun ternaknya pada musim hujan sampai menjelang musim kemarau.

Air sungai pada daerah ini aliran tidak begitu besar, namun dimanfaatkan oleh PDAM untuk kebutuhan air bersih. Pemanfaatan air sungai secara langsung oleh masyarakat untuk kebutuhan air bersih jarang dilakukan oleh masyarakat daerah tersebut.

Airtanah pada daerah Kecamatan Musuk jarang didapatkan kecuali di desa Pusporenggo dan Musuk. Kedalaman airtanah di desa Pusporenggodan Musuk sekitar 10 sampai 25 meter. Hal ini dikarenakan kondisi wilayah kecamatan Musuk secara umum terletak pada daerah lereng dan kaki gunungapi.

Mata air pada daerah penelitian jumlahnya tidak begitu banyak, namun untuk memenuhi kebutuhan air minum pada musim kemarau masyarakat banyak mendatangkan air mata air yang ada di sekitar kec. Boyolali, kemudian dibawa naik dengan truk tangki menuju daerah musuk.

Sistem Penyediaan Air Minum

Dalam penjelasan system air bersih menyakut tiga hal, yaitu sumber air yang digunakan, cara eksploitasi dan system distribusinya. Sumber air yang digunakan penduduk pada daerah penelitian secara berurutan berdasar prioritasnya adalah air sumur, mataair, air sungai dan air hujan. Pada musim kemarau masyarakat banyak

memanfaatkan air dari mata air dengan cara membeli air yang didistribusikan oleh truk tangki. Air ini biasanya diambil dari daerah Kecamatan Boyolali (Tlatar). Harga setiap tangki berukuran 5.000 liter sekitar Rp 40.000,-, namun untuk desa-desa bagian barat daya Kecamatan Musuk, mereka harus membayar Rp 75.000,- sampai Rp 150.000,-, tergantung jarak tempuh desa dari sumber mata air tersebut.

Hampir setiap rumah tangga terutama pada desa-desa di lereng kaki gunung Merapi mereka membangun kolam penampungan air dengan ukuran rata-rata 4 x 5 meter dengan kedalaman 8 meter. Air yang tertampung pada kolam ini digunakan sebagai persediaan bila musim kemarau tiba. Biasanya jika kemarau panjang persediaan tersebut akan habis, terpaksa mereka harus beli air dari tanki.

Pemakaian air sumur pada daerah ini jarang, kecuali pada Desa Pusporenggo dan Musuk. Pada umumnya penduduk mengambil airtanah menggunakan "kerekan timba" atau pompa elektrik.

Konsumsi air minum

Konsumsi air minum penduduk pada suatu daerah sangat dipengaruhi oleh adanya beberapa faktor, diantaranya kondisi fisik, ketersediaan sumber, cuaca, sosial ekonomi. Konsumsi air minum penduduk di Indonesia sekitar 60 sampai 150 liter/hari/kapita, konsumsi untuk masyarakat desa sekitar 60 sampai 80 liter/hari/orang (Soenarso Simoen, 1986).

Menurut WHO standar pemakaian air bersih setiap orang per hari adalah 50 liter per hari. Menurut Priyana (1999) pemakaian air untuk sapi perah di daerah Boyolali sekitar 42 sampai 74 liter/hari/sapi.

Tabel 2. Sistem Penyediaan air minum Pada musim Kemarau

No	Jenis Sumber Air	Desa	Cara Eksploitasi
1	Air Hujan	Lampar, dragan, karanganyar, Jemowo, sumur, Sangup, Mriyan, Lanjaran, Keposong, Pager jurang, Srunu, Cluntang, Ringin Larik,	Dibuat Kolam atau bak penampungan pada rumah-rumah penduduk (Pah)
2	Sumur	Musuk, Pusporenggo	Ditimba dengan kerekan, pompa elektrik.
3	Mata Air	Lampar, Dragan, karanganyar, jemowo, sumur, sangup, Mriyan, Lanjaran, Keposong, Pager jurang, sruni, Cluntang Ringin lirik, Sukorejo	Beli dari Truk tangki yang ambil dari mata aiar kemudian di masukkan pada bak penampungan di rumah.
	a. beli dari Tangki		
	b. Bak Penampungan	Mriyan, lanjaran, sukorejo, Sruni, Cluntang, Kembangsari, Ringin Larik, Musuk, Sukorame, Pusprenggo.	Dibuat bak penampungan kemudian di-salurkan ke rumah penduduk dengan selang.
4	PDAM	Karang Kendal, Sukorejo, Ringin Larik, Kebon Gulo, sukorame, Puspo-renggo, Musuk.	Didistribusikan oleh PDAM
5	Air Sungai	Lanjaran, Sruni, Kembangsari	Dibuat bak penampungan kemudian disalurkan ke rumah penduduk dengan selang

Jika kita melihat data bahwa konsumsi air pada masyarakat Musuk sekitar, 33 liter sampai 75 liter perhari per orang. Hal ini pada kenyataannya masih ada masyarakat yang konsumsi airminumnya dibawah ketentuan WHO, bahkan lebih banyak pemakaian air oleh sapi perah di daerah Boyolali yakni 55 liter/ekor/hari.

Dari perhitungan tersebut, maka rata-rata konsumsi air adalah 48, 47 liter/hari/orang pada musim kemarau. Jika dilihat dari data tersebut konsumsi yang tinggi (lebih dari 55 liter/hari/orang) terdapat pada desa Musuk, Sukorame dan Puspo renggo yang merupakan daerah yang sistem penyediaan airnya dengan air sumur, atau dapat dikatakan pada daerah-daerah yang air tanah lebih mudah didapatkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan tersebut diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Wilayah Kecamatan musuk merupakan wilayah yang setiap tahunnya selalu mengalami kekeringan, terutama pada musim kemarau. Sistem penyediaan air minum pada daerah penelitian jika musim kemarau sebagian besar menggunakan tampungan air hujan dan membeli air pada mata air dari truk-truk tangki yang cukup mahal harganya (Rp 50.000,- sampai Rp 150.000,0).
2. Rata-rata konsumsi air minum daerah Kec. Musuk adalah 48,47 liter/hari/orang, masih dibawah standar yang ditetapkan oleh WHO.

Tabel.1.3 Konsumsi Air minum penduduk Kec. Musuk pada musim kemarau

No	Desa	Jumlah penduduk (Jiwa)	Konsumsi air (Lt/Hari/Orang)
1.	Lampar	3156	44,00
2.	Dragan	2200	49,50
3.	Karanganyar	3381	40,40
4.	Jemowo	5339	46,90
5.	Sumur	2278	33,40
6.	Sangup	2590	37,90
7.	Mriyan	2083	51,50
8.	Lanjaran	1959	38,50
9.	Karangkendal	2424	50,00
10.	Keposong	3572	42,05
11.	Pagerjurang	1231	39,50
12.	Sukorejo	5335	49,50
13.	Sruni	3243	45,00
14.	Cluntang	2675	32,50
15.	Kembangsari	2714	54,00
16.	Ringin larik	2890	52,50
17.	Kebongulo	1444	53,60
18.	Musuk	4739	70,50
19.	Sukorame	3077	69,00
20.	Pusporenggo	2628	69,00
	Jumlah	58958	969,20

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, Ratusan Ribu Penduduk Boyolali Kesulitan air Bersih, [Http:// www. Detik. Com/peristiwa/2001/09/14](http://www.Detik.Com/peristiwa/2001/09/14)
- Dina Safriningsih, 2001, Agihan Sumber Air Minum dan Konsumsi Air Minum Penduduk di Kecamatan Musuk Kabupaten boyolali, *Skripsi sarjana S1*, Fak Geografi UMS.
- Ida Bagus Mantra, 2004, *Filsafat Penelitian & Metode Penelitian Sosial*, Pustaka pelajar, Yogyakarta.
- Isa Darmawijaya, 1980, *Klasifikasi tanah*, Balai penelitian Teh dan kina, Bandung.
- Totok Gunawan, 1991. *Laporan penelitian; Adaptasi penduduk Pegunungan dalam Menghadapi Kelangkaan Sumberdaya air di Kecamatan Samigaluh Kulon Progo*, Fak. Geografi UGM.
- Yuli Priyana DKK, 2002, *Laporan penelitian Karakter Airtanah Dan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Lereng Timur gunung Api Merapi Kabupaten Boyolali Jawa Tengah*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- , 1999, Agihan Geografi ternak sapi perah di Kabupaten Boyolali, *Tesis Prgram Pasca sarjana* UGM, Yogyakarta.

EFEKTIVITAS HUTAN TANAMAN MAHONI (*Swietenia macrophylla*)
DALAM MENGENDALIKAN EROSI DAN LIMPASAN

*The Effectiveness Of Mahogany (Swietenia macrophylla) Plantation Forest On
Controlling Erosion And Runoff*

Oleh:

Paimin

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS
Wilayah Indonesia Bagian Barat di Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasura PO Box 295
Telp. (0271) 716959 Fax. (0271) 716709

ABSTRACT

*E*cosystem of forest has been considered the most effective measures in controlling soil erosion and runoff. However, man-made forest or plantation forest is frequently disturbed that causing susceptible to land degradation, especially by erosion. The role of forest to protect soil from erosion forces is not only played by individual forest stand itself but also its community. Composition of vegetation community always change dinamically depending on the forest management system applied and the age of plant. To determine the effectiveness of mahogany forest plantation during its growth on controlling soil erosion and runoff, a study was conducted at mahogany plantation forest area of Gundih district. Three different ages of mahogany (1, 4, and 8 year old) were selected as observation plots. Soil erosion and runoff measurements were carried out on a small plot procedure of 4m x 22.1m size. Whereas, observations on main tree of mahogany characteristics and its undergrowth vegetations were also accomplished within this area. The results indicated that the number and kind (species) of vegetation community of mahogany changed dynamically and tended to decrease as the main forest stand became older. The older mahogany produced less both soil erosion and surface runoff. Soil erosion level on vegetation community of mahogany plantation, during two months observations, decreases as much as 39.3%, 9.8%, and 5.2% respectively for 1, 4, and 8 year old of mahogany comparing to bare land (control plot) of 112.6 kg/plot (12.7 ton/ha). Additionally, surface runoff lowered at the mahogany age of 4 and 8 year as high as 33 % and 52% respectively comparing to control one, but surface runoff at the mahogany of 1 year old had no different from the control one. The main role of this condition was played by thick litter at 8 year old of mahogany, and by creeping grass, and other shrub at 4 year old of mahogany.

Keywords : mahogany plantation forest, vegetation community, soil erosion, runoff.

PENDAHULUAN

Hutan adalah suatu lapangan pertumbuhan pohon-pohon yang secara keseluruhan merupakan persekutuan hidup alam hayati beserta alam lingkungannya atau ekosistem. Oleh karena itu hutan bukan hanya sekumpulan individu pohon tetapi merupakan suatu masyarakat tumbuhan yang kompleks, yang terdiri selain dari pohon juga semak, tumbuhan bawah, jasad renik, dan hewan lainnya, dimana satu

sama lain terikat dalam hubungan ketergantungan (Dep. Hut., 1992). Hutan tua yang tidak terganggu ekosistemnya merupakan pelindung sempurna terhadap ancaman bahaya erosi dan pengendali lebih air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah (*overland flow*) atau disebut limpasan air permukaan (*surface run-off*). Bertolak dari prinsip hutan sebagai pengendali limpasan permukaan dan erosi, maka banyak dilakukan penggunaan vegetasi hutan sebagai upaya *universal* dalam

tindakan konservasi tanah. Setiap jenis tanaman hutan beserta masyarakat tumbuhan di lingkungannya memiliki karakter sendiri-sendiri pada setiap fase pertumbuhannya, tergantung dari kondisi bio-fisik lingkungan dan manajemen yang diaplikasikan. Demikian juga tanaman Mahoni (*Swietenia macrophylla*), baik untuk hutan tanaman maupun hutan rakyat, memiliki karakteristik yang dinamis selama daurnya sehingga perannya dalam mengendalikan erosi maupun limpasan juga bersifat dinamis.

Dalam seluruh fase pertumbuhannya, hutan tanaman tidak bisa dikatakan tanpa intervensi atau gangguan. Gangguan terbesar terjadi pada fase penebangan, penyiapan lahan dan masa tanaman berumur muda, terutama yang dikelola dengan sistem tumpangsari. Dinyatakan oleh Choong (1981) bahwa potensi degradasi lahan hutan lebih disebabkan oleh penerapan manajemen (pengelolaan) dari pada tanaman pokoknya sendiri. Perbedaan teknik penyiapan lahan, kerapatan tanaman, budidaya tanaman bawah, sistem pemeliharaan, serta intensitas dan daur penebangan akan memberikan nilai produksi dan fungsi perlindungan lingkungan yang berbeda.

Penerapan manajemen yang berbeda pada setiap tapak pengembangan hutan tanaman akan membentuk dinamika masyarakat (komunitas) tumbuhan yang berbeda. Komunitas tumbuhan (vegetasi) hutan tanaman yang terbentuk selain dipengaruhi oleh kondisi tapak juga dipengaruhi oleh interaksi alam lingkungannya, yakni: (1) persaingan untuk memperoleh sumberdaya seperti air, hara, dan sinar matahari, (2) predasi (pemangsa dan parasitisme), (3) persekutuan yang saling menguntungkan, dan (4) alelopati (Fitter dan Hay, 1981). Perbedaan komunitas

vegetasi dengan demikian akan memberikan dampak perlindungan tanah yang berbeda juga pada setiap fase pertumbuhannya terhadap limpasan air permukaan dan erosi.

Tanah dan vegetasi mengalami proses interaktif yang berpengaruh terhadap limpasan air permukaan maupun erosi. Menurut Stocking (1988) proses tersebut meliputi :

- (1) pengikatan tanah secara fisis oleh akar serta elektrokhemis dan nutrien antara akar dan tanah,
- (2) penahanan tetes air hujan dan air limpasan oleh seresah organik,
- (3) peningkatan infiltrasi di sepanjang daerah perakaran,
- (4) peningkatan bahan organik ke dalam tanah, sehingga struktur tanah dan kualitas penahanan air (*water holding*) lebih baik,
- (5) peningkatan aktivitas biologi di dalam tanah sehingga struktur tanah lebih baik.

Proses tersebut di atas juga memberikan kontribusi balik terhadap perbaikan pertumbuhan tanaman. Seluruh proses tersebut dipengaruhi oleh pengelolaan yang diterapkan dalam budidaya tanaman (teknik silvikultur).

Dalam proses erosi tanah yang disebabkan oleh air, hutan tanaman dan vegetasi lain dalam komunitasnya, berpengaruh pada kekuatan pengikis yakni air hujan dan air limpasan permukaan, dan pada media tererosi yakni tanah. Pengaruh vegetasi terhadap media tanah dan air bersifat bebas (*independen*), tetapi dalam proses erosi keduanya berinteraksi pada tempat yang sama yakni permukaan tanah

(Wiersum, 1983). Besarnya pengaruh vegetasi terhadap erosi dan air limpasan tergantung dari kondisi vegetasi pokok dan komunitasnya pada setiap fase pertumbuhan. Diterangkan oleh Dissmeyer dan Foster (1981) bahwa tindakan (praktek) pengelolaan hutan menciptakan berbagai kondisi yang mempengaruhi erosi alur (*rill*) dan erosi lapis (*sheet*).

Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh informasi efektivitas hutan tanaman Mahoni pada 3 (tiga) fase pertumbuhan terhadap pengendalian erosi dan air limpasan permukaan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di RPH Getas, BKPH Monggot, KPH Gundih, dan terletak pada petak No. 56, 68 dan 36, pada tahun 2000. Pengamatan secara intensif dilakukan pada bulan Nopember dan Desember 2000.

Tanah di lokasi penelitian termasuk ordo Entisol dengan tebal lapisan tanah atas sekitar 10-15 cm, dan jeluk (kedalaman) *regolit* mencapai lebih dari 50 cm. Batuan induk penyusun tanah merupakan batuan sedimen lanau (*shale*) tercampur kapur yang mudah terfragmentasi oleh panas dan hujan. Proses fragmentasi dipercepat dengan adanya pengolahan tanah secara intensif berupa pencangkulan tanah sampai dengan batuan induk. Hampir seluruh profil tanah didominasi oleh tekstur lempung (*clay*) berbutir halus sampai sangat halus sehingga permeabilitasnya lambat. Topografi wilayah bervariasi dari datar sampai terjal/curam dengan panjang lereng relatif pendek.

Curah hujan tahunan rata-rata sebesar 2.500 mm dengan variasi tahunan yang cukup besar. Tipe iklim menurut Schmidt dan Ferguson termasuk tipe C dengan 8 bulan basah dan 3 bulan kering ($Q = 37,5\%$).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi : (1) bahan untuk pengamatan erosi seperti botol sampel, ember plastic gayung, kain lap, dll., (2) bahan pengambilan sampel tanah : kantong plastik, botol air, tali, dll., (3) alat tulis dan bahan computer. Sedangkan peralatan yang digunakan terdiri dari : penakar hujan manual, unit plot erosi (ukuran 4m X 22,1), ring sampel, pisau tanah, kaliper/phi band, haga meter, meteran, drum, selang plastic, dll.

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan pada vegetasi pokok tanaman Mahoni dengan umur satu, empat, dan delapan tahun (3 perlakuan) sehingga diperoleh dinamika karakteristik hutan tanaman Mahoni pada setiap fase pertumbuhannya. Pengambilan umur satu tahun untuk memperoleh informasi dasar pengelolaan, seperti sistem dan pola tanam sebagai awal teknik silvikultur yang diterapkan. Pada masing-masing umur tanaman, dibuat plot untuk pengukuran vegetasi utama tanaman Mahoni, vegetasi tanaman bawah, dan air limpasan permukaan dan erosi di dalam areal yang sama. Pengukuran vegetasi pokok tanaman Mahoni dilakukan dengan menggunakan petak ukur yang lazim digunakan untuk inventarisasi tegakan muda, yaitu petak ukur berbentuk lingkaran dengan luas 0,04 ha (jari-jari = 11,2 m). Pengukuran populasi vegetasi bawah dilakukan di dalam petak ukur erosi yang diletakkan secara *purposive*, dengan ukuran 1m x 10 m mengikuti jarak tanam vegetasi pokok. Untuk memper-

tindakan konservasi tanah. Setiap jenis tanaman hutan beserta masyarakat tumbuhan di lingkungannya memiliki karakter sendiri-sendiri pada setiap fase pertumbuhannya, tergantung dari kondisi bio-fisik lingkungan dan manajemen yang diaplikasikan. Demikian juga tanaman Mahoni (*Swietenia macrophylla*), baik untuk hutan tanaman maupun hutan rakyat, memiliki karakteristik yang dinamis selama daurnya sehingga perannya dalam mengendalikan erosi maupun limpasan juga bersifat dinamis.

Dalam seluruh fase pertumbuhannya, hutan tanaman tidak bisa dikatakan tanpa intervensi atau gangguan. Gangguan terbesar terjadi pada fase penebangan, penyiapan lahan dan masa tanaman berumur muda, terutama yang dikelola dengan sistem tumpangsari. Dinyatakan oleh Choong (1981) bahwa potensi degradasi lahan hutan lebih disebabkan oleh penerapan manajemen (pengelolaan) dari pada tanaman pokoknya sendiri. Perbedaan teknik penyiapan lahan, kerapatan tanaman, budidaya tanaman bawah, sistem pemeliharaan, serta intensitas dan daur penebangan akan memberikan nilai produksi dan fungsi perlindungan lingkungan yang berbeda.

Penerapan manajemen yang berbeda pada setiap tapak pengembangan hutan tanaman akan membentuk dinamika masyarakat (komunitas) tumbuhan yang berbeda. Komunitas tumbuhan (vegetasi) hutan tanaman yang terbentuk selain dipengaruhi oleh kondisi tapak juga dipengaruhi oleh interaksi alam lingkungannya, yakni: (1) persaingan untuk memperoleh sumberdaya seperti air, hara, dan sinar matahari, (2) predasi (pemangsaan dan parasitisme), (3) persekutuan yang saling menguntungkan, dan (4) alelopati (Fitter dan Hay, 1981). Perbedaan komunitas

vegetasi dengan demikian akan memberikan dampak perlindungan tanah yang berbeda juga pada setiap fase pertumbuhannya terhadap limpasan air permukaan dan erosi.

Tanah dan vegetasi mengalami proses interaktif yang berpengaruh terhadap limpasan air permukaan maupun erosi. Menurut Stocking (1988) proses tersebut meliputi :

- (1) pengikatan tanah secara fisis oleh akar serta elektrokhemis dan nutrien antara akar dan tanah,
- (2) penahanan tetes air hujan dan air limpasan oleh seresah organik,
- (3) peningkatan infiltrasi di sepanjang daerah perakaran,
- (4) peningkatan bahan organik ke dalam tanah, sehingga struktur tanah dan kualitas penahanan air (*water holding*) lebih baik,
- (5) peningkatan aktivitas biologi di dalam tanah sehingga struktur tanah lebih baik.

Proses tersebut di atas juga memberikan kontribusi balik terhadap perbaikan pertumbuhan tanaman. Seluruh proses tersebut dipengaruhi oleh pengelolaan yang diterapkan dalam budidaya tanaman (teknik silvikultur).

Dalam proses erosi tanah yang disebabkan oleh air, hutan tanaman dan vegetasi lain dalam komunitasnya, berpengaruh pada kekuatan pengikis yakni air hujan dan air limpasan permukaan, dan pada media tererosi yakni tanah. Pengaruh vegetasi terhadap media tanah dan air bersifat bebas (*independen*), tetapi dalam proses erosi keduanya berinteraksi pada tempat yang sama yakni permukaan tanah

(Wiersum, 1983). Besarnya pengaruh vegetasi terhadap erosi dan air limpasan tergantung dari kondisi vegetasi pokok dan komunitasnya pada setiap fase pertumbuhan. Diterangkan oleh Dissmeyer dan Foster (1981) bahwa tindakan (praktek) pengelolaan hutan menciptakan berbagai kondisi yang mempengaruhi erosi alur (*rill*) dan erosi lapis (*sheet*).

Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh informasi efektivitas hutan tanaman Mahoni pada 3 (tiga) fase pertumbuhan terhadap pengendalian erosi dan air limpasan permukaan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di RPH Getas, BKPH Monggot, KPH Gundih, dan terletak pada petak No. 56, 68 dan 36, pada tahun 2000. Pengamatan secara intensif dilakukan pada bulan Nopember dan Desember 2000.

Tanah di lokasi penelitian termasuk ordo Entisol dengan tebal lapisan tanah atas sekitar 10-15 cm, dan jeluk (kedalaman) *regolit* mencapai lebih dari 50 cm. Batuan induk penyusun tanah merupakan batuan sedimen lanau (*shale*) tercampur kapur yang mudah terfragmentasi oleh panas dan hujan. Proses fragmentasi dipercepat dengan adanya pengolahan tanah secara intensif berupa pencangkulan tanah sampai dengan batuan induk. Hampir seluruh profil tanah didominasi oleh tekstur lempung (*clay*) berbutir halus sampai sangat halus sehingga permeabilitasnya lambat. Topografi wilayah bervariasi dari datar sampai terjal/curam dengan panjang lereng relatif pendek.

Curah hujan tahunan rata-rata sebesar 2.500 mm dengan variasi tahunan yang cukup besar. Tipe iklim menurut Schmidt dan Ferguson termasuk tipe C dengan 8 bulan basah dan 3 bulan kering ($Q = 37,5\%$).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi : (1) bahan untuk pengamatan erosi seperti botol sampel, ember plastic gayung, kain lap, dll., (2) bahan pengambilan sampel tanah : kantong plastik, botol air, tali, dll., (3) alat tulis dan bahan computer. Sedangkan peralatan yang digunakan terdiri dari : penakar hujan manual, unit plot erosi (ukuran 4m X 22,1), ring sampel, pisau tanah, kaliper/phi band, haga meter, meteran, drum, selang plastic, dll.

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan pada vegetasi pokok tanaman Mahoni dengan umur satu, empat, dan delapan tahun (3 perlakuan) sehingga diperoleh dinamika karakteristik hutan tanaman Mahoni pada setiap fase pertumbuhannya. Pengambilan umur satu tahun untuk memperoleh informasi dasar pengelolaan, seperti sistem dan pola tanam sebagai awal teknik silvikultur yang diterapkan. Pada masing-masing umur tanaman, dibuat plot untuk pengukuran vegetasi utama tanaman Mahoni, vegetasi tanaman bawah, dan air limpasan permukaan dan erosi di dalam areal yang sama. Pengukuran vegetasi pokok tanaman Mahoni dilakukan dengan menggunakan petak ukur yang lazim digunakan untuk inventarisasi tegakan muda, yaitu petak ukur berbentuk lingkaran dengan luas 0,04 ha (jari-jari = 11,2 m). Pengukuran populasi vegetasi bawah dilakukan di dalam petak ukur erosi yang diletakkan secara *purposive*, dengan ukuran 1m x 10 m mengikuti jarak tanam vegetasi pokok. Untuk memper-

mudah pengamatan, setiap petak ukur tersebut dibagi menjadi anak petak ukur berukuran 1 m x 1 m. Pengukuran erosi dilakukan pada petak ukur erosi model standar yang berada di dalam petak ukur vegetasi, dengan panjang 22,1 m, lebar 4 m, dan kelerengan bervariasi dengan rata-rata berkisar 9%.

Masing-masing umur tanaman perlakuan dibuat 2 (dua) ulangan. Untuk pengamatan erosi ditambah dengan plot kontrol (2 ulangan) yakni petak ukur erosi pada tanah terbuka (*bare soil*) tanpa tanaman Mahoni. Dengan demikian jumlah plot pengamatan vegetasi (pokok dan bawah) sebanyak 6 (enam) buah plot dan plot erosi sebanyak 8 (delapan) buah plot yang berada dalam satu lokasi.

Kemiringan lereng masing-masing plot berkisar antara 10% sampai dengan 16%. Karena kemiringan lereng masing-masing plot tersebut tidak seragam maka dilakukan koreksi dengan nilai LS (panjang dan kemiringan lereng) dalam persamaan Universal Soil Loss Equation (USLE) untuk kelerengan sebesar 9% (Wischmeier dan Smith, 1978), seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Cara Pengumpulan dan Analisa Data

Data sistem tanam, sebagai awal teknik silvikultur yang diterapkan, dikumpulkan melalui pengamatan lapangan dan wawancara. Sampel tanah dari tanah

lapisan atas diambil pada masing-masing plot perlakuan dan plot kontrol. Sampel tanah selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan data dari parameter-parameter kandungan bahan organik, tekstur, permeabilitas dan struktur tanah untuk kemudian digunakan dalam penetapan nilai faktor erodibilitas tanah (K) dalam USLE.

Curah hujan diukur secara harian dengan alat penakar hujan manual (*ombrometer*) yang diamati setiap pukul 7.00 pagi. Limpasan air permukaan (*surface run-off*) dan erosi (sampel suspensi) pada masing-masing plot perlakuan dan kontrol juga diukur secara harian pada pagi hari setelah hujan dengan mencatat volume air limpasan yang tertampung pada kolektor di plot erosi.

Parameter vegetasi pokok tanaman yang diamati menyangkut habitus (*performance*) dan karakteristik tanaman yang berpengaruh terhadap erosi dan limpasan dalam satu satuan komunitas. Parameter habitus vegetasi pokok yang diukur meliputi unsur: (1) tinggi total, (2) tinggi bebas cabang, (3) diameter batang, dan (4) penutupan tajuk. Untuk populasi vegetasi lainnya yang diukur mencakup: (1) jenis, (2) jumlah tiap individu, (3) dominasi, (4) tinggi, dan (5) distribusi/sebaran.

Pengamatan tumbuhan bawah dipilih berdasarkan peran utamanya dalam pe-

Tabel 1. Kemiringan Lereng Rata-Rata Tiap Plot Kajian Tanaman Mahoni

No.	Perlakuan	Kemiringan (%)		LS	
		A	B	A	B
1.	Kontrol (tanpa tanaman)	14,40	14,40	2,06	2,06
2.	Mahoni 1 tahun	12,13	9,90	1,57	1,15
3.	Mahoni 4 tahun	12,89	16,51	1,73	2,58
4.	Mahoni 8 tahun	9,68	16,70	1,11	2,63

ngendalian erosi dan limpasan serta menurut sifat pertumbuhannya yakni tanaman tegak, menjalar, merambat dan merayap. Tanaman tegak adalah tanaman yang dalam pertumbuhannya batangnya dalam posisi tegak. Tanaman menjalar adalah tanaman yang pertumbuhan batangnya menjalar di atas tanah (contoh rumput gajah dan rumput blangan (*Hymenache indica* Buese)). Tanaman merambat adalah tanaman yang pertumbuhan batangnya merambat pada tanaman lain (contoh: uwi (*Dioscorea alata* L.)). Tanaman merayap adalah tanaman yang tumbuh merayap atau melekat pada permukaan tanah (contoh rumput oro-oro).

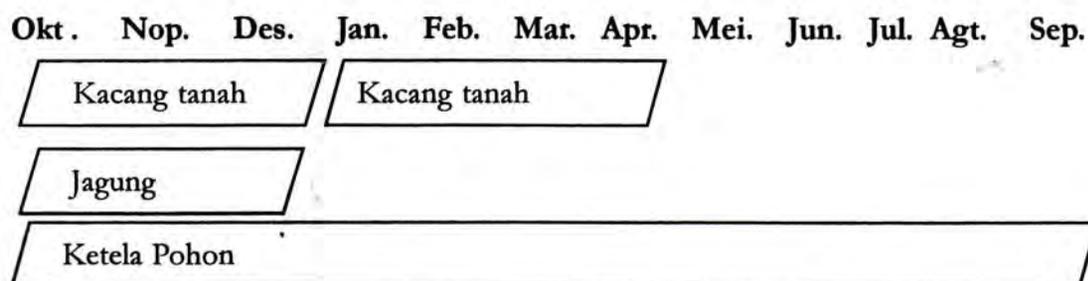
Dinamika komunitas vegetasi (masyarakat tumbuhan) dan pertumbuhannya pada hutan tanaman Mahoni dicerminkan dari hasil pengukuran dan pengamatan pertumbuhan tanaman pokok dan tumbuhan bawah pada 3 (tiga) fase umur. Setiap masyarakat tumbuhan menghasilkan seresah yang berbeda sehingga memiliki kemampuan yang berbeda juga dalam melindungi tanah dari erosi dan limpasan air permukaan. Setiap plot perlakuan memiliki keragaman derajat kemiringan lereng (S) dan erodibilitas tanah (K) yang berbeda, maka untuk memperoleh kesetaraan nilai banding antar perlakuannya, nilai hasil pengukuran erosi harus dikoreksi terlebih dahulu dengan nilai faktor LS dan K persamaan USLE (Wischmeier

dan Smith, 1978). Limpasan air permukaan hasil pengukuran dikonversi menjadi nilai koefisien limpasan (C), yaitu nilai nisbah (perbandingan) antara limpasan air permukaan dengan hujan. Hasil erosi dan limpasan bisa diterangkan melalui analisis kondisi komunitas vegetasi dan produksi seresah pada 3 fase pertumbuhan tanaman (Mahoni umur 1, 4, dan 8 tahun).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Taman

Sistem tanam yang diterapkan pada hutan tanaman Mahoni adalah sistem tumpangsari (*agroforestry*) dengan tanaman semusim selama 2 (dua) tahun pertama pertumbuhan. Teknik penyiapan lahan dilakukan dengan pengolahan tanah intensif sehingga permukaan tanah terbuka. Untuk mengurangi erosi maka teknik konservasi tanah yang dilakukan adalah melalui penanaman biji lamtoro secara jalur (lorong) searah kontur dengan jarak antar jalur selebar ± 3 (tiga) meter. Jarak antar jalur ini disesuaikan dengan jarak tanaman pokok Mahoni selebar 3m x 2m. Pada akhir tahun tanam pertama, konservasi tanah dilakukan dengan cara meletakkan sisa organik batang jagung (*mulsa*) mengikuti tanaman pokok. Pola tanam tanaman semusim dengan sistem *agroforestry* pada hutan tanaman Mahoni umumnya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Tanam Agroforestry Pada Hutan Tanaman Mahoni

Penanaman dengan sistem tumpangsari berakhir setelah tanaman pokok Mahoni berumur 2 tahun atau setelah 3 kali dilakukan tumpangsari. Sampai dengan umur 8 tahun, tanaman Mahoni belum pernah dilakukan penjarangan.

Masyarakat Tumbuhan Hutan Tanaman Mahoni

Hasil pengamatan pertumbuhan menunjukkan bahwa vegetasi pokok tanaman Mahoni tidak seluruhnya (16 batang per plot) bisa tumbuh tetapi sebagian mengalami kematian. Persen tumbuh untuk masing-masing umur 1, 4, dan 8 tahun secara berturut-turut adalah 90 %, 92 %, dan 90 %. Karakteristik pohon yang meliputi nilai rata-rata diameter pohon, tinggi pohon, tinggi pohon sampai dengan bebas cabang (Bbs Cab), volume batang, dan luas tajuk tanaman Mahoni hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2.

Pengamatan tumbuhan bawah sebagai masyarakat tumbuhan hutan tanaman dilakukan pada awal musim hujan bulan Nopember 2000. Tanaman/tumbuhan bawah diklasifikasi dalam kriteria tegak, menjalar, merambat, dan merayap. Hasil pengamatan jenis dan jumlah vegetasi pada setiap petak pengamatan 10 m² (1m x 10m) ditunjukkan dalam Lampiran 1, dan secara ringkas ditunjukkan pada Tabel 3.

Semakin tua umur tanaman menunjukkan nilai total tinggi dan bebas cabang pohon Mahoni semakin tinggi, sehingga memiliki erosivitas hujan melalui air lolos (*throughfall*) lebih tinggi dibandingkan dengan erosivitas hujan secara alami (Wiesum, 1983). Nilai erosivitas ini semakin besar seiring dengan semakin luasnya tajuk tanaman yang memayungi tanah. Berdasarkan tinggi tanaman dan luas tajuk per plot menunjukkan bahwa tanaman Mahoni umur 8 tahun menghasilkan erosivitas terbesar dibandingkan dengan umur yang lebih muda (Tabel 2).

Pada sisi lain penutupan tajuk yang semakin rapat merupakan penghambat masuknya sinar matahari ke ruang bawah tajuk sehingga peluang tumbuhan lain dibawahnya untuk memperoleh sinar matahari sebagai unsur pertumbuhan semakin kecil. Pengaruh kompetisi untuk memperoleh sinar matahari terhadap dinamika pertumbuhan komunitas vegetasi hutan tanaman Mahoni tercermin pada jumlah vegetasi yang semakin menurun sejalan dengan pertambahan umur tanaman seperti ditunjukkan oleh Tabel 3.

Keragaman jenis vegetasi terkecil terjadi pada masyarakat tumbuhan (komunitas vegetasi) hutan tanaman Mahoni umur 1 tahun, walaupun jumlahnya lebih besar dibandingkan pada Mahoni umur 8 tahun

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Karakteristik Pohon Mahoni

No	Umur/ Ulangan	Diam. Batang (m)	Tinggi (m)		Luas Tajuk (m ²)		Volume Pohon (m ³)
			Pohon	Bbs Cab	Pohon	Plot	
1.	1 tahun : A	0,0220	1,35	0,59	0,2666	4,53	0,0006
2.	B	0,0196	1,24	0,79	0,2729	6,55	0,0005
3.	4 tahun : A	0,0484	4,05	1,79	1,7008	32,31	0,0079
4.	B	0,0449	3,84	1,81	1,4665	33,73	0,0071
5.	8 tahun : A	0,1000	9,04	3,89	3,4100	81,74	0,0700
6.	B	0,0900	9,01	3,69	2,8900	86,73	0,0700

Tabel 3. Jumlah Tumbuhan Bawah Per Petak Pengamatan Berdasar Sifat Pertumbuhan Pada Setiap Umur Tanaman

No	Plot	Jumlah Tumbuhan Bawah Per Petak Pengamatan				
		Tegak	Menjalar	Merambat	Merayap	Jumlah
1.	Umur 1 tahun A	434	-	-	16	450
	B	436	-	-	13	449
	<i>Rerata</i>	435	-	-	14,5	449,5
2.	Umur 4 tahun A	309	31	14	702	1056
	B	222	11	09	691	833
	<i>Rerata</i>	265	21	11,5	696	944,5
3.	Umur 8 tahun A	91	2	15	-	108
	B	53	39	17	-	109
	<i>Rerata</i>	72	20,5	16	-	108,5

(Lampiran 1). Kondisi demikian terjadi karena pada fase tersebut pengelolaan hutan diselenggarakan secara tumpangsari dengan tanaman semusim yang sering dilakukan pembersihan gulma (penyiangan). Keragaman jenis semakin berkembang setelah sistem tumpangsari dihentikan pada tanaman umur 3 tahun, seperti ditunjukkan oleh komunitas vegetasi Mahoni umur 4 tahun dan 8 tahun (Tabel 3 dan Lampiran 1). Keragaman jenis, keragaman sifat pertumbuhan, dan jumlah didominasi oleh komunitas vegetasi hutan Mahoni umur 4 tahun dengan sifat pertumbuhan tanaman menonjol jenis tumbuhan merayap dan jenis tumbuhan tegak.

Jumlah vegetasi terkecil terjadi pada masyarakat tumbuhan Mahoni umur 8 tahun, walaupun keragaman jenisnya cukup besar seperti ditunjukkan pada Lampiran 1 dan Tabel 3. Hal ini karena semakin rapatnya tajuk tanaman Mahoni umur tua sehingga tanaman bawah tidak cukup sinar matahari untuk hidup. Namun demikian produksi seresah di bawah tanaman Mahoni umur 8 (delapan) tahun tebalnya 4 - 5 cm, sedang produksi seresah di bawah tegakan Mahoni umur 1 (satu) dan 4 (empat) tahun

belum menunjukkan adanya akumulasi seresah yang signifikan. Seresah yang dihasilkan merupakan komponen perlindungan tanah yang efektif terhadap ancaman erosi (Dissmeyer dan Foster, 1980).

Tumbuhan tegak berperan dalam membantu menahan seresah yang terangkut oleh air limpasan. Selain seresah, material lain yang terangkut air limpasan yaitu: biji-bijian tanaman bawah dan partikel-partikel tanah. Hal ini terlihat dari adanya akumulasi tanaman bawah pada bagian hulu jalur tanaman lorong lamtoro. Sejalan dengan pertumbuhan tanaman pokok yang tajuknya semakin rapat, maka pertumbuhan tanaman bawah semakin berkurang, seperti ditunjukkan pada tanaman di bawah tegakan mahoni umur 4 dan 8 tahun (Tabel 3). Kondisi demikian memungkinkan seresah mudah terangkut oleh air limpasan. Pada awal musim penghujan tanaman menjalar yang tumbuh dan menjalar di atas seresah mampu membantu menahan seresah, walaupun dalam populasi yang rendah.

Tanaman merayap, terutama rumput, banyak berkembang pada tanah terbuka di antara tanaman tegak. Jenis ini

terutama banyak dijumpai di bawah tanaman Mahoni umur 4 tahun (Tabel 3 dan Lampiran 1) karena naungan tanaman pokok hanya sekitar 37 % (Tabel 2) dan tanaman lain hanya terkonsentrasi di sekitar jalur tanaman Lamtoro. Tanaman ini meningkatkan resistensi tanah melalui pengikatan agregat tanah oleh perakaran halus yang rapat dan penutupan permukaan tanah oleh daun dan batang walaupun penutupannya tidak 100 %.

Tanaman merambat memiliki pengaruh menghambat pertumbuhan tanaman yang dirambati. Kemungkinan penurunan populasi tanaman lorong lamtoro disebabkan oleh rambatan ini, disamping penutupan tajuk oleh tanaman pokok. Namun demikian apabila di sekitarnya tidak ada tanaman pokok, tanaman merambat akan tumbuh secara menjalar.

Erosi dan Limpasan

Pengukuran erosi dan limpasan permukaan dilakukan selama 2 (dua) bulan, yaitu Nopember dan Desember 2000. Data

curah hujan harian diperoleh dari 11 kejadian hujan harian. Setiap plot memiliki data kemiringan lereng (S) dan erodibilitas tanah (K) berbeda maka nilai hasil pengamatan erosi perlu dikoreksi. Koreksi lereng dilakukan dengan mengkonversi nilai faktor LS ke nilai LS standar (Tabel 1), sedangkan koreksi erodibilitas tanah dilakukan dengan nilai koreksi terhadap nilai K-rata-rata plot kontrol. Berdasarkan analisis tanah, nilai K masing-masing plot yaitu: untuk plot kontrol nilai K adalah 0,141 (A) dan 0,143 (B). Untuk Mahoni umur satu tahun nilai K sebesar 0,207 (A) dan 0,116 (B). Untuk Mahoni umur empat tahun nilai K sebesar 0,133 (A) dan 0,146 (B). Untuk Mahoni umur delapan tahun nilai K yaitu 0,233 (A) dan 0,224 (B). Hasil pengukuran erosi untuk masing-masing plot pengamatan serta nilai erosi yang telah dikoreksi nilainya ditunjukkan pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa sistem tanam tumpang-sari pada tanaman Mahoni kelas umur 1 tahun (Gambar 1) bisa mengendalikan erosi sebesar 61 % (terhadap kontrol). Besarnya

Tabel 4. Hasil Pengukuran Erosi Pada Setiap Umur Tanaman Mahoni, Nopember dan Desember 2000.

No.	Umur/Plot	Nilai Koreksi			Erosi (Kg/Plot)		Nilai Terhadap Kontrol
		LS	K	LS x K	Pengukuran	Koreksi	
1.	Umur 1 tahun A	1,57	1,458	2,289	89,35	39,03	
	B	1,15	0,817	0,940	46,52	49,51	
	Rerata				67,94	44,27	0,393
2.	Umur 4 tahun A	1,73	0,937	1,621	16,56	10,22	
	B	2,58	1,028	2,652	31,71	11,96	
	Rerata				23,87	11,09	0,098
3.	Umur 8 tahun A	1,11	1,641	1,822	14,63	8,03	
	B	2,63	1,577	4,148	15,64	3,77	
	Rerata				15,14	5,90	0,052
4.	Kontrol A	2,06	1	2,06	186,93	90,74	
	B	2,06	1	2,06	276,92	134,43	
	Rerata				231,93	112,59	

pengendalian erosi pada fase ini bukan ditentukan oleh tanaman pokok tetapi oleh peran tanaman lorong (lamtoro), jalur mulsa, serta peran tanaman jagung yang menutup hampir 75 % permukaan tanah. Pada tanaman Mahoni umur 4 tahun pengendalian erosi ditentukan oleh peran tanaman rumput (merayap) yang menutup permukaan tanah hampir 100 %, tanaman lamtoro (lorong) yang walaupun populasinya berkurang dibanding pada umur 1 tahun, serta kemiringan dan panjang lereng yang berkurang karena terbentuknya teras pada setiap jalur tanaman lorong.

Erosi pada mahoni umur 8 tahun nilainya paling kecil karena seresah hasil tanaman Mahoni dan tumbuhan bawah telah mencapai tebal 4–5 cm serta menutup seluruh permukaan tanah. Himpunan seresah tidak mudah terangkut aliran air permukaan karena adanya vegetasi bawah yang mampu menahan. Walaupun erosivitas hujan meningkat melalui proses air lolos (*throughfall*) tetapi permukaan tanah telah terlindung oleh timbunan seresah.

Dinamika pertumbuhan ini menunjukkan tingkat efektivitas hutan tanaman Mahoni yang berbeda terhadap perlindungan tanah dari erosi melalui: (1)

penutupan permukaan tanah oleh tajuk yang rendah serta timbunan seresah, dan (2) peningkatan resistensi tanah terhadap dispersi karena rajutan akar halus (*fine root mat*) dan tambahan bahan organik yang bisa memperbaiki permeabilitas tanah dan ikatan partikel dalam gumpal masa tanah.

Air hujan yang mencapai permukaan tanah dan tidak masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*) mengalir di permukaan tanah (*overland flow*) sebagai limpasan air permukaan. Besarnya limpasan air permukaan dan koefisien limpasan pada 3 fase umur tanaman Mahoni ditunjukkan pada Tabel 5.

Dari Tabel 5 terlihat bahwa semakin tua umur tanaman semakin kecil limpasan permukaan yang terjadi. Limpasan permukaan pada Mahoni umur 1 tahun tidak berbeda dengan yang terjadi pada kondisi lahan tanpa vegetasi (kontrol) yakni dengan nilai koefisien limpasan 0,27. Sistem komunitas vegetasi tanaman Mahoni yang terbangun dalam sistem tumpangsari mampu mengendalikan erosi hingga 61% dibanding kontrol tetapi tidak mampu mengurangi limpasan permukaan. Hal ini terjadi karena tanah didominasi oleh fraksi lempung dengan *solum* dangkal, permeabilitasnya

Tabel 5. Hasil Pengukuran Limpasan Permukaan dan Koefisien Limpasan Pada Masing-Masing Umur Tanaman Mahoni Selama 2 Bulan Pengamatan.

No.	Umur	Hujan	Limpasan (mm)			Koefisien Limpasan
			Ulangan 1	Ulangan 2	Rerata	
1.	1 tahun	419	147,28	74,98	111,13	0,27
2.	4 tahun	419	73,82	76,01	74,92	0,18
3.	8 tahun	419	55,07	57,51	56,29	0,13
4.	Kontrol	419	100,18	124,49	112,34	0,27

rendah, tanah mudah jenuh, serta masyarakat tumbuhan yang ada kurang mampu menahan kecepatan aliran air di atas permukaan tanah.

Pada tanaman Mahoni umur 4 tahun, limpasan air permukaan yang terjadi lebih rendah dibandingkan dengan Mahoni umur 1 tahun dan kontrol. Komunitas vegetasi hutan Mahoni umur 4 tahun yang didominasi oleh vegetasi merayap, terutama rumput, dapat berperan dalam mengendalikan limpasan karena: (1) menutup permukaan tanah dengan rapat sehingga mampu menghambat kecepatan aliran air limpasan, dan (2) kerapatan yang tinggi dari rajutan perakaran halus yang ada dapat meningkatkan porositas tanah.

Limpasan air permukaan yang terjadi pada tanaman Mahoni umur 8 tahun hanya sekitar setengah dari yang terjadi pada umur 1 tahun atau kontrol. Pengendalian limpasan ini yang utama diperankan oleh seresah yang mencapai tebal 4–5 cm sehingga mampu menahan dan menghambat aliran air di permukaan tanah. Selain itu, peningkatan kandungan bahan organik tanah hasil proses dekomposisi seresah mampu memperbesar laju infiltrasi air ke dalam tanah.

KESIMPULAN

1. Karakteristik masyarakat tumbuhan hutan tanaman Mahoni berubah secara dinamis sesuai dengan umur tanaman dan sistem silvikultur atau manajemen yang diterapkan. Dengan sistem tumpangsari, masyarakat tumbuhan hutan tanaman didominasi oleh tanaman semusim/pangan pada awal penanaman sampai Mahoni umur dua

tahun, dan oleh tanaman herba dan tanaman lorong (lamtoro) sesuai tumpangsari atau tanaman Mahoni umur 4 - 7 tahun. Komunitas tanaman bawah secara bertahap semakin berkurang seiring dengan bertambahnya luas penutupan tajuk yang semakin rapat oleh tanaman pokok (Mahoni). Pada tanaman pokok umur 8 tahun, permukaan tanah hampir 100 % telah tertutup oleh seresah setebal 4 – 5 Cm, dan dinamika perubahan masyarakat tumbuhan pada hutan Mahoni tersebut tidak cukup berpengaruh.

2. Tingkat erosi yang terjadi dalam dua bulan pengamatan pada masyarakat tumbuhan hutan tanaman Mahoni umur 1, 4, dan 8 tahun, masing-masing menurun menjadi sebesar 39,3%, 9,8%, dan 5,2% terhadap lahan tanpa vegetasi (kontrol) yang besarnya 112,6 kg/plot (H^p 12,7 ton/Ha).
3. Besar limpasan air permukaan pada hutan tanaman Mahoni umur 1, 4, dan 8 tahun yang ditunjukkan dengan nilai koefisien limpasannya, masing-masing sebesar 0,27 (0% terhadap kontrol), 0,18 (33% terhadap kontrol), dan 0,13 (52% terhadap kontrol).
4. Hutan tanaman Mahoni yang paling efektif mengendalikan erosi dan limpasan adalah pada hutan umur tua dengan produksi seresah yang tebal (4–5 Cm) sebagai pelindung tanah dan vegetasi bawah yang berfungsi sebagai penahan seresah dari hanyutan. Pada hutan tanaman umur muda, fungsi pengendalian erosi dan limpasan diperankan oleh masyarakat tumbuhan bawah dibanding dengan tanaman pokoknya sendiri, yang kurang efektif dibandingkan hutan Mahoni tua.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak C., dan W. Rusmantoro. 1997. *Intersepsi Hujan di Hutan Hujan Tropis Kalimantan Tengah: 1. Hutan Alam Tanpa Pembalakan Hutan*. Buletin Penelitian Hutan Vol. 10 No. 3. BPK Samarinda. hal. : 22-33.
- Choong, L.P. 1981. *Land Evaluation Relative to Foprestry*. Proposed for the Land Resources Evaluation with Emphasis on outer Island Project at Centre for Soil Research, Bogor. AGOF/INS/78/006. Tech. Note Bo. 13. Bogor. pp. 6.
- Ciesiolka, C.A.A., dan C.W. Rose. 1997. *The measurement of Soil Erosion*. Dalam. F.W.T. Penning de Vries, F. Agus, dan J. Kerr. (Editors). *Soil Erosion at Multiple Scales. Principles and Methods for Assessing Causes and Impacts*. IBSRAM. New York. pp.: 287 - 301.
- Dep. Kehutanan R. I. 1992. *Silvikultur*. Manual Kehutanan. hal. : 3 - 4.
- Dissmeyer, G.E. dan G.R. Foster. 1980. *A Guide for Predicting Sheet and Riil Erosion on Forest Land*. Tech. Pub. SA-TP-11. USDA-Forest Service and Private Forestry-Southeastern Area. pp. : 8 - 10.
- Dissmeyer, G.E. dan G.R. Foster. 1981. *Estimating the Cover Management Factor (C) in the Universal Soil Loss Equation for Forest Condition*. Jour. Soil and Water Cons. Vol. 36. No. 4. SCSA. pp. : 235 - 240.
- Fitter A.H. dan R.K.M. Hay. 1981. *Environmental Physiology of Plants*. Dept. of Botany. West of Scotland Agriculture College. Ayr, Scotland. pp. : 1 - 31.
- Stocking, M.A. 1988. *Assesing Vegetative Cover and Management Effects*. Dalam R. Lal (Editor). *Soil Erosion Research Methods*. SCSA dan ISSS. pp. : 163 - 185.
- Wiersum, K.F. 1983. *Effects of Various Vegetation Layers in an Acacia auriculiformis Forest Plantation on Surface Erosion in Java, Indonesia*. In. S. A El-Swaify et.al. *Soil Erosion and Conservation*. SCSA, IOWA. pp. : 79 - 89.
- Wischmeier, W.H. dan D.D. Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses*. A Guide to Conservation Planning. Agr. Handbk No. 537. USDA, Washington, D.C.

Lampiran 1. Hasil Pengamatan Tumbuhan Bawah Hutan Tanaman Mahoni

a. Tumbuhan Bawah Tegakan Mahoni Umur 1 Tahun Plot A (Nopember 2000)

No	Nama Jenis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Jumlah
	Tegak											
1	Katemas/dlagukan	22	33	50	53	91	29	14	3	5	4	304
2	Sembung (<i>Anisomeles indica</i> O.K.)	11	3	3	1	1	-	-	2	3	2	26
3	Krambilan (<i>Biophytum sensitivum</i> (L.) DC)	2	3	10	-	6	2	-	1	-	1	25
4	Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i>)	2	1	-	-	1	-	1	-	1	-	6
5	Meniran (<i>Phyllanthus niruri</i> Linn.)	8	1	-	1	3	-	3	-	2	3	21
6	Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	3	3	3	3	4	1	-	2	1	3	23
7	Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i> L.)	-	-	7	-	-	8	-	-	-	9	24
8	Sono (<i>Dalbergia latifolia</i> Roxb.)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
9	Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
10	Sentrongan (<i>Hyptis capitata</i> L.)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
11	Mimba (<i>Azadirachta indica</i> A. juss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
12	Iles-iles (<i>Amorphophalus variabilis</i> Bl.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	Jumlah Tegak	48	44	73	59	107	40	19	8	12	24	434
	Merayap											
13	Patikan (<i>Euphorbia hirta</i> L.)	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3
14	Blembem (<i>Ischaemum timorese</i> Kth.)	-	-	-	-	-	3	1	9	-	-	13
	Jumlah Merayap	1	0	0	0	0	3	1	9	2	0	16
	Jumlah Total	49	44	73	59	107	43	20	17	14	24	450
	Rata-rata	3.5	3.1	5.2	4.2	7.6	3.1	1.4	1.2	1.0	1.7	32.1

b. Tumbuhan Bawah Tegakan Mahoni Umur 1 Tahun Plot B (Nopember 2000)

No	Nama Jenis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Jumlah
	Tegak											
1	Katemas/dlagukan	18	42	51	12	28	16	24	21	34	15	261
2	Meniran (<i>Phyllanthus niruri</i> Linn.)	-	2	4	3	3	-	2	4	5	2	25
3	Kacang tanah (<i>Arachis hypogea</i>)	8	6	9	7	5	8	7	7	5	8	70
4	Jagung (<i>Zea mays</i>)	3	2	4	3	1	3	3	4	2	3	28
5	Cabe (<i>Capsicum</i> sp.)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2
6	Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i>)	-	-	2	1	-	-	-	-	1	-	4
7	Krambilan (<i>Biophytum sensitivum</i> (L.) D)	3	3	7	-	-	3	2	-	4	2	24
8	Ceplukan	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
9	Sembung (<i>Anisomeles indica</i> O.K.)	1	-	5	2	2	4	-	3	3	1	21
	Jumlah Tegak	33	55	82	29	40	34	39	39	54	31	436
	Merayap											
10	Rumput laronan (<i>Panicum crassipiculatum</i> Merr.)	-	-	-	2	-	1	-	-	2	-	5
11	Blembem (<i>Ischaemum timorese</i> Kth.)	-	-	-	2	6	2	1	-	-	-	11
12	Patikan (<i>Euphorbia hirta</i> L.)	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
	Jumlah Merayap	0	0	0	2	7	3	1	0	0	0	13
	Jumlah Total	33	55	82	31	47	37	40	39	54	31	449
	Rata-rata	2.36	3.9	5.9	2.2	3.4	2.6	2.9	2.8	3.9	2.2	32.4

c. Tumbuhan Bawah Tegakan Mahoni Umur 4 Tahun Plot A (Nopember 2000)

No	Nama Jenis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Jumlah
	Tegak											
1	Sembung (<i>Anisomeles indica</i> O.K.)	25	15	16	38	48	17	9	-	-	-	168
2	Katemas/dlagukan	16	10	11	12	4	-	-	-	-	-	53
3	Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i> L.)	30	-	-	19	-	-	19	-	-	-	68
4	Krambilan (<i>Biophytum sensitivum</i> (L.) DC)	3	1	-	-	4	-	-	-	-	-	8
5	Kerinyu (<i>Euphatorium odoratum</i> L.)	-	2	4	1	-	-	4	-	-	-	11
6	Kunci (<i>Kaempferia angustifolia</i> Rosc.)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	Jumlah Tegak	74	28	31	71	56	17	32	0	0	0	309
	Rambat											
7	Kacangan (<i>Dolichos biflorus</i> Linn.)	-	1	-	-	1	1	-	-	1	-	4
8	Kerok batok (<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.)	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10
	Jumlah Rambat	0	1	0	0	1	11	0	0	1	0	14
	Merayap											
9	Rumput oro-oro	37	23	-	-	-	105	128	138	132	138	701
10	Patikan (<i>Euphorbia hirta</i> L.)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Jumlah Merayap	37	24	0	0	0	105	128	138	132	138	702
	Menjalar											
11	Rendetan (<i>Mimosa invisa</i> L.)	-	2	-	11	8	-	-	-	10	28	59
12	Rumput gajihan (<i>Anastropus compressus</i>)	3	8	5	3	-	-	-	-	-	-	19
13	Rumput lulangan (<i>Hymenache indica</i> Buese)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
14	Pletikan (<i>Euphorbia hirta</i>)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
15	Sembung otot (<i>Plantago major</i> Linn.)	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9
	Jumlah Menjalar	5	8	5	3	0	10	0	0	0	0	31
	Jumlah Total	116	61	36	74	57	143	160	138	133	138	1056
	Rata-rata	7.7	4.1	2.4	4.9	3.8	9.5	10.7	9.2	8.9	9.2	70.4

d. Tumbuhan Bawah Tegakan Mahoni Umur 4 Tahun Plot B

No	Nama Jenis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Jumlah
	Tegak											
1	Pulutan (<i>Urena lobata</i> Linn.)	1	7	4	-	-	-	-	-	5	-	17
2	Sembung (<i>Anisomeles indica</i> O.K.)	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
3	Katemas/dlagukan	1	2	-	5	-	3	7	-	3	-	21
4	Kerinyu (<i>Euphatorium odoratum</i> L.)	21	6	-	-	4	-	2	6	4	3	46
5	Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i> L.)	-	8	-	-	-	-	-	14	-	-	22
6	Mimba (<i>Azadirachta indica</i> A. juss)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
7	Krambilan (<i>Biophytum sensitivum</i> (L.) DC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
8	Iles-iles (<i>Amorphophallus variabilis</i> Bl)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	Jumlah Tegak	36	23	4	5	4	3	9	21	12	5	122

9	Rambat Kacangan (<i>Dolichos biforus</i> Linn.)	-	-	-	-	1	-	-	3	3	2	9
	Jumlah Rambat	0	0	0	0	1	0	0	3	3	2	9
10	Merayap Rumput oro-oro	-	99	112	79	69	42	66	89	72	62	690
11	Patikan (<i>Euphorbia hirta</i> L.)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
	Jumlah Merayap	0	99	112	79	69	43	66	89	72	62	691
12	Menjalar Rumput gajihan (<i>Anasthrphus compressus</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	3	7	11
	Jumlah Menjalar	1	0	0	0	0	0	0	0	3	7	11
	Jumlah Total	37	122	116	84	74	46	75	113	90	76	833
	Rata-rata	3.1	10.2	9.7	7.0	6.2	3.8	6.3	9.4	7.5	6.3	69.4

e. Tumbuhan Bawah Tegakan Mahoni Umur 8 Tahun Plot A

No	Nama Jenis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Jumlah
	Tegak											
1	Kotong	1	-	2	-	-	2	1	2	-	1	9
2	Tembelekan (<i>Lantana camara</i> L.)	-	-	1	-	-	2	2	1	-	-	6
3	Kerinyu (<i>Eupatorium odoratum</i> L.)	-	-	-	1	1	-	3	-	4	-	9
4	Alang-alang (<i>Imperata cylindrica</i>)	-	-	-	-	5	12	8	2	6	10	43
5	Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i> L.)	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	15
6	Kaliandra (<i>Calliandra</i> sp.)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
7	Luluban	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
8	Krambilan (<i>Biophytum sensitivum</i> (L.) DC)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
9	Berokan (<i>Hyptis suaveolens</i> Poir.)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
	Jumlah Tegak	1	0	3	1	22	17	14	6	11	11	86
	Rambat											
11	Kacangan (<i>Dolichos biforus</i> Linn.)	-	-	2	-	-	3	2	-	1	2	10
	Katak (<i>Dioscorea aculeata</i> Linn.)	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5
12	Uwi (<i>Dioscorea alata</i> L.)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	5
	Jumlah Rambat	3	0	2	2	0	3	3	0	1	6	20
	Menjalar											
13	Teki (<i>Kyllinga monocephala</i> Rottb.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
	Jumlah Menjalar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	Jumlah Total	4	0	5	3	22	20	17	6	12	19	108
	Rata-rata	0.3	0.0	0.4	0.2	1.7	1.5	1.3	0.5	0.9	1.5	8.3

f. Tumbuhan Bawah Tegakan Mahoni Umur 8 Tahun Plot B

No	Nama Jenis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Jumlah
Tegak												
1	Kerinyu (<i>Euphatorium odoratum</i> L.)	2	3	2	-	-	3	-	-	-	-	10
2	Kotong	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4
3	Mahoni (<i>Swietenia mahagony</i> L.)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
4	Iles-iles (<i>Amorphophallus variabilis</i> Bl.)	1	3	3	-	-	-	-	3	-	2	12
5	Kutu (<i>Bridelia glauca</i>)	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	3
6	Kunci (<i>Kaempferia augustifolia</i> Rosc.)	-	-	-	-	1	-	-	2	-	4	7
7	Berokan (<i>Hyptis suaveolens</i> Poir.)	-	-	-	-	1	2	1	-	-	2	6
8	Getasan	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
9	Luluban	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2
10	Tikusan (<i>Spinifex littoreus</i> Mer.)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
11	Ragen (<i>Atherandra acutifolia</i> Decne)	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	4
12	Girang (<i>Leea indica</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
13	Senu (<i>Melochia umbellata</i> Stapf.)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Jumlah Tegak		6	6	6	0	4	5	3	9	5	9	53
Rambat												
14	Gadel (<i>Derris heterophylla</i> Backer)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
15	Sembukan (<i>Ipoemoea obscura</i> Ker.)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
16	Kacangan (<i>Dolichos biforus</i> Linn.)	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	4
17	Uwi (<i>Dioscorea alata</i> L.)	-	1	1	1	-	-	1	2	2	2	10
Jumlah Rambat		3	2	2	2	0	1	1	2	2	2	17
Menjalar												
18	Rumput laronan (<i>Panicum crassipiculatum</i> Merr.)	1	8	3	6	6	5	5	-	1	-	35
19	Marsiah	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Jumlah Menjalar		4	9	3	6	6	5	5	0	1	0	39
Jumlah Total		13	17	11	8	10	11	9	11	8	11	109
Rata-rata		0.7	0.9	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6	5.7