

FORUM GEOGRAFI

JURNAL FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA



Pola Depopulasi Pedesaan Di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
M. Baiquni, Luthfi Muta'ali

Urgensi Aspek-aspek Sosial Dalam Kajian Dampak Lingkungan
Imam Hardjono

Aplikasi Inderaja Dan SIG Untuk Pemantauan Dan Evaluasi Kegiatan
Reboisasi Di Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur
Irmadi Nahib, Jaya Wijaya

Dinamika Proses Geomorfologi Pantai Utara Jawa Antara Sungai Cisanggarung
Dan Singai Pemali Kabupaten Brebes Jawa Tengah
Kuswaji Dwi Priyono

Suatu Konsep Survei Dan Pemetaan Kerentanan Dan Bahaya Banjir (Dengan
Pendekatan Hidro-Geomorfologi)
Suprpto Dibyosaputro

Penggunaan Lahan Dan Potensi Produksi Bahan Pangan Di Daerah Aliran
Progo
Su Ritohardoyo

Perkembangan Sistem Informasi Geografis
Sugiharto Budi S

Kondisi Hidrologi Air Permukaan di Polder Alabio untuk Irigasi
Soewarno

ISSN 0852 - 2682

FORUM GEOGRAFI

JURNAL FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA



Diterbitkan sebagai media informasi dan forum pembahasan dalam bidang geografi, berisi tulisan-tulisan ilmiah, ringkasan hasil penelitian serta gagasan-gagasan baru yang orisinal. Redaksi menerima sumbangan tulisan dari pemikir, peneliti maupun praktisi. Naskah diektik dua spasi antara 10 - 30 halaman kuarto, tidak termasuk daftar bacaan dan lampiran, dan disertai nama, alamat serta riwayat hidup singkat. Redaksi berhak menyingkat atau memperbaiki karangan tanpa merubah isi. Terbit dua kali setahun pada bulan Juli dan Desember. Beredar untuk kalangan terbatas.

REDAKSI:

Penanggung Jawab	: Dekan Fakultas Geografi
Pimpinan Redaksi	: Munawar Cholil
Dewan Redaksi	: Agus Dwi Martono, Imam Hardjono, W. Apri Astuti, Umrotun, Taryono
Redaktur Pelaksana	: Sugiharto BS, Alif Noor Anna
Distributor dan Dokumentasi	: M. Rosyid
Alamat Redaksi	: Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Telp. (0271) 717417, 719483, Fax. 715448 Surakarta 57102
Diterbitkan oleh	: Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta 57102

Daftar Isi

1

Pola Depopulasi Perdesaan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
M. Baiquni, Luthfi Muta'ali

16

Urgensi Aspek-aspek Sosial Dalam Kajian Dampak Lingkungan
Imam Hardjono

25

Aplikasi Inderaja dan SIG Untuk Pemantauan Dan Evaluasi Kegiatan Reboisasi Di Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur
Irmadi Nahib, Jaya Wijaya

41

Dinamika Proses Geomorfologi Pantai Utara Jawa Antara Sungai Cisanggarung Dan Sungai Pemali Kabupaten Brebes Jawa Timur
Kuswaji Dwi Priyono

58

Suatu Konsep Survei dan Pemetaan Kerentanan dan Bahaya Banjir (Dengan Pendekatan Hidro-Geomorfologi)
Suprpto Dibiyosaputro

68

Penggunaan Lahan dan Potensi Produksi Bahan Pangan di Daerah Aliran Sungai Progo
Su Ritohardoyo

84

Perkembangan Sistem Informasi Geografis
Sugiharto Budi S.

89

Kondisi Hidrologi Air Permukaan Di Polder Alabio Untuk Irigasi
Soewarno

POLA DEPOPULASI PERDESAAN DI PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh: M. Baiquni dan Luthfi Muta'ali

ABSTRACT

Rural population in Yogyakarta Special Province (DIY), in the last two decades, have shown dramatical changes in its quantity and quality. Depopulation is one of the interseting changes which may considered as unique in term of its spatial distribution. Rural depopulation is a nebulous phenomenon which many factors, actors and other phenomenon are involved in shaping depopulation. It is related to socio-economic changes such as (a) shifting economic structure and labour in rural areas from agricultural to non-agriculture sectors; (b) growing urban economy leads by industry which may creates employment opportunities and adsorb labours or migrants; (c) improving social development related to technological innovation, accessibility and resources availability. Besides the socio-economic factors, physical geographycal factors may influence to depopulation pattern.

This paper is based on a secondary data research i.e. statistical data at rural levels in Yogyakarta, thematics maps and other documents. Statistical methods and Map Pattern Analysis are employed to analysis data. The results of this research are as follows:

- (a) the rural depopulation in DIY can be found in 189 rural areas of 393 rural areas (48.09%)*
- (b) the spatial distribution of the rural depopulation are in Gunung Kidul District (80 rural areas), Kulon Progo District (59 rural areas), Sleman District (33 rural areas) and Bantul District (17 rural areas).*
- (c) the rural depopulation in Yogyakarta at least related to six factors which have been identified as out-migration, local resources, carrying capacity, geographycal location or accessibility, rural infrastructure and services availability.*

Intisari

Penduduk pedesaan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta selama dasawarsa terakhir menunjukkan berbagai perubahan baik kualitas maupun kuantitas. Di beberapa wilayah pedesaan terdapat kecenderungan depopulasi yang merupakan suatu gejala unik. Berkaitan dengan gejala tersebut sesungguhnya tidak terlepas dari dinamika pembangunan yang berkaitan dengan berbagai

proses-proses yang sedang terjadi, seperti: (a). perubahan struktur ekonomi dari dominasi sektor pertanian beralih secara berangsur-angsur ke sektor non pertanian, (b). pertumbuhan kegiatan ekonomi kota dan perkembangan wilayah, baik aglomerasi kota maupun desakotasi, (c). perubahan teknologi diberbagai sektor.

Tulisan ini didasarkan pada hasil penelitian menggunakan data sekunder baik yang bersumber dari Biro Pusat Statistik maupun publikasi ilmiah dan laporan penelitian. Konsep-konsep yang digunakan untuk mengidentifikasi karakter fisik adalah dengan menggunakan analisis data dari peta dan berbagai data yang relevan. Selanjutnya dikaji data berhubungan dengan depopulasi dengan menggunakan analisis cluster untuk semua desa di DIY.

PENDAHULUAN

Depopulasi pedesaan merupakan gejala yang mulai nampak pada tahun 1980an dan menjadi gejala yang kian meningkat pada pertengahan 1990an. Depopulasi menarik untuk dicermati berkaitan dengan proses pembangunan terutama berkaitan dengan menurunnya jumlah kelahiran dan urbanisasi. Pembangunan bidang kependudukan melalui pelayanan kesehatan, keluarga berencana dan transmigrasi telah mengantarkan masyarakat Indonesia mencapai laju pertumbuhan yang relatif rendah untuk negara sedang berkembang dengan kesejahteraan semakin meningkat. Sementara itu proses urbanisasi nampak begitu pesat seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi diperkotaan.

Data sensus penduduk menunjukkan adanya gejala depopulasi di sejumlah desa di Propinsi DIY tercatat laju pertumbuhan penduduk negatif. Ini berarti bahwa secara absolut jumlah penduduk di wilayah pedesaan akan semakin berkurang. Penurunan laju pertumbuhan penduduk hingga mencapai angka negatif ini tidaklah

merata disemua desa, tetapi akan menunjukkan pola tertentu.

Pertanyaan yang menarik untuk diajukan apakah penurunan ini terjadi pada desa-desa yang secara sumberdaya miskin atau pada desa-desa yang memiliki aksesibilitas baik. Diduga terdapat faktor sosial dan ekonomi yang bekerja, disamping faktor yang berkaitan dengan karakter fisik atau kemampuan sumberdaya di perdesaan. Tulisan ini mengkaji karakter geografi regional pedesaan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan mengkaji gejala depopulasi serta menjelaskan faktor-faktor determinan dan pola-polanya pada tingkat regional.

PROSES DAN FAKTOR SPASIAL DEPOPULASI

Pengalaman negara-negara industri di Eropa menunjukkan bahwa depopulasi pedesaan juga pernah terjadi pada masa-masa revolusi industri. Depopulasi terjadi sebagai akibat tingginya tingkat urbanisasi pada penduduk usia muda untuk memperoleh pekerjaan di sektor industri yang terletak di kota. Hal ini kemudian memberikan kemungkinan terjadinya

restrukturisasi agraris yang memungkinkan mekanisasi pertanian secara efisien (Zelinsky, et al. 1970). Sementara itu perkembangan industri di perkotaan menarik penduduk muda dan para pemilik modal untuk mengembangkan ekonomi di kota, akibatnya pertumbuhan penduduk kota menjadi semakin tinggi akibat perubahan tersebut.

Hugh D. Clout (1972) mengemukakan beberapa tipe depopulasi yang terjadi di Eropa, terutama di Inggris. Pertama, *Biological depopulation* terjadi apabila jumlah kematian lebih banyak dari pada kelahiran dan jumlah migrasi masuk tidak dapat menutup kekurangan tersebut. Kedua, *Outmigration* merupakan depopulasi pedesaan yang terjadi akibat migrasi keluar dan pertambahan jumlah penduduk alami lebih rendah dari migrasi keluar tersebut. Di berbagai negara di Eropa menunjukkan bahwa depopulasi pedesaan umumnya merupakan tipe kedua, yaitu adanya migrasi keluar terutama dari kalangan penduduk muda atau tenaga kerja produktif yang tertarik mencari kerja di sektor non pertanian dan industri yang pada umumnya terkonsentrasi di perkotaan.

Studi mengenai kaitan penduduk dan sumberdaya lahan di Indonesia sampai dengan tahun 1970an diwarnai dengan pesimisme untuk tercapainya kehidupan yang lebih baik di daerah pedesaan. Aspek penduduk pada periode ini, dan bahkan sampai saat ini, dianggap sebagai variabel yang berhubungan langsung secara negatif dengan pertumbuhan ekono-

mi (Titus, 1991). Studi-studi mengenai imbalan antara penduduk dan sumberdaya lahan yang ada pada umumnya bermaksud menunjukkan betapa besarnya permasalahan ketimpangan antara kuantitas penduduk dengan sumber-sumber ekonomi (Bryant, 1973; Titus, 1991). Terdapat kekhawatiran terhadap gejala peningkatan penduduk yang pesat dengan berbagai dampak kerusakan sumberdaya alam dan lingkungan.

Pembangunan bidang kependudukan melalui transmigrasi, keluarga berencana dan kesehatan telah mengantarkan masyarakat Indonesia pada tercapainya sasaran antara pembangunan bidang kependudukan, yaitu laju pertumbuhan penduduk yang relatif rendah untuk ukuran negara sedang berkembang. Bahkan untuk kondisi sebagian daerah pedesaan di Propinsi DIY tercatat laju pertumbuhan penduduk negatif (Huisman dan Stoffers, 1991; Kasto, 1993). Ini berarti bahwa secara absolut jumlah penduduk di daerah pedesaan akan semakin berkurang dan tekanan penduduk atas lahanpun secara teoretik juga berangsur-angsur menurun. Pada saat yang sama untuk kasus Propinsi DIY, gejala depopulasi ini juga disertai dengan diversifikasi ekonomi pedesaan dan beralihnya sejumlah tenaga kerja dari kegiatan pertanian menuju kegiatan non-pertanian, sehingga tekanan penduduk atas sumberdaya lahan pertanian di daerah pedesaan diduga juga semakin berkurang.

Bukti-bukti empirik menunjukkan bahwa diversifikasi pedesaan ini didorong juga oleh keberhasilan pem-

bangunan bidang infrastruktur (Rotge, 1992 dan Maurer, 1991). Tersedianya prasarana fisik di seluruh bagian propinsi ini dan meningkatnya pendapatan riil dari sektor pertanian di pedesaan telah membentuk suatu basis bagi peningkatan kegiatan non-pertanian serta meningkatnya peluang terjadinya mobilitas sosial dan spasial di sebagian besar penduduk desa (Jones, 1984).

Perubahan kehidupan pedesaan di Propinsi DIY terjadi baik dalam bidang prasarana fisik maupun peningkatan kualitas hidup penduduknya. Pada dekade 1980an terjadi peningkatan sarana jaringan jalan dan transportasi pedesaan yang diusahakan swasta meningkat pesat. Perubahan-perubahan yang terjadi dalam hal peningkatan interaksi desa-kota yang ditunjang adanya sarana transportasi dan komunikasi yang membaik, telah mendorong semakin terdiversifikasi mata pencaharian dan pendapatan masyarakat di wilayah pedesaan (Rotge, 1995; Titus et al, 1994; Huisman dan Kragten, 1994).

Perubahan tersebut mengakibatkan kenaikan laju pertumbuhan penduduk dialami di perkotaan, sedangkan di pedesaan relatif lebih rendah bahkan data sensus penduduk 1990 di Propinsi DIY menunjukkan adanya penurunan. Kenaikan pertumbuhan penduduk tinggi terjadi diperkotaan akibat pertumbuhan alami dan migrasi masuk. Propinsi DIY merupakan bagian dari Jawa yang memiliki tingkat kepadatan penduduk tinggi dan mengalami tingkat tekanan penduduk atas lahan pertanian yang tinggi pula

(Yayasan Dian Desa, 1991). Dengan demikian terdapat tekanan yang besar untuk terjadi mobilitas penduduk guna memperoleh peningkatan taraf hidup (Rotge, 1995).

Fenomena depopulasi di pedesaan yang terjadi di Propinsi DIY secara teoritis berkaitan dengan menurunnya angka kelahiran dan adanya migrasi keluar desa. Wilayah pedesaan yang memiliki sumberdaya yang miskin menyebabkan tekanan penduduk terhadap sumberdaya semakin besar, sehingga untuk mencapai peningkatan yang lebih baik penduduk terutama yang berusia muda melakukan migrasi sebagai alternatif memperbaiki nasib.

Kajian pola spasial wilayah pedesaan yang mengalami gejala depopulasi ini dilaksanakan dengan cara menyusun tipologi desa-desa menurut tingkat depopulasinya sekaligus untuk mengidentifikasi faktor-faktor determinan pada tingkat regional. Tingkat depopulasi suatu desa dinilai dengan mempertimbangkan: (a). karakteristik wilayah secara geografi fisik yang menunjukkan tingkat kemampuan daya dukung sumberdaya, (b) perubahan laju angka kelahiran, (c) migrasi keluar desa.

1. Karakter wilayah

Karakter wilayah dikaji untuk melihat keterkaitan depopulasi dengan kondisi fisik sumberdaya terutama lahan dan aksesibilitas. Secara teoritis kondisi lahan yang subur dan produktif akan mengikat atau menjadi daya ikat bagi penduduk untuk tetap tinggal di wilayahnya bekerja dan me-

menuhi kebutuhan hidupnya dari sektor pertanian. Sebaliknya bagi desa-desa yang miskin sumberdaya atau lahan pertanian kurang subur, membawa dampak kemiskinan yang pada gilirannya penduduk akan mengeksploitasi sumberdaya yang ada atau melakukan migrasi keluar guna memenuhi kebutuhan hidupnya. Oleh karena itu secara teoritis nampak ada hubungan antara karakter wilayah dengan pola depopulasi.

2. Laju angka kelahiran

Perubahan yang cenderung menurun dari angka kelahiran di pedesaan tidak saja dilihat dari angka-angka tetapi juga terkait dengan perubahan nilai. Perbaikan kesehatan dan peningkatan pendidikan telah merubah nilai-nilai berkeluarga termasuk persepsi terhadap jumlah anak. Pasangan keluarga baru cenderung menginginkan anak lebih sedikit dari keluarga dahulu atau orang tua mereka. Fenomena tersebut tidak hanya terjadi di kota-kota besar tetapi terjadi pula di wilayah pedesaan, sehingga semakin sedikit angka kelahiran yang terjadi secara langsung akan menurunkan jumlah penduduk.

3. Migrasi keluar desa

Pentingnya wilayah kota dan sekitarnya dalam memberikan kesempatan kerja dan pelayanan sosial-ekonomi mampu menarik komuter dan migran, terutama dari wilayah pedesaan. Depopulasi nampaknya berkaitan dengan migrasi terutama penduduk usia produktif yang keluar dari desa untuk mendapatkan peker-

jaan yang lebih baik diluar desanya. Meskipun secara teoritis hal tersebut dapat diterima, namun perlu bukti-bukti empiris yang lebih meyakinkan. Demikian juga kaitannya dengan karakteristik geografi regional dari pola depopulasi apakah ada kaitannya dengan kondisi fisik wilayah berkaitan dengan keberadaan sumberdaya.

HIPOTESIS DAN METODE PENELITIAN

Bertolak dari permasalahan dan tujuan penelitian, serta tinjauan pustaka, maka dalam penelitian ini diajukan beberapa hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat variasi dan pola spasial depopulasi di Propinsi DIY yang dicerminkan dengan pengaruh dari faktor-faktor sumberdaya lahan, kependudukan, infrastruktur pembangunan dan tekanan penduduk, dimana:
 - (a) semakin tinggi kualitas sumberdaya lahan di suatu wilayah, maka semakin rendah depopulasi pedesaan;
 - (b) semakin tinggi angka kelahiran di suatu wilayah, maka semakin rendah depopulasi pedesaan;
 - (c) semakin tinggi angka kematian di suatu wilayah, maka semakin tinggi depopulasi pedesaan;
 - (d) semakin tinggi angka penduduk masuk (*in migration*) di suatu wilayah, maka semakin rendah depopulasi pedesaan;

- (e) semakin tinggi angka penduduk keluar (*out migration*) di suatu wilayah, maka semakin tinggi depopulasi perdesaan;
 - (f) semakin tinggi tekanan penduduk terhadap lahan pertanian di suatu wilayah, maka semakin tinggi depopulasi perdesaan;
 - (g) semakin tinggi tingkat ketersediaan infrastruktur pembangunan di suatu wilayah, maka semakin rendah depopulasi perdesaan;
 - (h) semakin jauh jarak dari pusat pertumbuhan, maka semakin tinggi depopulasi perdesaan;
2. Di antara faktor-faktor yang berpengaruh terhadap depopulasi perdesaan, faktor penduduk perpindahan penduduk keluar (*out-migration*) yang paling besar pengaruhnya.

Penelitian ini menggunakan data sekunder, terutama data statistik dan peta tematik sebagai rujukan data dasar. Data dan variabel antara lain mencakup rincian dari peubah-peubah determinan geografi regional yang digunakan untuk mencari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap gejala depopulasi perdesaan. Determinan regional yang dimaksud meliputi jarak geografis (aksesibilitas), kepadudukan, infrastruktur, karakteristik sumberdaya alam dan keseimbangan sumberdaya (tekanan penduduk terhadap lahan).

Sesuai unit analisis penelitian, semua data yang dikumpulkan adalah data sekunder pada tingkat desa, yang dikelompokkan ke dalam unit admi-

nistrasi kabupaten masing-masing. Data yang diperoleh dianalisis melalui 3 tahapan, yaitu : pengukuran variabel, klasifikasi, analisis korelasi dan regresi.

Analisis spasial menggunakan metode MPA (*Map Patterns Analysis*). Analisis ini menggunakan peta tematik yang menampilkan data spasial desa-desa yang mengalami depopulasi dan variabel dari determinan geografi regional seperti tersebut diatas. Penampilan data di peta memungkinkan dianalisis pola distribusi desa-desa yang mengalami depopulasi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Variasi Depopulasi Perdesaan Propinsi DIY

Ditengah perdebatan tentang jumlah penduduk yang cenderung menjadi beban pembangunan, gejala depopulasi merupakan fenomena menarik. Hasil analisis dari penelitian ini menunjukkan bahwa depopulasi yang terjadi di Propinsi DIY cukup tinggi, dimana hampir setengah desa yang ada mengalami depopulasi, yaitu diantara 393 desa di empat kabupaten, 48,09% diantaranya terdopulasi.

Secara keruangan terdapat variasi penurunan jumlah penduduk antar wilayah. Dari 189 desa yang mengalami depopulasi, jumlah terbesar di Kabupaten Gunung Kidul sebesar 80 desa, Kabupaten Kulonprogo dan Sleman masing-masing 59 dan 33 desa, sedang jumlah terkecil Kabupaten Bantul sebanyak 17 desa. Meskipun secara absolut jumlah depopulasi perdesaan terbesar di kabupaten Gunung

Kidul, namun secara relatif (persentase desa depopulasi dibandingkan seluruh desa) kabupaten Kulonprogo menduduki persentase tertinggi

yaitu 67,05%, diikuti kabupaten Gunung Kidul (55,56%), kabupaten Sleman (38,37%) dan kabupaten Bantul sebesar 22,67%.

Tabel 1.
Jumlah desa Yang Mengalami Depopulasi

No.	Kabupaten/ Kotamadya	Jumlah Desa	Jumah Desa Depopulasi	Persentase relatif
1.	Bantul	75	17	22,67
2.	Sleman	86	33	38,37
3.	Gunungkidul	144	80	55,56
4.	Kulonprogo	88	59	67,05
		393	189	48,09

Sumber: hasil perhitungan

Besarnya angka depopulasi dapat dilihat dari analisis klasifikasi depopulasi. Secara relatif masing-masing desa yang mengalami depopulasi dibagi dalam 3 (tiga) kelas intensitas depopulasi, yaitu:

1. Depopulasi tinggi, jika pertumbuhan penduduk menurun lebih dari 1 % /tahun dan penurunan jumlah penduduk dibandingkan penduduk total lebih dari 9%.
2. Depopulasi sedang, jika pertumbuhan penduduk menurun antara 0,5-0,99% /tahun dan penurunan jumlah penduduk dibandingkan penduduk total antara 4,5 - 9%.
3. Depopulasi rendah, jika pertumbuhan penduduk menurun kurang dari 0,5 % /tahun dan penurunan jumlah penduduk dibandingkan penduduk total kurang dari 4,5%.

Secara umum diantara 189 desa di Propinsi DIY yang mengalami depopulasi tinggi sebanyak 44 desa

(23,28%), depopulasi sedang 71 desa dan depopulasi rendah 74 desa (39,15%). Apabila dilihat pada masing-masing kabupaten tampak bahwa gejala depopulasi tinggi sebagian besar terjadi di kabupaten Gunung Kidul dan Kulonprogo yaitu 23 desa dan 18 desa.

Demikian pula halnya dengan depopulasi sedang sebagian besar juga terdapat di dua kabupaten tersebut. Sedangkan di kabupaten Bantul dan Sleman umumnya depopulasi terjadi dalam intensitas rendah, hal ini dibuktikan bahwa sebagian besar desa-desa yang mengalami depopulasi di dua Kabupaten tersebut tergolong dalam klasifikasi depopulasi rendah (Tabel 2).

Data yang lebih lengkap menunjukkan gejala menarik dari nilai absolut depopulasi, dimana nilai penurunan jumlah penduduk maksimal atau tertinggi di Propinsi DIY terjadi di perdesaan Gunung Kidul yaitu -3,28 % per tahun dan penurunan jum-

Tabel 2.
Klasifikasi Depopulasi Perdesaan Propinsi DIY

Klasifikasi Depopulasi	Kabupaten Kulonprogo		Kabupaten Bantul		Kabupaten Gunungkidul		Kabupaten Sleman		Propinsi DIY*)	
	desa	%	desa	%	desa	%	desa	%	desa	%
Tinggi	18	30,5	1	5,9	23	28,8	2	6,1	44	23,3
Sedang	24	40,7	7	41,2	29	36,3	11	33,3	71	37,6
Rendah	17	28,8	9	52,9	28	35,0	20	60,6	74	39,2
Jml desa depopulasi	59	100	17	100	80	100	33	100	189	100
Jml seluruh desa	88		75		144		86		393	
Jml desa depopulasi dalam %	67,1		22,7		55,6		38,37		48,1	
Sumber: hasil perhitungan										

lah absolut penduduk mencapai 39,53 % dari penduduk secara keseluruhan. Nilai rata-rata depopulasi Propinsi DIY mencapai -0,63% per tahun dan 6,97%. Kabupaten berikutnya yang memiliki kisaran nilai depopulasi tinggi adalah kabupaten Kulonprogo. Sedangkan Kabupaten Sleman dan Bantul memperlihatkan gejala yang sama.

Tingginya angka depopulasi di kabupaten Gunung Kidul dan kabupaten Kulonprogo serta relatif rendah di kabupaten Bantul dan Sleman sangat terkait erat dengan faktor-faktor fisik dan potensi wilayah, baik potensi sumberdaya alam, sumberdaya manusia, daya dukung lingkungan maupun infrastruktur pembangunan. Uraian berikut mendeskripsikan karakteristik geografi regional pada daerah perdesaan yang mengalami depopulasi.

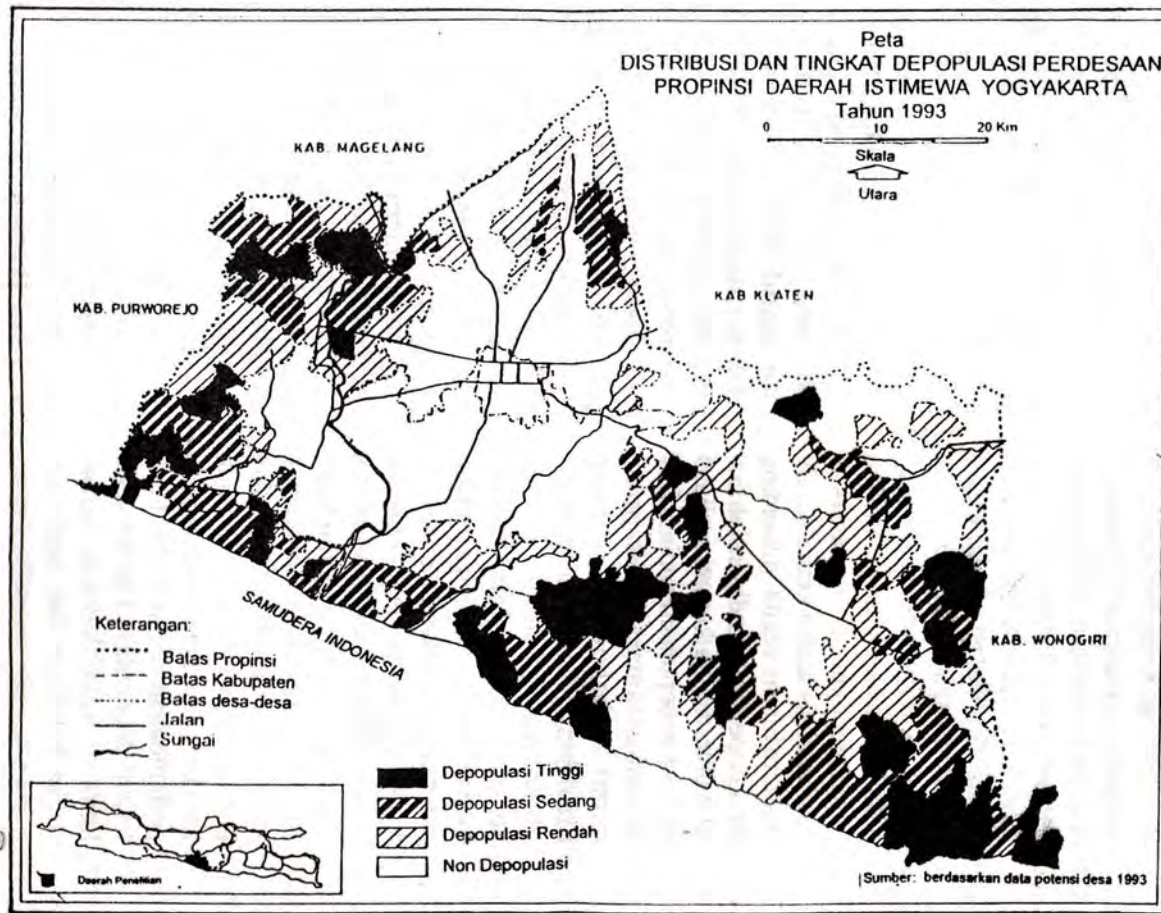
Determinan Geografi Regional

Pembahasan karakter geografi regional yang diperkirakan mempengaruhi depopulasi perdesaan

dikelompokkan menjadi empat sub bahasan yaitu aspek kependudukan, sumberdaya lahan, infrastruktur pembangunan dan keseimbangan sumberdaya yang dicirikan oleh tekanan penduduk terhadap lahan pertanian. Pembahasan secara lebih rinci karakter geografi regional dari desa-desa yang mengalami depopulasi dapat diuraikan sebagai berikut ini.

Pembahasan pertama tentang aspek kependudukan. Pada hakekatnya tingkat pertumbuhan penduduk dan depopulasi merupakan fungsi dari komponen kependudukan, yaitu angka kelahiran, angka kematian, angka migrasi masuk dan angka migrasi keluar. Sebagai gejala demografis, fenomena depopulasi tidak terlepas dari empat komponen tersebut.

- (1). Angka Kelahiran: Salah satu aspek kependudukan yang diduga berpengaruh erat terhadap variasi depopulasi adalah angka kelahiran. Semakin besar angka kelahiran, semakin rendah depopulasi. Berdasarkan hasil analisis



- angka kelahiran absolut maupun relatif dibanding jumlah penduduk, diperoleh hasil bahwa angka kelahiran di desa-desa depopulasi Propinsi DIY bervariasi antara 0,28% terdapat di kabupaten Gunung Kidul hingga 2,35% terdapat di kabupaten Bantul.
- (2). Angka Kematian: Berlawanan dengan angka kelahiran dan diduga berpengaruh erat terhadap variasi depopulasi, angka kematian berpengaruh positif terhadap depopulasi, artinya semakin besar angka kematian, semakin tinggi depopulasi. Berdasarkan hasil analisis angka kematian absolut maupun relatif dibanding jumlah penduduk, diperoleh hasil bahwa angka kematian di desa-desa depopulasi Propinsi DIY bervariasi antara 0,04% (minimum) di kabupaten Gunung Kidul hingga maksimum 0,85% (di kabupaten Bantul).
- (3). Selisih Angka Kelahiran dan Kematian: Hasil analisis pertambahan penduduk alami atau selisih angka kelahiran dan kematian memperlihatkan gejala yang menarik, dimana secara umum desa-desa depopulasi memiliki angka selisih positif (+) atau jumlah penduduk bertambah. Dengan kata lain, jika berdasarkan pada pertambahan alami maka tidak terjadi depopulasi. Hal ini sekaligus mengindikasikan bahwa angka kelahiran dan angka kematian kurang memiliki kontribusi yang kuat terhadap gejala depopulasi perdesaan.
- (4). Angka Migrasi Masuk (*In Migration*): Dalam analisis ini, yang dimaksud migrasi, baik migrasi masuk maupun keluar adalah migrasi permanen dan tidak termasuk migrasi sirkuler. Berdasarkan batasan depopulasi yang digunakan, maka angka migrasi masuk merupakan komponen negatif dari gejala depopulasi, artinya semakin besar angka migrasi masuk, semakin rendah tingkat depopulasi. Berdasarkan hasil analisis angka migrasi masuk absolut maupun relatif dibanding jumlah penduduk, diperoleh hasil bahwa angka migrasi masuk absolut di desa-desa depopulasi Propinsi DIY bervariasi antara 106 jiwa/tahun di kabupaten Bantul dan tanpa migrasi masuk, yaitu di kabupaten Gunung Kidul dan Kulonprogo. Sedangkan secara relatif angka migrasi masuk tertinggi adalah 2,31% kabupaten Sleman.
- (5). Angka Migrasi Keluar (*Out Migration*): Berlawanan dengan angka migrasi masuk, angka migrasi keluar diduga berpengaruh positif paling erat terhadap variasi depopulasi, artinya semakin besar angka kematian, semakin tinggi depopulasi. Berdasarkan hasil analisis angka migrasi keluar absolut maupun relatif dibanding jumlah penduduk, diperoleh hasil bahwa angka migrasi keluar di desa-desa depopulasi Propinsi DIY bervariasi antara maksimum 5,18% (162 jiwa/tahun) di kabupaten Gunung

Kidul hingga minimum 0,09% (3 jiwa/tahun), juga di kabupaten Gunung Kidul. Tingginya nilai perbedaan angka migrasi keluar antar desa tersebut mengindikasikan pengaruh nyata migrasi keluar terhadap variasi nilai depopulasi.

- (6). Selisih Migrasi Masuk dan Migrasi Keluar (*Net Migration*): Berbeda dengan hasil analisis pertambahan penduduk alami (selisih angka kelahiran dan kematian), *angka net migration* menunjukkan gejala yang mendukung terjadinya depopulasi, dimana secara umum desa-desa depopulasi memiliki angka *net migration* negatif (-) atau jumlah penduduk berkurang. Dengan kata lain, berdasarkan pada angka *net migration* terjadi depopulasi perdesaan yang kuat. Hal ini merupakan indikasi kuat tentang pengaruh besarnya migrasi terhadap variasi depopulasi perdesaan

Berdasarkan hasil analisis selisih angka migrasi masuk dan migrasi keluar, baik absolut maupun relatif, diperoleh hasil bahwa sebagian besar desa-desa depopulasi Propinsi DIY memiliki nilai selisih negatif atau migrasi keluar lebih besar dari migrasi masuk, sehingga mengalami penurunan jumlah penduduk (depopulasi) dengan variasi antara 0% (minimum) di kabupaten Gunung Kidul dan Kulonprogo hingga maksimum -3,84 (di kabupaten Gunung Kidul).

Ditinjau dari sebaran desa-desa depopulasi menurut kabupaten, terjadi variasi yang menyolok. Rata-rata proporsi selisih angka migrasi masuk dan migrasi keluar per jumlah penduduk terendah adalah desa-desa depopulasi di kabupaten Sleman yaitu -0,23%, diikuti kabupaten Bantul -0,45%. Sedangkan kabupaten Gunung Kidul dan Kulonprogo masing-masing -0,68 dan -0,62%.

Pembahasan kedua tentang sumberdaya lahan. Kualitas sumberdaya lahan di suatu wilayah dapat digunakan sebagai proksi indeks kualitas sumberdaya lahan yang diperoleh dari komposisi penggunaan lahan pertanian, khususnya komposisi lahan sawah dan lahan kering. Semakin besar komposisi lahan sawah, semakin rendah nilai indeks sumberdaya lahan, dan semakin baik sumberdaya wilayah.

Berdasarkan komposisi guna lahan pertanian yang ada, terdapat variasi nilai indeks kualitas sumberdaya lahan pada desa-desa depopulasi di propinsi DIY yaitu antara maksimum 0,85 (di kabupaten Gunung Kidul) dan minimum 0,31 di kabupaten Sleman, sedangkan rata-rata sebesar 0,65. Hal ini berarti untuk dapat hidup layak, rata-rata penduduk di desa-desa depopulasi memerlukan 0,65 ha lahan.

Ditinjau dari sebaran desa-desa depopulasi menurut kabupaten, terjadi variasi nilai indeks kualitas sumberdaya lahan. Indeks kualitas sumberdaya lahan terbaik adalah desa-desa depopulasi di kabupaten Sleman yaitu 0,44; diikuti kabupaten

Bantul 0,53, dan kabupaten Kulonprogo 0,61. Sedangkan kabupaten Gunung Kidul memiliki indeks kualitas sumberdaya lahan terjelek yaitu 0,81. Dengan demikian jika penduduk di desa depopulasi kabupaten Gunung Kidul menginginkan hidup layak dibutuhkan luas lahan 0,81 ha atau dua kali lebih besar dibanding Kabupaten Sleman.

Pengelompokan menjadi beberapa kelas, menunjukkan bahwa sebagian besar desa-desa depopulasi di Propinsi DIY 63,47 % (120 desa) memiliki kualitas lahan yang rendah, 80 desa diantaranya terdapat di kabupaten Gunung Kidul (100%). Komposisi yang memiliki kesamaan adalah Kabupaten Kulonprogo, dimana 57,63% dari desa depopulasi tergolong rendah indeks kualitas sumberdaya lahannya. Sedangkan di kabupaten Bantul dan Sleman sebagian besar desa-desa depopulasi memiliki kualitas sumberdaya lahan yang relatif lebih baik.

Rendahnya kualitas sumberdaya lahan di kabupaten Gunung Kidul dicirikan oleh besarnya komposisi lahan kering marginal, sebaliknya di kabupaten Bantul dan Sleman kualitas lahan relatif baik karena sebagian besar lahan merupakan lahan sawah. Kualitas sumberdaya lahan merupakan faktor yang mempengaruhi besarnya gejala depopulasi, demikian pula halnya dengan yang terjadi di kabupaten Kulonprogo.

Pembahasan ketiga tentang ketersediaan infrastruktur pembangunan. Keberadaan infrastruktur yang relatif lengkap merupakan indikator

tingkat perkembangan wilayah (Rondinelli, 1987). Perkembangan wilayah tinggi umumnya diikuti tingkat konsentrasi penduduk yang tinggi pula dan merupakan daerah tujuan migrasi. Jika asumsi dasar bahwa depopulasi berkaitan erat dengan tingkat migrasi penduduk, maka sebagai faktor pendorong migrasi ketersediaan infrastruktur yang tinggi diduga kuat juga berpengaruh terhadap depopulasi. Oleh karena itu infrastruktur pembangunan dijadikan sebagai salah satu determinan geografi regional dari gejala depopulasi.

Berdasarkan formula *Gutman Scalling* dari ketersediaan 17 infrastruktur pembangunan yang berupa infrastruktur pendidikan, kesehatan, ekonomi, dan infrastruktur umum, diperoleh hasil bahwa tingkat ketersediaan infrastruktur pembangunan di desa-desa depopulasi Propinsi DIY bervariasi antara minimal 11,76% hingga 88,24% (maksimal), yang keduanya terdapat di Kabupaten Gunung Kidul. Ditinjau dari sebaran desa-desa depopulasi menurut kabupaten, terjadi variasi ketersediaan infrastruktur pembangunan.

Rata-rata tingkat ketersediaan infrastruktur pembangunan tertinggi adalah desa-desa depopulasi di kabupaten Sleman dan Bantul yaitu 56,86% dan 56,40%, diikuti kabupaten Kulonprogo 42,07%. Sedangkan kabupaten Gunung Kidul memiliki tingkat ketersediaan infrastruktur terendah yaitu 34,85%. Berdasarkan klasifikasi, tampak bahwa sebagian besar desa-desa depopulasi di Propinsi DIY yaitu 48,68 % (92 desa) memiliki tingkat

ketersediaan infrastruktur sedang, antara 30-60%. Sedangkan desa-desa depopulasi dengan ketersediaan infrastruktur tinggi sebesar 18,80% (35 desa).

Sebagian besar desa-desa depopulasi yang memiliki tingkat ketersediaan infrastruktur tinggi terdapat di kabupaten Bantul dan Sleman, sedangkan sebagian besar desa-desa di Kabupaten Gunung Kidul dan Bantul tergolong rendah ketersediaan infrastruktur.

Pembahasan keempat adalah tekanan penduduk terhadap lahan. Salah satu permasalahan yang dihadapi negara sedang berkembang adalah masalah tekanan penduduk terhadap lahan, terutama lahan pertanian (Mantra, 1983). Tekanan penduduk mencirikan bagaimana keseimbangan dan kemampuan daya dukung lahan pertanian dalam mendukung kehidupan masyarakatnya. Semakin besar tekanan penduduk semakin rendah daya dukung wilayahnya.

Berdasarkan formula tekanan penduduk terhadap lahan pertanian dari Otto Soemarwoto (1987), diperoleh hasil bahwa nilai tekanan penduduk terhadap lahan pertanian (TP) di desa-desa depopulasi Propinsi DIY bervariasi antara 1,48 di kabupaten Sleman hingga 12,43 (di kabupaten Gunung Kidul).

Berdasarkan batasan bahwa jika nilai $TP > 1$ terjadi tekanan penduduk, maka secara keseluruhan desa-desa depopulasi di propinsi DIY telah mengalami tekanan penduduk terhadap lahan pertanian yang relatif besar. Secara rata-rata nilai tekanan penduduk

sebesar 4,56, yang berarti lahan pertanian tidak mampu mengimbangi cepatnya perkembangan komponen kependudukan atau dengan kata lain untuk hidup layak, penduduk di desa-desa depopulasi memerlukan 4,56 kali lebih luas dari lahan yang mereka miliki.

Ditinjau dari sebaran desa-desa depopulasi menurut kabupaten, terjadi variasi nilai tekanan penduduk. Rata-rata tekanan penduduk terendah adalah desa-desa depopulasi di kabupaten Sleman yaitu 3,69, diikuti kabupaten Kulonprogo 4,05, dan kabupaten Gunung Kidul 4,83. Sedangkan kabupaten Bantul memiliki tekanan penduduk paling tinggi yaitu 6,9. Meskipun nilai tekanan penduduk tertinggi terdapat di kabupaten Gunung Kidul tetapi nilai rata-rata tertinggi justru terjadi di kabupaten Bantul. Mengingat kualitas sumberdaya lahan yang baik di Kabupaten Bantul, maka diduga kuat bahwa tingginya tekanan penduduk tersebut lebih disebabkan tingkat man-land ratio yang sangat tinggi, yaitu luas lahan yang relatif sempit dengan jumlah penduduk petani yang sangat tinggi.

KESIMPULAN

1. Depopulasi perdesaan berkaitan dengan karakter geografi regional di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pola distribusi spasial desa yang mengalami depopulasi sebagai berikut: Kabupaten Gunung Kidul (80 desa) diikuti Kabupaten Kulon Progo (59 desa), Kabupaten Sleman (33 desa) dan Kabupaten Bantul (17 desa).

2. Pembuktian hipotesis penelitian, tidak seluruhnya terbukti secara meyakinkan, hanya 6 (enam) faktor determinan geografi regional yang terbukti secara sangat meyakinkan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya depopulasi pedesaan. Pernyataan-pernyataan berikut dengan meyakinkan terbukti, yaitu :
 - a. semakin tinggi penduduk keluar (out migration), semakin besar depopulasi.
 - b. semakin tinggi penduduk datang (in migration), semakin kecil depopulasi.
 - c. semakin tinggi kualitas sumberdaya alam, semakin rendah depopulasi.
 - d. semakin tinggi jarak geografis terhadap pusat pertumbuhan, semakin besar depopulasi.
 - e. semakin tinggi tekanan penduduk terhadap lahan pertanian, semakin besar depopulasi.
 - f. semakin tinggi ketersediaan infrastruktur pembangunan, semakin rendah depopulasi.
3. Diantara faktor-faktor yang berpengaruh terhadap depopulasi pedesaan, faktor perpindahan penduduk keluar (*outmigration*) yang paling besar pengaruhnya. Dari analisis terbukti beberapa hubungan korelasional yaitu semakin jauh jarak dari pusat pertumbuhan, semakin rendah kualitas sumberdaya lahan, semakin tinggi angka migrasi keluar atau semakin rendah angka migrasi masuk serta semakin kurang infrastruktur pembangunan dan meningkatnya tekanan penduduk, maka depopulasi pedesaan akan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Clout, H.D. 1972. *Rural Geography: An Introduction Survey*. Pergamon Press. Oxford.
- , and Marieke Kragten. 1994. Rural Diversification Under varying Geographical Conditions: An Exploratory Survey of Four Clusters of Small Scale Industry in Bantul District, Special Region of Yogyakarta. *Indonesian Journal of Geography*. Vol.27, No.70, December 1995.
- Jones, Gavin W. 1984. Links Between Urbanization and Sectoral Shifts in Employment in Java. *Bulletin of the Indonesian Economic Studies*. Vol. 20. Nr. 3. pp: 120-157.
- Mantra, I.B. 1991. "Nonpermanent Population Mobility in the Rural Areas: A Strategy to Increase the Household Income - A Case Study of Thwo Dukuh in Bantul Regency" (Paper Presented at the Second Country Seminar on Regional Development Planning of Yogyakarta, September 1991).

- PPK-UGM dan KMN-KLH (Pusat Penelitian Kependudukan-Universitas Gadjah Mada dan Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup). 1990. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Interaksi Kependudukan dan Sumberdaya Pembangunan di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta. PPK-UGM
- Rotge, Vincent L. 1992. Rural Employment Shift in the Context of Growing Rural-urban Linkages: Trends and Prospects for DIY. *Paper Presented at the International Conference on Geography in the ASEAN Region*. Faculty of Geography, Gadjah Mada University, Yogyakarta, 31 August - 3 September 1992.
- , 1993. Rural-urban Linkages in Perspective: *Implications for Regional Development Patterns and Employment Expansion in Hinterland Communities*. Yogyakarta: Faculty of Geography, Gadjah Mada University.
- , 1995. *Rural-urban Integration in Java: Consequences for Regional Development and Employment*. Nagoya: United Nations Centre for Regional Development. Report Series Nr. 6.
- Titus, Milan, Allet van der Wouden and Marieke Kragten. 1994. Exploring Regional Aspects of Rural Development and Rural Diversification in Java. in Harts Broekhuis and Otto Verkoren (Eds). *No Easy Way Out: Essays on Third World Development in Honor of Jan Hinderink*. Utrecht: NGS.

URGENSI ASPEK-ASPEK SOSIAL DALAM KAJIAN DAMPAK LINGKUNGAN

Oleh: Imam Hardjono

INTISARI

Segala aktivitas masyarakat memiliki dampak positif dan negatif, dampak tersebut harus tidak mengganggu keharmonisan hidup masyarakat.

Aktivitas atau suatu usaha kegiatan selalu berubah-ubah dan sekaligus dihadapkan pada dinamika masyarakat yang merupakan aspek-aspek sosial. Padahal aspek-aspek sosial memiliki peran yang penting dalam kajian dampak lingkungan.

Aspek-aspek sosial yang dikaji dalam analisa dampak lingkungan meliputi komponen-komponen yang terdiri dari Variabel-variabel, seperti Demografi, Ekonomi dan Budaya. Variabel aspek-aspek sosial ini ternyata tidak kalah pentingnya dengan analisis dampak lingkungan dalam pengertian aspek fisik.

LATAR BELAKANG

Di dalam kajian dampak lingkungan ada tiga argumentasi yang dikemukakan, mengapa aspek-aspek sosial sangat *urgen* bagi para pengambil kebijakan. Tingkat urgensinya bagi pengambil kebijakan disebabkan:

Pertama, keberadaan suatu usaha atau aktivitas memiliki dampak positif sekaligus negatif terhadap masyarakat di sekitarnya. Kegagalan mengidentifikasi dan mengantisipasi dampak negatif bukan hanya mengganggu kelangsungan aktivitas usaha tersebut, melainkan juga dapat mengganggu keharmonisan hidup bermasyarakat.

Kedua, penilaian atau respons masyarakat terhadap keberadaan suatu usaha atau aktivitas selalu berubah-ubah.

Ketiga, dalam kurun waktu yang sama kehidupan masyarakat boleh jadi bersentuhan dengan beberapa usaha atau kegiatan sekaligus. Sentuhan ganda semacam ini dapat menciptakan penilaian atau respon suatu masyarakat bersifat spesifik dan memiliki karakteristik tersendiri yang tidak ditemukan dalam masyarakat lain.

Dengan demikian, aspek sosial dalam kajian dampak lingkungan dibingkai dan dijiwai oleh terapan ilmu pengetahuan sosial secara sistematis untuk mengidentifikasi dua hal:

- a. *Bentuk dan sifat penilaian atau respons masyarakat terhadap suatu usaha atau kegiatan;*
- b. *perubahan penilaian atau respons masyarakat terhadap usaha atau kegiatan tersebut.*

Pembahasan masalah aspek sosial dalam kajian dampak lingkungan berupa suatu analisis sosial yang sistematis dengan memperhatikan dimensi waktu dan insensitas kegiatan.

Hasil yang diharapkan adalah pengetahuan komprehensif tentang dampak suatu usaha atau kegiatan terhadap kehidupan masyarakat di sekitarnya, yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk:

Pertama, membantu proses pengambilan keputusan khususnya dalam memperhitungkan resiko yang harus dihadapi;

Kedua, memperbaiki kebijakan terutama menghilangkan hal-hal yang telah terbukti merugikan.

Sementara itu, dalam kaitannya dengan dampak pembangunan terhadap lingkungan hidup, kebanyakan studi lingkungan yang dilakukan, hanya menekankan kepada lingkungan fisik, kimia dan biologi. Sementara itu, aspek sosial selalu dikaitkan dengan pengertian sosial ekonomi, namun budaya jarang mendapat perhatian.¹ Menurut penjelasan pasal 1 ayat (9) dan pasal 16 Undang-Undang No. 4 Tahun 1982, tentang *Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup*, dampak mencakup pengertian dampak terhadap lingkungan non fisik, termasuk sosial budaya.²

Dari paparan sebagaimana terurai di atas, diformulasikan permasalahan sebagai berikut:

Mengapa aspek-aspek sosial memiliki peran yang penting dalam kajian dampak lingkungan?

PEMBAHASAN

Aspek-aspek sosial, yang ditelaah dalam Analisis Dampak Lingkungan, meliputi komponen-komponen yang terdiri dari variabel-variabel sebagai berikut:

1. Demografi

- a. Struktur penduduk menurut kelompok umur, jenis kelamin, mata pencaharian, pendidikan dan agama;
- b. Tingkat kepadatan dan sebaran kepadatan penduduk;
- c. Angkatan kerja produktif;
- d. Tingkat kelahiran;
- e. Tingkat kematian kasar;
- f. Tingkat kematian bayi;
- g. Pola perkembangan penduduk.

Dalam teori transisi demografis dikenal adanya tiga tahap:

Tahap pertama, dialami oleh masyarakat primitif yang pertambahan penduduknya berjalan lambat karena angka kelahiran dan kematian hampir seimbang.

Tahap kedua, tahap ini ditandai oleh gejala sama-sama turunnya kelahiran dan kematian, hanya saja kematian yang lebih cepat turunnya.

¹ Ahmad Romsan, *Dampak Pembangunan Terhadap Lingkungan Sosial Ekonomi dan Budaya Suku Anak Dalam di Sumatera Selatan*, Jurnal Pusat Studi Lingkungan Perguruan Tinggi Seluruh Indonesia, Volume 14, Nomor 3, 1994, hal. 195.

² Lihat, pasal 1 dan pasal 16 Undang-undang No. 4 Tahun 1984, tentang *Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan hidup*.

Tahap ketiga, terdapat pada masyarakat berindustri modern di dunia Barat dan Jepang. Tahap tersebut ditandai oleh angka kelahiran dan angka kematian yang seimbang, sehingga pertumbuhannya berjalan lambat.

Kondisi kependudukan di Indonesia jika ditinjau dari *teori transisi demografis*,³ berada pada tahap kedua.

Pembahasan masalah demografi sekurang-kurangnya mencakup dua hal; *pertama*, struktur penduduk, dan *kedua*, proses penduduk. Struktur penduduk meliputi; jumlah, persebaran dan komposisi penduduk. Sementara proses penduduk meliputi; kelahiran (fertilitas), kematian (mortalitas) dan mobilitas penduduk. Tampaknya masalah kependudukan tidak dapat dipecahkan secara cepat atau mudah.⁴

Intensitas dampak suatu usaha atau kegiatan terhadap struktur dan proses penduduk tidaklah sama, tergantung pada aktivitas proyek yang akan dibangun dan karakteristik fisik dan kehidupan masyarakat di sekitar usaha atau kegiatan tersebut. Dengan adanya suatu usaha atau kegiatan, jumlah penduduk akan bertambah. Pada masa konstruksi pertambahan ini terutama karena hadirnya tenaga kerja. Kemudian pada masa pasca konstruksi pertambahan itu sebagai akibat dari migran yang mengisi sektor informal (ekonomi rakyat).

Sebagai akibat adanya usaha atau kegiatan, disamping kepadatan penduduk berubah, maka komposisi penduduk pun berubah. Komposisi penduduk menggambarkan susunan penduduk yang dibuat berdasarkan pengelompokan penduduk menurut umur, jenis kelamin, pendidikan, lapangan pekerjaan atau mata pencaharian, status perkawinan dan sebagainya. Komposisi penduduk yang sering berubah karena adanya suatu proyek adalah komposisi menurut umur dan jenis kelamin.

Untuk mengetahui sektor mana yang berubah akibat adanya suatu proyek, maka aktivitas penduduk dibagi menjadi tiga sektor antara lain sebagai berikut:

1. Sektor A (*Agriculture*)
 - a. Pertanian;
 - b. Perkebunan;
 - c. Kehutanan;
 - d. Perikanan.
2. Sektor M (*Manufacture*)
 - a. Pertambangan;
 - b. Manufaktur;
 - c. Bangunan;
 - d. Air;
 - e. Gas.
3. Sektor S (*Service*) meliputi:
 - a. Perdagangan;
 - b. Rumah Makan;
 - c. Hotel
 - d. Keuangan;
 - e. Asuransi
 - f. Jasa-jasa kemasyarakatan sosial dan pribadi.

³ Lihat N. Daldjoeni, *Penduduk, Lingkungan dan Masa Depan*, Alumni, Bandung 1985, hal. 63.

⁴ Lihat, Masri Singarimbun dan D.H. Penny, dalam *Penduduk dan Kemiskinan, Kasus Sriharjo di Pedesaan Jawa*, Bhadrata Karya Aksara, Jakarta, 1976, hal. 92.

Keberadaan suatu usaha atau kegiatan mengakibatkan pergeseran aktivitas tenaga kerja dari sektor A ke Sektor M dan S. Di samping ketiga sektor tersebut sebenarnya ada pula sektor formal dan sektor informal. Sektor informal terdiri dari unit usaha berskala kecil yang memproduksi serta mendistribusikan barang dan jasa dengan tujuan menciptakan kesempatan kerja dan pendapatan bagi dirinya masing-masing, karena alasan yang berhubungan dengan pekerjaan.⁵

2. Ekonomi

- a. Kesempatan kerja dan berusaha;
- b. Pola pemilikan dan penguasaan sumber daya alam;
- c. Tingkat pendapatan penduduk;
- d. Prasarana dan sarana perekonomian (jalan, pasar, pelabuhan, perbankan, pusat pertokoan);
- e. Pola pemanfaatan sumber daya alam.

Pada dasarnya ada beberapa studi yang dapat dipergunakan sebagai acuan dalam membahas gatra ekonomi dalam studi dampak lingkungan. Paling tidak ada tiga *isu pokok* yang perlu dipertimbangkan dalam melihat dampak dari suatu usaha atau kegiatan yakni:

Pertama, perubahan pada usaha ekonomi keluarga;

Kedua, perubahan pola kegiatan usaha ekonomi, dan

Ketiga, perubahan situasi kerja.

Atas dasar tiga isu pokok tersebut kemudian dapat ditentukan sekurang-kurangnya tiga variabel kunci yaitu: *pola usaha ekonomi*, *waktu usaha kegiatan ekonomi*, serta *kesempatan kerja*. *Pola usaha ekonomi* merupakan bentuk mata pencaharian penduduk lokal setelah kehadiran suatu usaha atau kegiatan.

Apabila bentuk mata pencaharian penduduk lokal kemudian menjadi bervariasi, maka dampaknya dapat dikatakan positif. Sebaliknya apabila bentuk mata pencaharian mereka tidak berbeda dengan sebelum usaha atau kegiatan tersebut diintroduksi, maka dampaknya adalah nol.

Selanjutnya *waktu kegiatan usaha ekonomi*, merupakan jumlah jam kerja yang dihabiskan penduduk lokal untuk bekerja sesuai dengan mata pencahariannya. Indikatornya adalah apabila jumlah jam kerja yang dihabiskan oleh penduduk lokal lebih sedikit (dalam pengertian efisien dan efektif), maka keberadaan usaha atau kegiatan tersebut berdampak positif.

Apabila jumlah jam kerja yang dihabiskan oleh penduduk lokal sebelum dan sesudah kehadiran usaha atau kegiatan tersebut *sama saja*, maka dampaknya adalah nol. Sedangkan apabila jumlah jam kerja yang dihabiskan oleh penduduk lokal menjadi lebih lama (semakin tidak efisien dan efektif), maka dampaknya adalah *negatif*.

⁵ Lihat Ross Steele, *Mobilitas Pekerjaan dan Penghasilan Migran di Surabaya*, dalam Chris Manning dan Tadjudin Noer Effendi, eds. *Urbanisasi, Pengangguran, dan Sektor Informal di Kota*, eds, Yayasan Obor Indonesia dan Studi Kependudukan UGM, Gramedia, Jakarta, 1985, hal. 392.

Sementara itu, *kesempatan kerja* merupakan jumlah lowongan yang disediakan oleh suatu usaha atau kegiatan atau kegiatan untuk penduduk lokal. Apabila jumlah lowongan kerja (baik untuk tenaga kerja terlatih maupun tidak terlatih) yang disediakan oleh usaha atau kegiatan tersebut banyak, maka dampaknya adalah positif. Sebaliknya, apabila jumlah lowongan sedikit berarti dampaknya adalah *negatif*.

Dalam lampiran SK MENLH No. 14/MENLH/3/1994, juga disebutkan bahwa variabel kunci yang dapat diidentifikasi pada gatra ekonomi dalam studi dampak lingkungan adalah tingkat kenaikan pendapatan penduduk dan pola pemanfaatan sumberdaya alam.

Kenaikan pendapatan penduduk lokal dapat diidentifikasi melalui jumlah tambahan pendapatan kotor (setiap bulan atau tahun) yang diperoleh dari suatu usaha atau kegiatan yang diintroduksi, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Apabila jumlah tambahan pendapatan itu tinggi, maka dampaknya adalah *positif*. Sebaliknya bila hampir tidak ada tambahan pendapatan, maka dampaknya adalah *nol*. Selanjutnya pola pemanfaatan sumberdaya alam dapat diidentifikasi melalui seberapa jauh sumberdaya alam yang dapat dimanfaatkan oleh penduduk lokal disekitar usaha atau kegiatan. Bila dalam jangka waktu tertentu penduduk lokal semakin sulit memanfaatkan

sumberdaya alam yang ada, maka dampaknya *negatif*.

3. Budaya

- a. Pranata sosial atau lembaga-lembaga kemasyarakatan yang tumbuh dikalangan masyarakat;
- b. Adat istiadat dan pola kebiasaan yang berlaku;
- c. Proses sosial (kerjasama akomodasi, konflik) dikalangan masyarakat;
- d. Akulturasi, asimilasi, integrasi dan berbagai kelompok masyarakat;
- e. Kelompok-kelompok dan organisasi sosial;
- f. Pelapisan sosial di kalangan masyarakat;
- g. Persepsi masyarakat atas rencana usaha atau kegiatan.

Paling tidak ada empat variabel kunci yang perlu dikaji sehubungan dengan suatu usaha atau kegiatan, antara lain; *Pertama*, konflik (benturan) dan, integrasi sosial dan *ketiga*, kelestarian nilai-nilai sosial.

Keresahan sosial, antara lain ditandai oleh protes yang dilakukan oleh penduduk lokal (baik secara tertulis maupun lisan), demonstrasi dan gerakan-gerakan politik lain yang dilandasi oleh ketidakpuasan. Apabila protes, demonstrasi dan gerakan-gerakan politik semacam itu terjadi, maka dampaknya adalah *negatif*.

Konflik pada hakikatnya merupakan suatu gejala sosial melekat di dalam kehidupan masyarakat,⁶ akan

⁶ Lihat, Nasikun, dalam *Sistem Sosial Indonesia*, Rajawali Pers, Jakarta, 1991, hal. 5.

tetapi konflik-konflik sosial didalam berbagai masyarakat senantiasa memiliki derajat dan polanya masing-masing. Konsensus dan konflik merupakan dua gejala yang melekat bersama-sama di dalam setiap masyarakat. Masyarakat pada dasarnya terintegrasi diatas dasar kata sepakat para anggotanya akan nilai-nilai kemasyarakatan tertentu, suatu *general agreements* yang memiliki daya mengatasi perbedaan-perbedaan pendapat dan kepentingan diantara para anggota masyarakat.

Masyarakat sebagai suatu sistem secara fungsional terintegrasi dalam suatu bentuk *equilibrium*. Oleh karena sifatnya yang demikian, maka aliran pemikiran tersebut sebagai *integration approach, order approach, equilibrium approach* atau lebih populer disebut *struktural functional approach* (pendekatan fungsional struktural).

Pendekatan fungsionalisme struktural sebagaimana telah dikembangkan *Parsons*, dan para pengikutnya, dapat dikaji melalui sejumlah anggapan dasar mereka sebagai berikut:⁷

1. Masyarakat haruslah dilihat sebagai suatu sistem dari bagian-bagian yang saling berhubungan satu sama lain;
2. Dengan demikian hubungan pengaruh mempengaruhi diantara bagian-bagian tersebut adalah bersifat ganda dan timbal balik;
3. Sekalipun integrasi sosial tidak pernah dapat dicapai dengan

sempurna, namun secara fundamental sistem sosial selalu cenderung bergerak kearah *equilibrium* yang bersifat dinamis, menanggapi perubahan-perubahan yang datang dari luar dengan kecenderungan memelihara agar perubahan-perubahan yang terjadi di dalam sistem sebagai akibatnya hanya akan mencapai derajat yang minimal;

4. Sekalipun disfungsi, ketegangan-ketegangan, dan penyimpangan-penyimpangan senantiasa terjadi, akan tetapi dalam jangka yang panjang keadaan tersebut pada akhirnya akan teratasi dengan sendirinya melalui penyesuaian-penyesuaian dan proses institusionalisasi. Dengan kata lain, sekalipun integrasi sosial pada tingkatnya yang sempurna tidak akan pernah tercapai, akan tetapi setiap sistem sosial akan senantiasa berproses ke arah itu;
5. Perubahan-perubahan dalam sistem sosial pada umumnya terjadi secara gradual, melalui penyesuaian-penyesuaian dan tidak secara revolusioner. Perubahan-perubahan yang terjadi secara drastis pada umumnya hanya mengenai bentuk luarnya saja, sedangkan unsur sosial budaya yang menjadi bangunan dasarnya tidak seberapa mengalami perubahan;
6. Pada dasarnya, perubahan-perubahan sosial timbul atau terjadi

7. Pierre L. van dan Berghe, *Dialectic and Functionalism: Toward a Synthesis*, dalam N.J. Demerath III et al, eds, *System Change, and Conflict*, The Free Press, New York, Collier-Macmillan Limited, London, 1967, hal. 294-295.

melalui tiga macam kemungkinan; penyesuaian-penyesuaian yang dilakukan oleh sistem sosial tersebut terhadap perubahan-perubahan yang datang dari luar, pertumbuhan melalui proses diferensiasi struktural dan fungsional, serta penemuan-penemuan baru oleh anggota-anggota masyarakat;

7. Faktor yang paling penting yang dimiliki daya mengintegrasikan suatu sistem sosial adalah konsensus diantara anggota masyarakat mengenai nilai-nilai kemasyarakatan tertentu. Di dalam setiap masyarakat, pandangan fungsionalisme struktural, selalu terdapat tujuan-tujuan dan prinsip-prinsip dasar tertentu terhadap mana sebagaimana anggota masyarakat menganggap serta menerimanya sebagai suatu hal yang mutlak benar. Sistem nilai tersebut tidak saja merupakan sumber yang menyebabkan integrasi sosial, akan tetapi sekaligus merupakan unsur yang menstabilisir sistem sosial budaya itu sendiri.

Sementara itu, konflik (benturan) sosial dalam konteks kajian dampak lingkungan meliputi yang terjadi diantara penduduk lokal. Antara penduduk lokal dengan pendatang, seras antar pendatang. Apabila konflik semacam itu sering terjadi, maka dampak suatu usaha atau kegiatan adalah *negatif*. Akan tetapi sebaliknya, apabila jarang terjadi (bahkan hampir tidak terjadi), maka dampaknya adalah *nol*. Apabila organisasi kemasyara-

katan tersebut hanya didominasi oleh pendatang, sementara penduduk lokal berada di pinggiran atau bahkan tidak terlibat sama sekali, maka dampaknya adalah *negatif*.

Di samping itu dapat pula diidentifikasi dari keberadaan media (tradisional dan modern) yang memungkinkan terjalannya interaksi antara penduduk asli (lama) dengan pendatang. Apabila media semacam itu tidak berkembang, bahkan mungkin tidak tumbuh, maka dapat dikatakan dampaknya adalah *negatif*,

Selanjutnya *kelestarian nilai-nilai kultural* antara lain dapat diidentifikasi dari keberadaan upacara keagamaan, upacara adat dan upacara *daur hidup* (berkaitan dengan kelahiran, perkawinan dan kematian). Dengan demikian apabila upacara-upacara adat yang telah menjadi kebiasaan masyarakat itu semakin terabaikan, maka dampaknya adalah *negatif*.

Sebaliknya, apabila upacara-upacara tersebut masih dapat dilestarikan, maka dampaknya adalah *nol*. Kelestarian nilai-nilai kultural dapat pula diidentifikasi dari keberadaan benda-benda peninggalan sejarah. Apabila benda-benda peninggalan sejarah tersebut terganggu atau semakin terabaikan, maka dampaknya adalah *negatif*. Sebaliknya, apabila benda-benda peninggalan sejarah tersebut dapat dilestarikan maka dampaknya adalah *nol*.

Apabila dicermati, tampak bahwa karakteristik variabel-variabel sosial, kunci yang perlu diidentifikasi dalam kajian dampak lingkungan tersebut beragam, maksudnya ada yang

melekat pada individu dan ada yang melekat pada kelompok, dan bahkan ada yang melekat pada masyarakat. Pada komponen budaya misalnya, informasi tentang protes misalnya dapat melekat pada individu. Sedangkan informasi tentang konflik dan integrasi, adalah melekat pada kelompok, dan informasi tentang adat istiadat melekat pada masyarakat. Kecenderungan serupa terdapat pula pada komponen demografi, ekonomi maupun kesehatan masyarakat. Itulah sebabnya level analisis yang ditetapkan untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan harus disesuaikan.

Hasil identifikasi, evaluasi dan prediksi dampak lingkungan dari aspek sosial seharusnya berkedudukan sejajar dengan hasil identifikasi, evaluasi dan prediksi dampak lingkungan dari aspek fisik dan biologi. Hal itu berarti perkiraan tentang masalah-masalah mobilitas penduduk, tingkat kepadatan penduduk, tingkat pendapatan, kesempatan kerja, keresahan sosial, konflik dan integrasi sosial, se-

harusnya sama pentingnya dengan perkiraan tentang masalah-masalah pencemaran, kerusakan tanah, kelestarian flora, kelestarian fauna dan sebagainya.

Dalam praktiknya sampai saat ini evaluasi dan prediksi aspek sosial dalam kajian dampak lingkungan terkesan hanya sebagai sampiran, bila tidak ingin dinyatakan sebagai terkesampingkan. Salah satu sebab mengapa kurang begitu diperhitungkan adalah karena dalam proses pengambilan keputusan-keputusan krusial yang berkaitan dengan kelangsungan suatu usaha atau kegiatan masih sangat didominasi oleh pihak *proponent* (pemilik atau pendukung dana).

PENUTUP

Dari paparan diatas ternyata variabel seperti demografi, ekonomi dan budaya memiliki peran yang sangat penting untuk dipertimbangkan dalam kajian dampak lingkungan, yang levelnya setara dalam analisis dampak lingkungan dalam pengertian fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- Daldjoeni, N. 1985. *Penduduk, Lingkungan dan Masa Depan*. Bandung: Alumni.
- Nasikun, 1991. *Sistem Nasional Indonesia*, Jakarta: Rajawali Pers.
- Romsan, Ahmad. 1994. *Dampak Pembangunan terhadap Lingkungan Sosial Ekonomi dan Budaya Suku Anak Dalam Sumatera*, Jurnal Pusat Studi Lingkungan Perguruan Tinggi Seluruh Indonesia, Volume 14 Nomor 3.
- Singarimbun, Masri dan Penny D.H. 1976 *Penduduk dan Kemiskinan, Kasus Sriharjo di Pedesaan Jawa*, Jakarta; Bhatara Aksara.

- Steele, Ross. 1985. *Mobilitas Pekerjaan dan Penghasilan Migran di Surabaya*, dalam Chris Manning dan Tadjudin Noer Effendi, eds. *Urbanisasi, Pengangguran, dan Sektor Informal di Kota*, Yayasan Obor dan Studi Kependudukan UGM, Jakarta: Gramedia.
- Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982, tanggal 11 Maret 1982, tentang *Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Vanm den Berghe, Pierre, 1967. *Dialectic and Functionalism: Toward a Synthesis*, Dalam N.J. Demerath III. et.al, eds. *System Change, and Conflict* The Free Press New York, Colier Macmillan Limited. London.

APLIKASI INDERAJA DAN SIG UNTUK PEMANTAUAN DAN EVALUASI KEGIATAN REBOISASI DI KABUPATEN KUPANG PROPINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Oleh: Irmadi Nahib dan Jaya Wijaya

ABSTRAK

To support reforestation activities, spatially forestry data are inexorably needed to support the activities. By using multi-temporally data, reforestation activities can be identified and detected. To accomplish the purpose, this research uses Landsat TM data acquired in 1990 and 1995. Remotely sensed data and Geographic Information System (GIS) are methods that can be applied to gather, monitor as well as analyze data swiftly and accurately. This research uses remotely sensed data to collect land cover features in given area. Geographic Information System is used to capture and to analyze reforestation data. The expected outcome is GIS based forest management strategy making.

INTISARI

Untuk mendukung kegiatan reboisasi, data spasial merupakan prasyarat penting untuk mendukung kegiatan tersebut. Dengan menggunakan data "multi-temporal" dapat untuk mengetahui tingkat keberhasilan reboisasi yang telah dilaksanakan. Untuk itu teknik pengumpulan data yang cepat dan akurat sangat dibutuhkan.

Salah satu metode pengumpulan data yang cepat dan akurat adalah teknik penginderaan jauh dan analisisnya melalui Sistem Informasi Geografi. Melalui pemanfaatan citra-citra hasil perekaman satelit, dapat dilakukan analisis citra untuk memperoleh data permukaan bumi yang direkam. Sistem informasi Geografi digunakan untuk evaluasi kegiatan reboisasi yang dilaksanakan dari tahun 1990 sampai dengan tahun 1995. Hasil yang diharapkan pada dasarnya adalah penyusunan strategi pengelolaan hutan berbasis SIG.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sumber daya hutan merupakan salah satu sumber daya alam yang penting bagi umat manusia. Kebutuhan manusia akan sumberdaya hutan cenderung semakin meningkat; baik kuantitas maupun kualitasnya. Sedangkan jumlah dan kemampuan sumber daya hutan alam tersebut re-

latif terbatas, akibatnya potensi dan fungsi hutan cenderung menurun. Oleh sebab itu, pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya hutan harus dilakukan secara bijaksana, berdasarkan asas kelestarian hasil dan berlawanan lingkungan, sehingga timbulnya dampak negatif berupa kerusakan lingkungan dapat dicegah atau setidaknya dapat dikurangi.

Kenyataan yang terjadi saat ini, dampak dari kegiatan pemanfaatan sumber daya hutan (khususnya pembalakan oleh HPH), adanya kegiatan penebangan liar dan perambahan hutan serta kebakaran hutan telah mengakibatkan terjadinya lahan kritis. Keberadaan lahan kritis akan menyebabkan terganggunya siklus air (terjadi banjir di musim penghujan dan kekeringan di musim kemarau) serta terjadi tanah longsor.

Upaya untuk mengatasi masalah lahan kritis dilakukan melalui program reboisasi dan penghijauan (yang telah dimulai sejak PELITA I) pada suatu wilayah DAS ataupun wilayah lainnya. Melalui program reboisasi diharapkan dapat meningkatkan lingkungan hidup; melalui pengurangan bahaya erosi, peningkatan kondisi drainase dan aerasi tanah yang diharapkan dapat mengatasi bahaya banjir dan meningkatkan jumlah cadangan air tanah.

Untuk mendukung keberhasilan program reboisasi tersebut, maka ketersediaan data yang akurat (data numerik maupun spasial) mengenai perkembangan kondisi hutan mutlak diperlukan. Berdasarkan data tersebut akan diketahui : areal lahan kritis dan hutan rusak serta tingkat keberhasilan kegiatan reboisasi yang telah dilaksanakan.

Salah satu metode pengumpulan data yang cepat dan akurat adalah teknik inderaja dan analisisnya melalui Sistem Informasi Geografi (SIG). Melalui pemanfaatan citra satelit, dapat dilakukan analisis citra untuk memperoleh data liputan lahan. Perekam-

an data permukaan bumi (liputan lahan) pada selang waktu yang berbeda dapat memberikan data perubahan penutupan lahan, sehingga kondisi lahan (hutan) yang sebenarnya pada periode tertentu dapat diketahui secara pasti. SIG digunakan untuk pemetaan dan analisis spasial mengenai persebaran areal reboisasi.

Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk menyediakan data untuk evaluasi kegiatan reboisasi di Kabupaten Kupang, sedangkan tujuannya adalah memberi pertimbangan kepada perencana dan pengambil keputusan dalam mengevaluasi kegiatan reboisasi.

METODOLOGI

Metode Pemetaan

Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan teknologi inderaja dan Sistem Informasi Geografi (SIG). Data inderaja multitemporal digunakan untuk monitoring kegiatan reboisasi, sedangkan SIG digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan reboisasi.

Tahap kegiatan adalah sebagai berikut:

- a. Pengadaan Citra Landsat dan Peta-peta Pendukung
- b. Pengumpulan data sekunder
- c. Studi pustaka
- d. Interpretasi Citra Landsat
- e. Survei Lapangan
- f. Analisis SIG

Secara skematis tahap kegiatan penelitian disajikan pada Gambar 1.

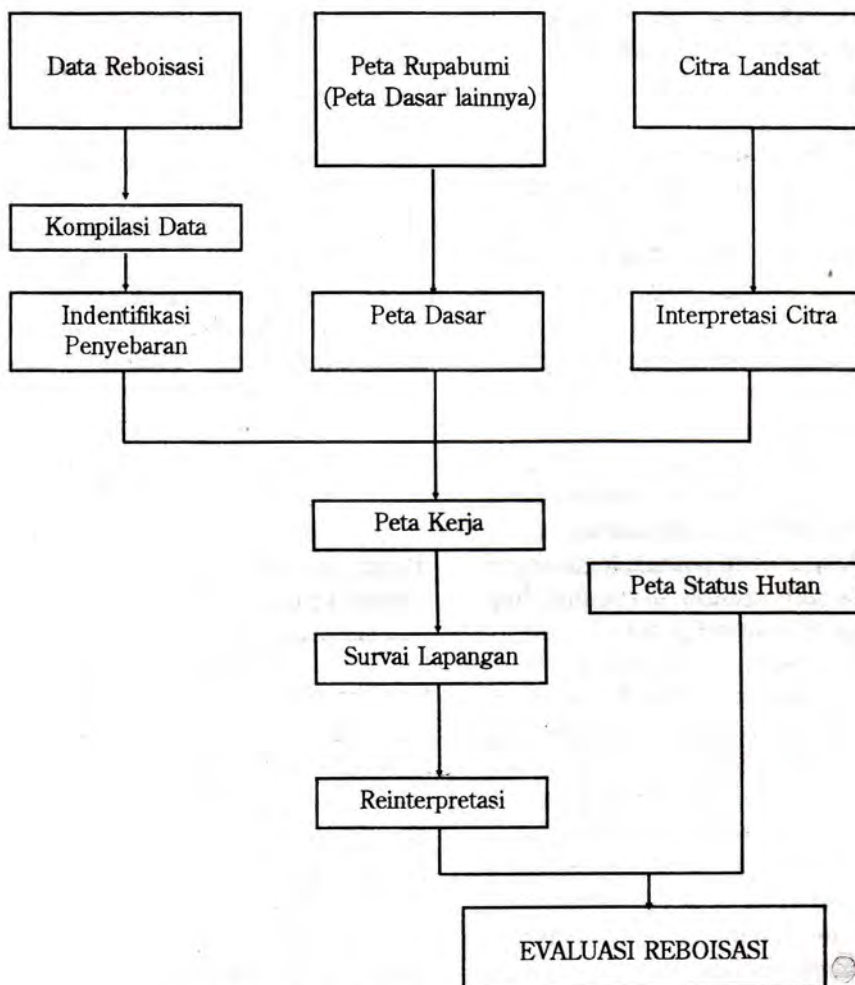
A. Interpretasi Data Penginde- raan Jauh

Citra Landsat TM band 542 yang dicetak merupakan hasil pembesaran pada skala 1 : 50.000. Citra Landsat diinterpretasi secara visual mengenai liputan lahannya, menggunakan klasifikasi liputan lahan berdasarkan klasifikasi Tim Neraca Sumber Daya Alam, Bakosurtanal 1993. Selanjutnya hasil interpretasi tipe liputan lahan yang

telah dilaksanakan diplot ke dalam peta dasar (Peta Rupabumi/Peta Topografi).

B. Pembuatan Peta Kerja

Peta kerja dihasilkan dari proses overlay dari data dasar (Peta Rupa-bumi/Peta Topografi) dengan hasil interpretasi citra Landsat TM, serta kompilasi data sekunder yang dijadikan sebagai rujukan.



Gambar 1. Bahan Alir Kegiatan Penelitian

C. Penentuan Plot Contoh

Berdasarkan peta kerja dipilih secara acak plot contoh yang akan diamati di lapangan. Keterwakilan untuk setiap klas liputan lahan adalah proporsional. Sedangkan untuk mengevaluasi keberhasilan tanaman reboisasi dilakukan uji petik terhadap laporan keberhasilan tanaman yang dibuat oleh Dinas Kehutanan Propinsi Nusa Tenggara Timur.

Intensitas pengambilan contoh sebesar 0,1% dan pemilihan plot contoh dilakukan secara *purposive sampling*.

D. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk mengecek kebenaran hasil kunci interpretasi maupun untuk melakukan pengukuran dan pengamatan di lapangan.

Tahap pelaksanaan survei lapangan adalah sebagai berikut:

- Melakukan pengecekan terhadap Peta Kerja/Peta Tentative mengenai kondisi liputan lahan sebenarnya di lapangan.
- Pengukuran potensi tegakan, pada plot contoh berbentuk lingkaran seluas 0,1 ha.
- Pada setiap plot contoh diukur dan dicatat: jenis, jarak tanam dan umur tanaman reboisasi, jumlah pohon (sehat dan rusak), tinggi dan diameter pohon.
- Penilaian mutu pertumbuhan tanaman dilakukan dengan membandingkan jumlah pohon pada plot-plot contoh dengan jumlah batang normal (sesuai dengan jarak tanam), sesuai kriteria yang

ditetapkan oleh Direktorat Bina Program Ditjen RRL Departemen Kehutanan.

Metode Analisa Data

A. Keberhasilan Tanaman

- Perhitungan persen tumbuh pada plot contoh ke-i untuk tanaman umur ke-j, adalah sebagai berikut:

$$P_{ji} = \frac{NA_{ji}}{(0,1 NN_{ji})} \times 100 \%$$

P_{ji} = Persen tumbuh bagi plot contoh ke-i, untuk tanaman umur ke-j,

NA_{ji} = Cacah pohon yang ada di dalam plot contoh ke-i, untuk tanaman umur ke-j,

NN_{ji} = Cacah pohon baku per hektar pada saat penanaman pada plot contoh ke-i, untuk tanaman umur ke-j,

0,1 = Luas petak contoh, yakni 0,1 hektar.

Penduga persen tumbuh untuk tanaman umur ke-j adalah:

$$P_j = \sum P_{ji} / n$$

Dimana n = banyaknya plot yang diamati untuk tanaman umur ke-j.

B. Pengaruh Kegiatan Reboisasi

Untuk mengetahui pengaruh kegiatan reboisasi terhadap tingkat erosi dilakukan pengukuran dengan metode Inderosi (Richard Gnegey) dengan rumus sebagai berikut:

$I = R C P$
$PT = \frac{X - Z}{X Y} \times 100 \%$
$PE = \frac{X - Z}{X} \times 100 \%$

dimana:

- I = Indeks erosi (nilai inderosi)
- R = Jumlah curah hujan selama musim tanam (mm)
- C = Faktor pengelolaa tanaman
- P = Faktor perlakuan konservasi tanah
- PT = Pencapaian target reboisasi (%)
- PE = Penurunan tingkat erosi (%)
- X = Nilai inderosi sebelum reboisasi
- Y = Nilai inderosi sesuai rancangan
- Z = Nilai inderosi kenyataan di lapangan

C. Pengujian Persamaan Inderosi

Untuk mengetahui hubungan keberhasilan reboisasi terhadap tingkat erosi yang terjadi di daerah penelitian dilakukan pengujian terhadap persamaan inderosi memakai model regresi linier berganda, dengan tahapan kegiatan berikut:

- a. Diasumsikan Inderosi ($Y_i = I$ = variabel terikat) dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu: Curah hujan ($X_1=R$), faktor pengelolaan tanaman ($X_2=C$), perlakuan konservasi ($X_3=P$) dan keberhasilan tanaman ($X_4=T$).

- b. Persamaan model regresi linier berganda : $Y_i = f(X_j)$ atau $Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$.
- c. Pendugaan model regresi dilakukan dengan metode jumlah kuadrat terkecil (*Least Square Method*), dengan hipotesis:
 - * H_0 = Regresi berganda tidak berarti; artinya variabel terikat *tidak dipengaruhi* oleh variabel bebas.
 - * H_1 = Regresi berganda berarti; artinya variabel terikat *dipengaruhi* oleh variabel bebas
- d. Keabsahan model ditunjukkan oleh penerimaan terhadap H_1 , berdasarkan hasil Uji F, dengan kaidah keputusan :
 - * Jika Nilai F hitung > F Tabel, terima H_1 , artinya regresi berganda berarti
 - * Jika Nilai F hitung < F Tabel, terima H_0 , artinya regresi berganda tidak berarti
- e. Ketelitian hubungan model regresi ditunjukkan oleh koefisien determinasinya (R^2), yaitu jika nilai koefisien determinasi ($R^2 > 60 \%$), dan Nilai Uji > F hitung tabel, maka hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat cukup erat/teliti.
- f. Untuk mengetahui variabel yang berpengaruh nyata (keeratn hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat), dilakukan analisis sidik ragam bagi regresi linier berganda tersebut melalui pengujian koefisien re-

gresi (r), dengan Uji t-Student, dengan kaidah keputusan:

* Jika Nilai T hitung > T Tabel, koefisien regresi berpengaruh nyata

* Jika Nilai T hitung < T Tabel, koefisien regresi tidak berpengaruh nyata

- g. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan sistem komputasi (software Minitab).

KEADAAN UMUM DAERAN PENELITIAN

Letak dan Administrasi

Secara geografis Kabupaten Kupang dengan luas 733.782 ha terletak di antara koordinat $121^{\circ} 30' - 124^{\circ} 11'$ Bujur Timur dan $9^{\circ} 19' - 10^{\circ} 17' 00''$ Lintang Selatan. Luas hutan di Kabupaten Kupang adalah 222.214,6 Ha (atau 30,28 % dari luas kabupaten Kupang), yang terdiri atas: Hutan Lindung 86.120 Ha (38,75%), Hutan Suaka Alam dan Wisata 3.783,6 Ha (1,70%), Hutan Produksi Tetap 54.880 Ha (24,70 %), Hutan Produksi Terbatas 74.031 Ha (33,32 %) dan Hutan Konversi 3.400 Ha (1,53 %).

Sampai dengan akhir PELITA V luas lahan yang telah direboisasi 14.898 Ha, dengan luas areal reboisasi yang berhasil 11,871 Ha (79,7 %) dan tanaman yang gagal 3.027 Ha (20,30%).

Tanah

Jenis tanah pada umumnya terdiri atas tanah mediteran, litosol, grumusol, aluvial dan renzina dengan kandungan bahan-bahan organik yang rendah, sehingga sebagian be-

sar merupakan daerah yang peka sampai dengan sangat peka terhadap erosi. Pada lapisan atas tanah tingkat kejenuhan basanya sedang, kandungan liatnya terbatas dan pada umumnya miskin unsur hara. Dengan demikian tingkat kesuburan tanah di Kabupaten Kupang adalah sedang atau kurang subur.

Iklm

Berdasarkan tipe iklim Schmidt dan Ferguson, Kabupaten Kupang mempunyai iklim yang sangat beragam yaitu tipe iklim B seluas 50.630 Ha, D seluas 599.080 Ha, E seluas 686.700 Ha dan F seluas 80.840 Ha. Periode hujan berlangsung antara 3 - 5 bulan, yaitu antara bulan Desember - April dan musim kemarau antara 7 - 9 bulan-bulan kering.

Geologi dan Hidrologi

Secara geologis Pulau Timor terdiri atas batuan sedimen dan sedikit batuan metamorfik. Batuan sedimen tersusun dari batuliat, batupasir, napa, batugamping, koral dan konglomerat. Bahan-bahan batuan metamorfik terdiri atas filit, skis, kuarsit dan gneis.

Secara umum litologi yang terdapat di Kabupaten Kupang mulai dari sistem lahan pantai sampai dengan sistem lahan pegunungan diuraikan berikut:

- * Pada sistem lahan pantai litologi yang menyusun terutama adalah aluvium marin muda (pasir dan kerikil). Sistem lahan dataran aluvial tersusun oleh aluvium sungai-sungai muda, aluvium marin-estuarin, maupun gambut.

- * Pada sistem lahan teras, batuan penyusun utama adalah aluvium dan koral. Penyebarannya di sekitar Sekalak, Noil Kasmuti, sekitar Kualin maupun di Tanjung Nasikonis.
- * Pada sistem dataran, litologi penyusunannya terutama adalah batugamping, koral dan marl. Penyebaran di Kabupaten Kupang di sekitar Bokong dan kanan-kiri Noil Leke.
- * Pada sistem lahan perbukitan tersusun terutama oleh batugamping, koral, marl, batupasir, konglomerat dan lempung.
- * Sistem lahan pegunungan tersusun oleh batugamping, marl, serpih, tufit, serpentinit, andesit, filit, sekis, kuarsit, dan gneis.

Potensi air tanah berkaitan dengan kondisi geologis, pada litologi batugamping koral, umumnya air tanah terdapat pada zone celah, rekah dan

zone pelarutan dengan produktivitas sedang. Di beberapa tempat dijumpai ari tanah dengan produktivitas tinggi, antara lain di bagian timur Kupang, selatan Kupang dan barat Kupang.

Sosial Ekonomi

Jumlah Penduduk di Kabupaten Kupang adalah 548.848 jiwa, dengan laju pertumbuhan penduduk 2,64%. Kepadatan penduduk sekitar 73,18 jiwa per KM² dengan penyebaran yang tidak merata. Kondisi sosial ekonomi masyarakat terutama pendidikan dan pendapatan per kapita relatif rendah. Mata pencaharian penduduk pada umumnya disektor pertanian dan masih memiliki budaya perladangan berpindah dengan sistem tebas bakar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kunci Interpretasi

Hasil interpretasi citra Landsat TM band 5 4 2 (RGB) didapat kunci interpretasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kunci Interpretasi Citra Landsat

No.	Liputan Lahan	Kenampakan pada Citra
1	2	3
1.	Hutan Primer	Berwarna hijau gelap (hijau tua), dengan keragaman yang cukup homogen. Keadaan ini merupakan refleksi dari penutupan tajuk pohon/tegakan yang rapat. Hutan primer ini dijumpai pada Hutan Lindung Wisata dan Cagar Alam.
2.	Hutan Sekunder	Berwarna hijau muda/lebih cerah, sebab penutupan tajuk yang lebih jarang. Luas hutan sekunder ini lebih besar dibanding hutan primer.

1	2	3
3. Semak/Belukar		Berwarna hijau muda agak kekuning-kuningan dan mempunyai pola tidak teratur. Semak belukar ini terdiri atas vegetasi yang tumbuh pada lahan-lahan yang sudah pernah dibuka, didominasi oleh tanaman perdu.
4. Tanaman Reboisasi		Berwarna hijau terang, lebih cerah dari hutan sekunder. Hal ini disebabkan karena umur tanaman reboisasi relatif lebih masih muda dan tajuk belum rapat serta masih dipengaruhi refleksi lantai hutan. Pada umumnya tanaman muda (umur 1 - 3 tahun) bercampur dengan semak belukar. Keadaan semak belukar cenderung lebih tinggi dari tanaman reboisasi, sehingga sering ditafsirkan sebagai semak belukar.
5. Alang-alang/Rumput Savana		Berwarna kuning terang dengan pola penyebaran yang tidak teratur. kondisi alang2/rumput savana pada musim kemarau berubah menjadi lahan terbuka/berbatu karena alang-alang/rumput savana mati dan berubah menjadi lahan terbuka/berbatu sehingga kenampakan pada citra berwarna kuning kemerahan.
6. Lahan Terbuka		Tampak berwarna kuning kemerahan
7. Pemukiman		Berwarna merah muda tua dan bercak putih dan hijau muda. Hal ini dipengaruhi oleh tanaman disekitarnya dan lahan terbuka. Karena faktor skala pemukiman ini diagregasi pada klas yang lain yang lebih dominan.
8. Tubuh air		Berwarna hitam, hal ini karena sifat air yang mempunyai refleksi rendah pada semua band.
9. Lahan Tegalan		Berwarna hijau terang lebih terang dibanding tanaman reboisasi. Umumnya sistem penanaman yang dipakai adalah tumpangsari sehingga areal reboisasi penanaman baru bercampur dan didominasi oleh tanaman pertanian, keadaan ini bersifat sementara.
10. Sawah		Sawah yang ditanami, berwarna kuning kehijauan dengan pola yang khas. Sawah yang kering, tampak berwarna kuning kemerahan sebagai refleksi dari rumput dan tanah.

Berdasarkan hasil analisis SIG, perubahan penggunaan lahan yang terjadi antara tahun 1990 hingga 1995

dengan pendekatan liputan lahannya disajikan pada Tabel 2 dan penyebaran disajikan pada Lampiran Peta.

Tabel 2. Perubahan Penggunaan Lahan di Kabupaten Kupang Periode 1990 - 1995

No.	Penggunaan Lahan	Perubahan								
		Tahun 1990		Tahun 1995		Penambahan		Pengurangan		
		Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Hutan	222,214.63	30.28	258,174.06	35,18	35,959.43	4.86			
2	Lahan									
3	Tegalan	67,075.35	9.14	69,937.43	0.53	2,862.08	0.39			
4	Lahan									
	Terbuka	57,168.16	7.79	49,902.89	6.80	-	-	7,265.27	0.00	
5	Lain2	15,044.25	2.05	14,383.72	1.96	-	-	660.53	0.09	
6	Pemukiman	70,157.60	9.56	92,246.96	12.57	22,089.36	3.01	-	-	
7	Rumput									
	Alang-alang	80,286.90	10.94	98,631.60	13.44	18,344.70	2.50	-	-	
8	Sawah	22,162.75	3.02	28,694.16	3.91	6,531.41	0.89	-	-	
9	Semak									
	Belukar	189,851.13	25.87	111,987.95	15.26	-	-	77,861.18	10.57	
	Tubuh air	9,907.20	1.35	9,907.20	1,35	-	-	-	-	
	JUMLAH	733,870.97	100	733,870,97	100	85,786.98	11,65	85,786.98	11,65	

Berdasarkan Tabel 2 di atas diketahui bahwa selama period 5 tahun terjadi pengurangan luas lahan terbuka sekitar 7,265.27 Ha (0,99 %), dan penambahan luas areal berhutan sekitar 35,959.43 Ha (4.86 %). Bertambahnya luas areal berhutan dan berkurangnya lahan terbuka merupakan indikator bahwa keberhasilan kegiatan reboisasi.

Kegiatan Reboisasi dan Pengaruhnya Terhadap Penurunan Erosi

Kondisi fisik Kabupaten Kupang yang kering, pada umumnya keadaan lahannya mempunyai tingkat kerapat-

an tanaman (tutupan lahan) yang relatif rendah. Oleh sebab itu dalam penilaian keberhasilan reboisasi maka prosentase tingkat tutupan lahan (ditafsirkan dari Landsat), diadakan modifikasi. Areal reboisasi yang berhasil adalah lahan yang mempunyai perbandingan tutup vegetasi belukar/hutan muda di atas 60% terhadap lahan terbuka atau rumput. Berdasarkan hasil penafsiran citra landsat dapat dilihat keberhasilan kegiatan reboisasi seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kondisi Liputan Lahan di Beberapa Lokasi Reboisasi di Kabupaten Kupang

No.	Lokasi	Luas	Tahun	Jarak (M2)	Liputan Lahan Sekarang			Keberhasilan (%)
					Rumput	Tegalan	Hutan Muda	
1	Camplong II/ Fatuleu (HP)	100	1990	3 x 3	5,00	6,20	88,80	99,8
2	Oelnanineno/ Fatuleu (HP)	200	1990	3 x 3	30,40	41,00	128,60	64,3
3	Kaerane/Kupang Timur (HP)	200	1990	3 x 3	140,10	30,40	29,50	Gagal
4	Fatumonas/ Amfoang Selatan (HP)	200	1991	3 x 3	25,00	34,00	137,40	68,7
5	Fatumonas/ Amfoang Selatan (HP)	100	1992	3 x 4	10,60	22,00	67,40	67,4
6	Oenuntono/ Kupang Timur (HL)	200	1992	3 x 4	21,20	60,00	138,80	69,4
7	Sillu/Fatuleu (HPT)	150	1992	3 x 4	25,20	23,30	102,50	68,3
8	Oelpua/Kupang Tengah (HL)	100	1992	3 x 4	11,80	20,00	69,2	69,2
9	Nonbes/Amarasi (HPT)	100	1991	3 x 4	11,53	20,00	69,47	69,5
10	Bikoen/ Amarasi (HL)	100	1995	3 x 4	21,00	10,30	68,70	68,7
Jumlah/Rata2							634,30	70,47
Statistik Keberhasilan Reboisasi		Rata-rata Keberhasilan		Simpangan baku		Kesalahan Penarikan Contoh		
		70,47		7,05		19,50 %		

Sumber: Hasil Analisis Citra Landsat TM Tahun 1990 dan 1995

Berdasarkan luas lahan yang telah dilakukan kegiatan reboisasi dan kondisinya saat ini yang telah menjadi belukar/hutan muda, maka dapat dihitung keberhasilannya, yang merupakan perbandingan luas hutan muda (semak belukar) terhadap luas areal reboisasi. Nilai dugaan keberhasilan

luar areal yang telah direboisasi pada selang kepercayaan 95 % berkisar antara 56,73 % hingga 84,22 %, dengan kesalahan penarikan contoh sebesar 19,50%.

Selanjutnya para areal reboisasi yang berhasil tersebut, dinilai keberhasilan/persen tumbuh tanaman ter-

utama pada tanaman muda. Mengingat areal reboisasi yang luas, maka penilaian keberhasilan tanaman reboisasi dilakukan secara uji petik terhadap "Hasil Evaluasi Bantuan Reboi-

sasi di Cabang Dinas Kehutanan Kupang" (SK Kepala Dinas Kehutanan Propinsi Dati I NTT, No. DK 522-7/143/II- 95. Hasil pengolahan data disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Keberhasilan Tanaman Reboisasi pada Beberapa Lokasi di Kabupaten Kupang

No.	Lokasi	Tahun Tanaman	Luas (Ha)	Persen Tumbuh	Kerapatan (Btg/Ha)	Keterangan
1	2	3	4	5	6	7
1	Bikoen/Amarasi	1995	100	73 %	811	Gmelina, Mahoni, Johar
2	Pitana/Fatuleu	1995	100	75,5 %	839	Gmelina, Mahoni, Johar
3	Binafun/ Amfoan Selatan	1995	100	74 %	822	Gmelina, Mahoni, Johar
4	Nunme/Fatuleu	1994	206	87 %	966	Gmelina, Mahoni, Johar
5	Nuabenak/ Amfoang Selatan	1993	100	81 %	675	Gmelina, Mahoni, Johar
6	Masiam/ Amfoang Selatan	1993	200	86 %	716	Gmelina, Mahoni, Johar
7	Oeusapi/ Kupang Timur		100	85 %	708	Gmelina, Mahoni, Johar
8	Biomahu/ Kupang Timur		100	82 %	683	Gmelina, Mahoni, Johar
9	Nefosmeni/ Kupang Tengah		100	84 %	700	Gmelina, Mahoni, Johar
Statistik Persen Tumbuh Tanaman		Rata-rata 80,83%		Simpangan baku 5,36		Kesalahan Penarikan Contoh 12,92 %

Sumber: Hasil Pengamatan dan Perhitungan

Berdasarkan data pada Tabel 4, menunjukkan bahwa keberhasilan tanaman reboisasi yang ditunjukkan oleh persen tumbuhan tanaman pada selang kepercayaan 95% berkisar antara 70,38% hingga 91,28%, dengan kesalahan penarikan contoh sebesar 12,92%.

Kondisi tanaman reboisasi yang baru ditanam sampai umur 3 tahun pada umumnya relatif terawat, sebab sistem penanaman pada areal reboisasi pada umumnya dilakukan dengan sistem tumpangsari. Kegagalan tanaman reboisasi pada tahap ini biasanya disebabkan oleh binatang ternak

dan kebakaran yang kerap kali terjadi terutama pada musim kemarau, sebagai dampak dari kegiatan penyiapan lahan untuk berladang dengan sistem tebas bakar.

Meskipun secara umum keberhasilan tanaman adalah baik, namun demikian pada masing-masing areal reboisasi tersebut terdapat variasi/perbedaan yang sangat mencolok dalam hal pertumbuhan tanaman (tinggi dan diameter pohon). Hal ini dikarenakan pertumbuhan tanaman tidak normal, tetapi belum/tidak sampai menyebabkan kematian tumbuhan. Terjadinya pertumbuhan yang tidak normal, menyebabkan persaingan hidup yang ketat, dimana pohon-pohon yang tumbuh kurang baik akan

tertekan dan lambat laun pohon-pohon tersebut mati. Kondisi ini terlihat jelas pada keberhasilan tanaman reboisasi pada tanaman yang berumur lebih dari 3 tahun mengalami penurunan (rata-rata keberhasilan menjadi 65 - 70 %), dimana persaingan semakin ketat yang disebabkan tidak ada kegiatan pemeliharaan lanjutan secara intensif, karena areal sudah diserahkan oleh penggarap (sistem penanaman tumpangsari).

Kegiatan reboisasi tersebut akan menyebabkan penurunan tingkat erosi dan mencapai target dengan metode inderosi. Besar inderosi sebelum kegiatan reboisasi dan menurut rancangan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Inderosi Sebelum dan Sesuai Rancangan

Uraian	Sebelum Reboisasi	Sesuai Rancangan	
		Hutan belukar	Hutan belukar
Bentuk Penggunaan Lahan	Alang-alang & Tanah Kosong	Hutan belukar	Hutan belukar
Curah Hujan (%)	100	100	100
Nilai Faktor C	0,51	0,21	0,26
Nilai Faktor P	1	0,35	0,35
Nilai Indoerosi	51 %	7,35 %	9,10 %

Dari Tabel 5, besarnya nilai inderosi pada daerah penelitian sebelum dilakukan kegiatan reboisasi adalah 51 %, dan dengan dilaksanakan kegiatan reboisasi diharapkan menjadi 7,35 % untuk penanaman dengan jarak 3 M x 4 M dan untuk penanam-

an dengan jarak tanaman 3 M x 3 M adalah sebesar 9,10 %.

Sedangkan hasil pengamatan lapangan, didapat hasil perhitungan nilai inderosi sesuai kenyataan di lapangan seperti disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Inderosi Sesuai dengan Kenyataan di Lapangan

Uraian	Lokasi Pengamatan								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Jumlah Batang per Hektar	811	839	822	966	675	716	708	683	700
Curah Hujan (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	
Nilai Faktor C	0.192	0.182	0.188	0.128	0.239	0.225	0.227	0.236	0.230
Nilai Faktor P.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Nilai Indoerosi	15.36	14.56	15.04	10.24	19.12	18.00	18.16	18.88	18.40
Statistik Inderosi	Rata-rata 16.42			Simpangan Baku 2,90			Kesalahan Penarikan Contoh = 34,43 %		

Keterangan:

A = Bikoen B = Pitana C = Binafun D = Nuanbenak E = Binafun
 F = Masiam G = Oeusapi H = Biomahu I = Nefosmeni J = Rata-rata

Besar nilai inderosi yang terjadi pada lokasi penelitian berkisar diduga berkisar 10,77 % hingga 22,07 %, (untuk selang kepercayaan 95%, dengan kesalahan penarikan contoh sebesar 34,43 %. Dari Tabel 7, menunjukkan bahwa kegiatan reboisasi yang dilakukan ditinjau dari perbaikan mutu lingkungan mampu menekan tingkat erosi berkisar 70,38 % hingga 91,28%,

(hasil pendugaan pada selang kepercayaan 95, dengan kesalahan penarikan contoh sebesar 16,33 %. Dengan demikian kegiatan reboisasi tergolong berhasil.

Selanjutnya berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5 dan Tabel 6 dapat dihitung pencapaian target dan penurunan tingkat erosi seperti disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pencapaian Target (PT) dan Penurunan Tingkat Erosi (PE) di Areal Reboisasi

Uraian	Lokasi Pengamatan								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Nilai Inderosi									
- Sebelum Reboisasi	51	51	51	51	51	51	51	51	51
- Sesuai Rancangan	7,35	7,35	7,35	7,35	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10
- Kenyataan Lapangan	15.36	14.56	15.04	10.24	19.12	18.00	18.16	18.88	18.4
Pencapaian Target (PT%=%	69.33	71.45	70.51	79.92	62.51	64.71	64.39	62.98	63.92
Penurunan Erosi (PE=%)	81.65	93.48	82.38	93.38	76.08	78.76	78.38	76.66	77.80
Statistik Pencapaian Target Rata-rata	Simpangan Baku			Kesalahan Penarikan					
80.95 5,33	Contoh = 12,83 %			1					
Statistik Penurunan Erosi Rata-rata	Simpangan Baku			Kesalahan Penarikan					
67,74 11,06	Contoh = 16,33 %								

Sedangkan ditinjau dari pencapaian target berkisar 70,38 % hingga 91,28 %, (hasil pendugaan pada selang kepercayaan 95 %, dengan kesalahan penarikan contoh sebesar 16,33%, artinya hasil kegiatan reboisasi mencapai tingkat penurunan erosi berkisar 70,38% hingga 91,28 %, dari tingkat penurunan erosi yang harus dicapai.

Hasil Pengujian Persamaan Inderosi

Berdasarkan hasil pengolahan data untuk menduga besar nilai inderosi, diperoleh persamaan:

$I = 0.000002 + 80 C - 0.000004 T$ (dengan R^2 sebesar 100 %).

dimana faktor perlakuan konservasi (P) dan Curah Hujan (R) dikeluarkan sebagai variabel bebas yang berpengaruh karena mempunyai nilai yang sama (dianggap sebagai konstanta), sebab jenis vegetasi yang ditanam merupakan jenis tanaman keras (bukan tanaman semusim). Model persamaan perubahan inderosi ini *dipengaruhi* oleh variabel pengelolaan tanaman (C) dan keberhasilan tanaman (T), hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 100%, artinya model persamaan tersebut dapat dipakai. Kedua variabel berdasarkan

nilai koefisien regresi merupakan variabel yang menentukan besarnya nilai inderosi.

KESIMPULAN

1. Pemanfaatan teknologi inderaja dan SIG untuk monitoring reboisasi dapat mempermudah pelaksanaan kegiatan, karena lebih cepat dan akurat serta efisien.
2. Secara umum berdasarkan overlay analisis tutupan lahan dua periode waktu dari citra Landsat keberhasilan luas areal reboisasi pada selang kepercayaan 95 % berkisar antara 56,73 % hingga 84,22 %, sedangkan keberhasilan pertumbuhan tanamannya berkisar antara 70,38 % hingga 91,28%.
3. Kegiatan reboisasi yang dilakukan mampu memperbaiki mutu lingkungan, dengan menekan tingkat erosi berkisar 70,38 % hingga 91,28 %, dan pencapaian target berkisar 70,38 % hingga 91,28 %, (hasil pendugaan pada selang kepercayaan 95%).
4. Model persamaan untuk menghitung nilai inderosi : $I = 0.000002 + 80 C - 0.000004 T$ (dengan R^2 sebesar 100 %).

DAFTAR PUSTAKA

- Bakosurtanal, 1993, *Pedoman Umum dan Petunjuk Pelaksanaan Penyusunan Neraca Sumberdaya Alam Spasial*. Dok. No. 29/1994. ISSN No. : 0126 - 4982.
- Bakosurtanal, 1995, *Penelitian dan Pengkajian Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemantauan Reboisasi dan Penghijauan di Kalimantan Timur*. Dok. No. : 011/1995. ISSN No. : 0126 - 4982.

- Departemen Kehutanan, 1983, *Konservasi Tanah Dalam Rangka Rehabilitasi Lahan*. Jakarta.
- Departemen Kehutanan, 1993, *Pokok-Pokok Pikiran Pembangunan Kehutanan Bidang Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan Pada Pelita VI*. Jakarta.
- Departemen Kehutanan, Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. 1995. *Petunjuk Pelaksanaan Penilaian Tanaman Rehabilitasi Hutan*. Jakarta.
- Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Direktorat Jenderal Kehutanan dan Lembaga Ekologi Unpad Bandung. 1981. *Pengembangan Teknik Identifikasi Tanah Kritis dan Teknik Evaluasi Hasil Reboisasi dan Penghijauan Dengan Citra Landsat*.
- Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Direktorat Jenderal Kehutanan. 1981. *Reboisasi dan Penghijauan Dalam Rangka Rehabilitasi Tanah Kritis*. Jakarta.
- Kusuma Seta Ananto, Ir. 1987. *Konservasi Sumberdaya Tanah dan Air*. Kalam Mulia. Jakarta.
- Oldeman L.R. et al. 1980. *The Agroclimatic Maps of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya and Bali, West & East Nusa Tenggara, Central Research Institute For Agriculture*. Bogor - Indonesia.
- Suharta N, dkk, 1994. *Klasifikasi dan Sifat-sifat Tanah di Propinsi Nusa Tenggara Timur dan Timor Timur*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Suwardjo, H, dkk. 1994. *Penyebaran Lahan Kritis dan Teknologi Penanggulangannya di Kawasan Timur Indonesia*. Pusat Penelitian Tanah dan Argoklimat.

Lampiran 1.

Hasil Pengolahan Data Untuk Menduga Model Persamaan Inderosi di Kabupaten Kupang

The regression equation is

$$C1 = 0.000002 + 80,0 C2 - 0.000004 C3$$

$$I = 0.000002 + 80,0 C - 0.000004 T$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.00000225	0.00000000	*	*
C	80.0000	0.0000	*	*
T	-0.000000407	0.0000	*	*

s = 0 R-sq = 100.00% R-sq(adj) = 100.00%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	67.466	33.7337	*	*
Error	6	0.0000	0.0000		
Total	8	67.4666			

SOURCE	DF	SEQ SS
C	1	67.466
T	1	0.000

DINAMIKA PROSES GEOMORFOLOGI PANTAI UTARA JAWA ANTARA SUNGAI CISANGGARUNG DAN SUNGAI PEMALI KABUPATEN BREBES JAWA TENGAH

Oleh: Kuswaji Dwi Priyono

ABSTRAK

This research was carried out in the Coastal Area of North Java, District Brebes, Central Java, it aims at finding the mechanism of factor that influence the dynamics of coastal geomorphological process and the disribution of the dynamics of the geomorphological process.

The primary data consists of coastal forms, coastal building/human activity, sea current, and distribution of the coastal sediment were collected by field observation and measurement. The secondary data consists of the climate, wave, bathimetry, tide, and regional sea current were collected from the related institutions. The technique of data analysis includes Beaufort Scale is employed to find out the characteristics of wind and wave. The laboratory analysis is used to find out the distribution of the coastal sediment. The discriptive analysis is used to describe the sea current, tide, bathimetry, and human activity.

The outcome of this research indicates that Mousoon wind making waves and longshore currents can transport sediments which come from Cisanggarung and Pemali river. The small range tide (95 cm), the fine coastal sediment (clay), the shallow bathimetry (0-5 m), and human activity (building coastal pond) to provoke the dynamical changing of coastline. The dynamics of the geomorphological process from 1944 to 1964 indicates that the coastal area progressed dynamically; from 1964 - 1997 indicates that the some coastlines (location 1, 4, 5 and 6) progressed, some coastlines (location 2, 3, 7 and 8) regressed, and some coastlines (between location 3 to 4 and location 6 to 7) were relatively stable.

Key word : The dynamics of coastal geomorphological process, the distribution of the dynamics of the geomorphological process.

INTISARI

Penelitian yang dilakukan di Pantai Utara Jawa, Kabupaten Brebes Jawa Tengah ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme kerja faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika proses geomorfologi pantai dan sebaran dinamika proses geomorfologi tersebut.

Data primer meliputi bentuk-bentuk pantai, bangunan pantai/aktivitas manusia, arus laut, dan sebaran ukuran sedimen pantai yang diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran lapangan. Data sekunder terdiri atas iklim, gelombang, angin, bathimetri, pasang surut, dan arus regional yang diperoleh dari

instansi terkait. Teknik analisis data meliputi analisis Skala Beaufort, analisis laboratorium, dan analisis deskripsi. Analisis Skala Beaufort digunakan untuk mengetahui tipe angin dan gelombang. Analisis laboratorium untuk mengetahui sebaran ukuran butir sedimen pantai. Analisis deskripsi digunakan untuk menerangkan keadaan arus laut, pasang surut, bathimetri, dan aktivitas manusia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa angin muson yang membangkitkan gelombang dan arus susur pantai mampu mengangkut sedimen yang berasal dari Sungai Cisanggarung dan Sungai Pemali. Julat pasang surut yang kecil (95 cm), sedimen pantai yang halus (lempung), keadaan bathimetri yang dangkal (0-5 m), dan aktivitas manusia (pembuatan tanggul tambak), memacu perubahan garis pantai yang dinamis. Dinamika proses geomorfologi th. 1944-1964 menunjukkan bahwa wilayah pantai secara dinamis bertambah maju; pada th. 1964 - 1997 ada yang terus maju (lokasi 1, 4, 5 dan 6), ada yang mundur (lokasi 2, 3, 7, dan 8), dan ada yang relatif tetap (antara lokasi 3-4 dan lokasi 6-7).

Kata kunci : Dinamika proses geomorfologi, sebaran dinamika proses geomorfologi.

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang di dunia, memiliki jumlah pulau sekitar 17.508 buah dengan garis pantai sepanjang sekitar 81.791 km (Anonim, 1995). Wilayah pantai di Kepulauan Indonesia mempunyai karakteristik yang sangat beraneka ragam. Atas dasar genesisnya, wilayah pantai dapat dibedakan menjadi satuan bentanglahan seperti: ratahan pasang surut (*tidal flat*), gisik (*beach*), beting gisik (*beach ridge*), ratahan lumpur (*mud flat*), lereng terjal di laut (*sea cliff*), gumuk pasir (*sand dunes*), teras marin, dan delta.

Permasalahan yang terjadi di wilayah pantai pada umumnya disebabkan ketidaksesuaian antara peruntukan yang direncanakan dengan karakteristik pantainya. Masalah yang sering dijumpai di wilayah pantai antara lain : erosi pantai yang menim-

bulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya, pendangkalan pantai dekat muara sungai akibat sedimentasi, penebangan hutan bakau untuk dijadikan lahan pertanian atau tambak yang tidak mempertimbangkan masalah konservasi dan keseimbangan lingkungan hidup, polusi yang ditimbulkan oleh limbah perkotaan, serta pencemaran akibat intrusi air laut.

Masalah-masalah yang dijumpai di wilayah pantai secara umum tersebut juga terjadi di daerah penelitian, yaitu wilayah Pantai Utara Jawa antara Sungai Cisanggarung dan Sungai Pemali Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Daerah penelitian kurang lebih sepanjang 30 km, merupakan bagian dataran pantai yang terjadi karena pengendapan material halus yang dibawa oleh aliran sungai secara langsung atau setelah kerja ulang gelombang dan arus laut. Dataran pantai di pantai utara Jawa banyak terbentuk delta oleh sungai-sungai besar, seperti:

Cipunegara, Cimanuk, Bengkares, Sanggarung, Pemali, Comal, Bodri, dan Bengawan Solo yang bentuknya mengalami perkembangan maju yang sangat cepat sejak dekade 1940-an (Iso, 1964). Hal tersebut secara tidak langsung disebabkan oleh penambahan jumlah penduduk yang menempati kawasan perbukitan dan pegunungan di bagian hulu serta pengalihan fungsi lahan hutan menjadi tegalan. Secara aktual, pantai di antara kedua sungai tersebut menunjukkan adanya proses geomorfologis yang dinamis berupa aktivitas erosi dan sedimentasi.

Dinamika proses geomorfologi tersebut sebagai akibat adanya kombinasi berbagai tenaga geomorfik yang bekerja di wilayah pantai, seperti: gelombang, arus, pasang surut, dan gerakan sedimen. Tenaga geomorfik di atas bersama-sama menciptakan pola-pola gerakan air di dekat pantai (*near shore zone*) yang mampu mempengaruhi pengikisan pantai, menyapu topografi dasar laut, mengangkut endapan pantai dan kemudian mengendapkan dalam pola-pola deposisi yang terjadi di pantai (Bird, 1970). Mekanisme kerja faktor-faktor fisik tersebut menyebabkan di beberapa area mengalami kerusakan akibat erosi dan di area lainnya mengalami sedimentasi dengan intensitas yang berbeda-beda. Kerusakan akibat erosi pantai tersebut berupa hancurnya puluhan hingga ratusan petak lahan tambak, sedangkan adanya sedimentasi diperlukan upaya pembuatan saluran-saluran baru sebagai pen-suplai air asin bagi kebutuhan tambak

dan pengatur bagi air buangan dari darat.

Berdasarkan latar belakang kondisi wilayah pantai tersebut, maka dapat dirumuskan masalah-masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana mekanisme kerja faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika proses geomorfologi tersebut?
2. Bagaimana persebaran dinamika proses geomorfologi tersebut?

TUJUAN DAN FAEDAH PENELITIAN

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengungkapkan perilaku/dinamika proses geomorfologi pantai di pantai utara Jawa antara Sungai Cisanggarung dan Sungai Pemali, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Dari tujuan umum tersebut dapat dirinci lagi menjadi tujuan khusus sebagai berikut:

1. Mengetahui mekanisme kerja atau perilaku faktor angin, gelombang, arus, pasang surut, gerakan sedimentasi, dan pengaruh aktifitas manusia menyebabkan dinamika proses erosi dan sedimentasi yang terjadi.
2. Pemetaan sebaran dinamika proses geomorfologis daerah penelitian.

Apabila permasalahan tersebut dapat dipecahkan maka manfaat atau faedah yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar pertimbangan mengatasi permasalahan dinamika proses geomorfologi dan menambah perbendaharaan penerap

an kajian geomorfologi dalam konservasi wilayah pantai.

LANDASAN TEORI

Proses geomorfologi pantai merupakan salah satu kajian geomorfologi pantai yang harus dipertimbangkan dalam pengelolaan wilayah pantai. Proses-proses geomorfologi di wilayah pantai berlangsung secara dinamis dan terjadi karena adanya interaksi dua proses atau lebih, diantaranya proses-proses: aerodinamik, hidrodinamik, morfodinamik, dan ekodinamik yang selanjutnya dapat menimbulkan kerusakan pantai. Proses aerodinamik (kecepatan dan arah angin) menyebabkan terjadinya gelombang dan arus laut, yang menjadi tenaga bagi berlangsungnya proses hidrodinamik. Proses hidrodinamik ini menyebabkan terjadinya erosi pantai, sedangkan proses morfodinamik menyebabkan terjadinya abrasi maupun sedimentasi. Dinamika proses geomorfologi sangat bervariasi karena adanya perbedaan sejumlah faktor lingkungan pantai.

Kerusakan pantai biasanya ditunjukkan oleh adanya perubahan garis pantai yang mempunyai tendensi untuk berlanjut atau terus menerus atau dinamis. Kerusakan yang terjadi pada pantai yang berpasir atau material lunak, berupa pengurangan daerah pantai atau erosi pantai dan sedimentasi atau pendangkalan muara sungai. Dinamika proses erosi dan sedimentasi tersebut merupakan hasil interaksi antara angin, gelombang, arus, pasang surut, material sedimen, bathimetri, dan pengaruh aktifitas manu-

sia, seperti konstruksi; jetti, groin, dan pemecah gelombang.

Angin merupakan fenomena utama pembentuk gelombang. Arah dan kecepatan angin menentukan arah dan kecepatan gerakan gelombang menuju pantai. Gelombang yang datang menuju pantai dapat menimbulkan arus pantai yang berpengaruh terhadap proses erosi dan sedimentasi di wilayah pantai. Pola arus pantai tersebut ditentukan oleh besar sudut yang dibentuk antara gelombang yang datang dengan garis pantai. Apabila sudut datang gelombang itu cukup besar, akan terbentuk arus susur pantai yang menyebabkan sedimen bergerak sepanjang pantai. Sebaliknya, jika sudut datang gelombang tersebut kecil atau gelombang yang datang sejajar pantai maka sedimen bergerak ke arah laut. Pasang surut laut mempengaruhi dinamika air di sekitar pantai, arus pasang surut yang terjadi umumnya hanya mampu mengangkut sedimen berbutir halus (lempung). Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap hari (komponen harmonik pasang surut).

Keadaan material pantai berpengaruh terhadap proses perpindahan/pengangkutan sedimen dari suatu tempat ke tempat lain (*sediment transport*). Bathimetri mencerminkan keadaan topografi dasar pantai, yang mengakibatkan terjadinya pemusatan dan pembiasan energi gelombang yang datang menuju garis pantai. Pada penggal pantai yang terjadi pemusatan energi gelombang menyebabkan proses erosi, sedangkan pembia-

san energi gelombang menyebabkan terjadinya proses deposisi/sedimentasi. Aktivitas manusia yang membuat konstruksi pada suatu penggal pantai akan menghadang aliran litoral alami di wilayah pantai, selanjutnya menyebabkan terganggunya mekanisme penyebaran material sedimen yang memicu terjadinya proses erosi dan sedimentasi. Pemahaman mekanisme kerja faktor-faktor dinamika tersebut penting untuk mengkaji sebaran proses geomorfologi pantai yang terjadi. Selanjutnya, landasan teori dari penelitian ini dapat digambarkan seperti diagram berikut (Gambar 1).

METODE PENELITIAN

1. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi nama dan sifat bahan sebagai berikut: Peta Topografi, skala 1 : 50.000 (tahun 1944, 1964, dan 1980); Citra SPOT multi spektral (1990); Citra Landsat TM (1995); Peta Geologi, skala 1 : 100.000 lembar Cirebon dan lembar Purwokerto dan Tegay; Peta tanah, skala 1 : 250.000; Peta Bathimetri, skala 1 : 200.000; Kertas tulis dan kertas gambar; Kertas grafik milimeter; dan Disket MF-2 HD.

Alat atau instrumen yang diperlukan dalam perolehan data penelitian meliputi: Thodolit Nikon (NT-2), baak, yallon dan binokuler; GPS 75 Garmin's; Stop watch, Grab sampler, Pelampung arus; dan Alat analisis laboratorium.

2. Jenis Data

Data yang dikumpulkan meliputi data primer yang diperoleh dari la-

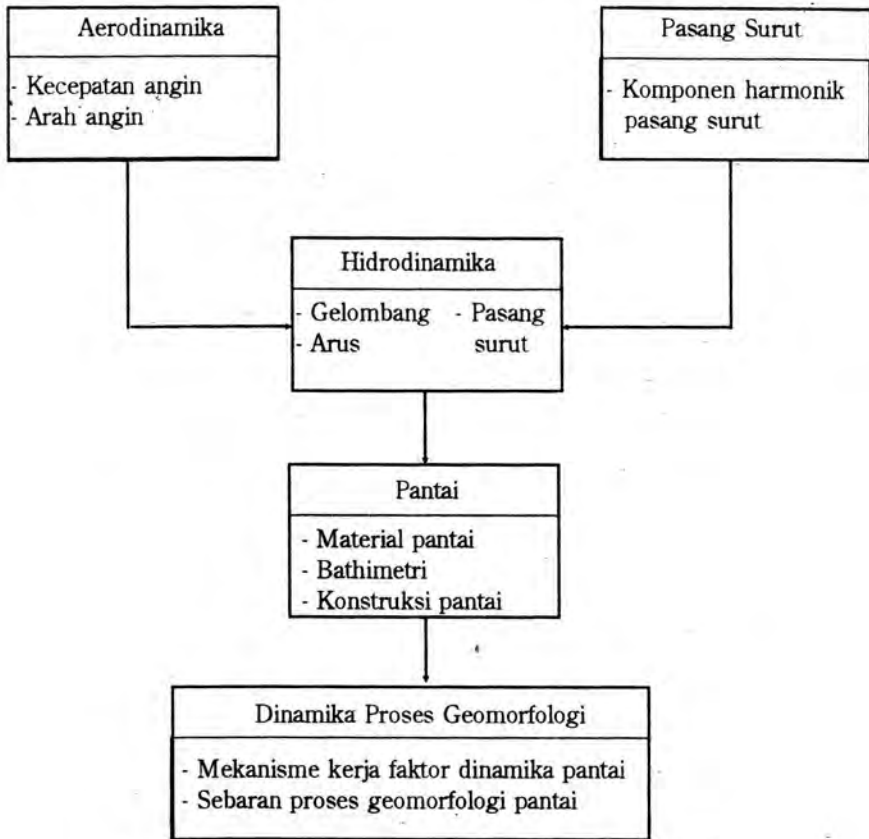
pangan dan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Data primer diperoleh dengan teknik pengambilan sampel secara purposif dengan mempertimbangkan: bentuk garis pantai, proses geomorfik yang terjadi, serta persebarannya.

Data primer yang dikumpulkan dari pengamatan dan pengukuran lapangan meliputi: bentuk pantai (lurus, cekung, cembung, teluk, ujung, atau tak teratur), proses pantai (erosi atau sedimentasi), bangunan pantai (breakwater, penguat tanggul ombak, seawall, atau dermaga), gelombang (tinggi, panjang dan periode gelombang), arus susur pantai (arah dan kecepatan arus susur pantai), dan distribusi sebaran butir sedimen dasar pantai.

Data sekunder yang dikumpulkan dari instansi terkait meliputi: iklim (suhu, curah hujan dan angin), kedalaman laut, pasang surut, dan arus laut regional.

3. Cara Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan melalui tahapan berikut: Tahap pralapangan (pengumpulan data sekunder, intepretasi geomorfologis, penentuan lokasi pengambilan sampel, penyiapan bahan dan alat survei lapangan); Tahap kerja lapangan (melaksanakan orientasi medan, pengamatan dan pengukuran variabel oceanografis, pengamatan dan pengukuran variabel geomorfologis, pengambilan sampel sedimen dasar untuk di analisis di laboratorium, pengambilan gambar/foto lapangan keadaan garis pantai); Tahap pascalapangan (anali-



Gambar 1. Diagram Landasan Teori Penelitian

sis sampel sedimen, pengolahan data, penggambaran peta sebaran dinamika proses geomorfologi pantai, analisis hasil penelitian, dan penyusunan penulisan akhir tesis.

Teknik pengolahan data ini meliputi: analisis Skala Beaufort (untuk mengetahui sifat angin dan sifat gelombang), analisis data pengukuran arus, analisis data pasang surut, analisis sebaran butir sedimen, analisis peta bathimetri, dan analisis aktivitas manusia.

KONDISI GEOGRAFIS DAERAH PENELITIAN

Daerah penelitian secara astronomis terletak di antara $108^{\circ} 49'$ BT dan $109^{\circ} 03'$ BT, serta di antara $6^{\circ} 45'$ LS dan $6^{\circ} 52'$ LS. Ditinjau dari letak geografis, daerah penelitian ini mencakup wilayah pantai utara Jawa di Kabupaten Brebes Jawa Tengah sepanjang sekitar 30 km. Berdasarkan data curah hujan dan suhu udara re-creta, mempunyai curah hujan rata tahunan sebesar 1819,4 mm dan suhu rerata sebesar $26,96^{\circ}$ C, menurut tipe

iklim Koppen termasuk tipe Am dengan tipe curah hujan dari Schmidt & Pergusson termasuk tipe C.

Ditinjau dari geologinya, termasuk daerah aluvium berumur Holosen dengan material berupa campuran lempung, debu (lanau), pasir, dan kerikil. Secara geomorfologis terdiri dari bentukan asal proses fluvial dan bentukan asal proses marine. Bentuk asal proses fluvial terdiri dari bentuklahan: dataran aluvial, dataran banjir, rawa bekalang, dan tanggul alam. Bentuk asal proses marine meliputi empat satuan bentuklahan yaitu gisik, rata-rata pasang surut, rata-rata lumpur, dan dataran aluvial pantai. Tanah di daerah penelitian terdiri dari lima macam tanah (Regosol Kelabu, Aluvial Hidromorf, Aluvial Kelabu Tua, Asosiasi Aluvial Kelabu dan Aluvial Coklat Kekelabuan, dan Latosol Coklat Tua Kemerahan). Perkembangan wilayah pantainya dipengaruhi oleh dua sungai besar (Sungai Cisanggarung dan Pemali) dan lima sungai yang relatif lebih kecil (Sungai: Tengguli, Kabuyutan, Babakan, Kluwut, dan Bangsri) yang membawa sedimen hasil proses erosi daerah hulu sungainya. Secara umum di sepanjang pantai merupakan akuifer dengan produktivitas sedang hingga tinggi, penyebaran luas dan terdapat aliran artesis. Kualitas air tanah dangkal relatif jelek hingga sangat jelek, sedangkan pada sumur dalam pada umumnya baik.

Secara umum penggunaan lahan di sepanjang pantai berupa areal tambak (aqua kultur), dengan hasil utama berupa udang windu, udang biasa, bandeng, dan rucah. Pada lahan tam-

bak dijumpai gerumbul-gerumbul pohon mangrove yang tumbuh secara alami dan hasil penghijauan. Pertumbuhan ekonominya sebesar 2,47 %, merupakan daerah dengan kelompok terendah yang berada di bawah rata-rata Propinsi Jawa Tengah. Mata pencaharian penduduk terdiri dari: petani, nelayan, pengusaha, buruh, pedagang, PNS/ABRI, dan pensiunan.

Daerah penelitian menurut Rencana Struktur Tata Ruang Propinsi (RSTRP) termasuk wilayah pantai utara paling barat. Dalam Pola Dasar Pembangunan Jawa Tengah, termasuk dalam sabuk pembangunan daerah yang berkembang dengan pesat. Potensi yang dapat dikembangkan adalah pertanian, perkebunan, industri dan perdagangan. Kondisi permukiman daerah penelitian berupa rumah permanen (32 %), semi permanen (28%), rumah kayu (12%), dan rumah bambu (28%).

DINAMIKA PROSES GEOMORFOLOGI

1. Faktor Dinamika Proses Geomorfologi

Dinamika proses geomorfologi di wilayah pantai merupakan hasil interaksi antara angin, gelombang, arus, material sedimen, bathimetri dan pengaruh aktivitas manusia. Untuk lebih memahami terjadinya dinamika proses geomorfologi pada daerah penelitian, di bawah ini dibahas terlebih dahulu tentang karakteristik setiap faktor dinamika proses geomorfologi daerah penelitian.

a. Angin dan Sifat Gelombang

Data kecepatan angin dan arah angin daerah penelitian diambil dari data klimatologi rata-rata tahunan Stasiun Meteorologi Tegal tahun 1987-1996. Data angin dikelompokkan atas

dasar kelas kecepatan dan arah angin menurut Skala Beaufort. Berdasarkan ini pula sifat gelombang dianalisis berdasarkan kecepatan angin, selanjutnya hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Angin dan Sifat Gelombang Daerah Penelitian

Bulan	Angin			Sifat Gelombang		
	Kecepatan (Km/jam)	Arah Angin	Skala Beaufort	Tinggi (m)	Panjang (m)	Periode (dt)
Januari	33,85	NW	5	0,82 - 1,52	21,64 - 33,83	4,6 - 5,7
Februari	30,53	NW	5	0,82 - 1,52	21,64 - 33,83	4,6 - 5,7
Maret	24,04	W	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
April	21,64	S	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
Mei	21,47	SW	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
Juni	22,75	S	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
Juli	23,86	SE	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
Agustus	25,15	S	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
September	24,04	S	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
Oktober	23,31	SW	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
November	22,38	SW	4	0,43 - 0,61	12,19 - 17,98	3,4 - 4,0
Desember	31,08	NW	5	0,82 - 1,52	21,64 - 33,83	4,6 - 5,7

Sumber: Analisa Data Klimatologi Rata-rata Tahunan Stasiun Meteorologi Tegal Tahun 1987-1996.

Dari Tabel 1 tersebut dapat diketahui bahwa dinamika angin pada musim barat (Desember - Februari) kekuatan tiupan angin termasuk kelas agak kuat (kecepatan 30,53-33,85 km/jam) dengan arah dominan dari barat laut (NW). Pada musim peralihan barat-timur (Maret-Mei) kekuatan angin termasuk kelas sedang (kecepatan 21,47-25,15 km/jam) dengan arah dominan dari selatan. Sedangkan pada musim timur (Juni-Agustus) kekuatan angin termasuk kelas sedang (kecepatan 21,47-25,15 km/jam) dengan arah dominan dari selatan. Sedangkan pada musim peralihan timur-barat (September-Desember) kekuatan angin termasuk sedang (kecepatan

22,38-24,04 km/jam) dengan arah dominan dari barat daya.

Dari Tabel 1 tersebut dapat diketahui pula bahwa dari bulan Maret hingga Desember ini sifat gelombang laut di perairan pantai daerah penelitian masih termasuk gelombang yang kecil. Sedangkan pada bulan Desember hingga Februari, tiupan angin termasuk agak kuat sehingga terjadi gelombang sedang. Pada bulan Maret hingga Desember tersebut tinggi gelombang berkisar 0,43-0,61 m, panjang gelombang 12,19-17,98 m, dan periode gelombang sekitar 3,4-4,0 dt. Sementara itu, pada bulan Desember hingga Februari mempunyai tinggi gelombang sekitar 0,82-1,52 m, pan-

Februari mempunyai tinggi gelombang sekitar 0,82-1,52 m, panjang gelombang 21,64- 33,83 m, dan periode gelombang sekitar 4,6-5,7 dt. Kaitannya dengan arah angin di atas, pada musim barat dengan barat angin dari barat laut terjadi gelombang tertinggi di daerah penelitian.

b. Arus Laut

Arah arus laut yang terjadi di Laut Jawa dipengaruhi oleh angin musim yang sedang berlangsung. Pada musim barat (angin barat) ditandai adanya gerakan arus dari arah utara melalui Laut Cina Selatan, Laut Jawa dan Laut Flores. Sedang pada waktu musim timur (angin timur) terjadi gerakan sebaliknya dengan kecepatan berkisar 12 cm/dt. Daerah penelitian yang dibatasi dua muara sungai besar yang menjorok ke tengah laut mempunyai pengaruh yang besar terhadap pola arus sejajar pantai yang bergerak di sepanjang pantai. Hal ini akan menyebabkan perbedaan intensitas dinamika proses geomorfologi yang berlangsung pada pantai tersebut. Fenomena tersebut dilihat dari adanya penggal pantai yang terus menerus bertambah maju karena sedimentasi atau erosi sesaat pada suatu musim tertentu, dan ada yang selalu dalam keadaan kesetimbangan.

c. Pasang Surut

Karakteristik pasang surut di daerah penelitian ini diketahui dari data hasil pengukuran Astjario dkk., 1989 selama 15 piantan (selama 24

jam) yang dilakukan di Pantai Tegal. Menurut hasil pengukuran Astjario dkk. (1989) menunjukkan bahwa julat pasut (*tidal range*) di daerah tersebut sebesar 95 cm. Hasil penghitungan Indeks Formzal (F) menunjukkan tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide, predominantly diurnal*). Hal ini berarti bahwa daerah penelitian dalam waktu 24 jam pada umumnya terjadi satu kali pasang tinggi dan satu kali pasang rendah. Berdasarkan jangkauan (*range*) pasang maksimum (*spring tide*) sebesar 95 cm daerah penelitian termasuk klas *microtide*, berarti memiliki jangkauan pasang surut yang kecil. Jangkauan pasang surut yang kecil tersebut memungkinkan berkembangnya proses sedimentasi yang dinamis di daerah penelitian.

d. Distribusi Sedimen Pantai

Pengukuran diameter sedimen dilakukan pada 8 lokasi di sepanjang pantai, mulai dari sisi barat daerah penelitian di Ujung Cisanggarung hingga sisi timur Jongor Nippon di dekat muara Sungai Pemali. Hasil pengukuran diameter sedimen di laboratorium kemudian dibuat grafik frekuensi kumulatif butir sedimen untuk menentukan harga persentil butiran sedimen pantai. Hasil plotting diperoleh harga persentil butiran sedimen pantai yang disajikan dalam Tabel 2. Nilai persentil tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai statistik butiran sedimen, hasilnya disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Persentil Butiran Sedimen Pantai

No.	Lokasi Sampel	ϕ_{95}	ϕ_{84}	ϕ_{75}	ϕ_{50}	ϕ_{25}	$1\phi_6$	ϕ_5
1.	Ujung Cisanggarung	5,40	2,90	2,70	2,45	2,20	2,05	1,40
2.	Karangdempel	8,85	7,60	6,60	3,85	2,95	2,85	2,10
3.	Pangaradan	9,35	9,10	8,90	7,55	5,20	3,95	3,50
4.	Bulakamba	9,50	9,35	9,25	8,80	8,06	7,25	5,80
5.	Kluwut	9,25	8,85	8,70	7,40	5,15	4,65	3,80
6.	Pulolampes	9,25	8,75	8,60	5,55	4,50	4,36	4,20
7.	Sawojajar	9,85	9,40	9,25	7,35	5,00	4,55	4,20
8.	Jongor Nippon	8,85	5,25	4,40	3,55	2,85	1,80	1,35

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Butiran Sedimen Pantai

No.	Lokasi Sampel	M_z	S_d	K_g	S_k
1.	Ujung Cisanggarung	2,47	0,82	3,28	0,52
2.	Karangdempel	4,77	2,41	0,76	0,42
3.	Pangaradan	6,87	2,23	1,08	-0,41
4.	Bulakamba	6,97	1,08	1,21	-0,55
5.	Kluwut	6,22	1,86	0,64	-0,31
6.	Pulolampes	6,22	1,86	0,50	-1,00
7.	Sawojajar	7,10	2,07	0,54	-0,13
8.	Jongor Nippon	3,53	1,99	1,97	0,20

Sumber: Hasil perhitungan data analisis besar butir di laboratorium, 1997.

Kegunaan pengukuran besar butir sedimen di atas sebagai indikasi energi proses penendapan dan lingkungan pengendapannya. Secara teori, endapan yang berukuran butir kasar akan ditemukan pada lingkungan yang mempunyai energi transport yang tinggi, yang umumnya berada dekat sumber rombakan/pemasok material sedimen tersebut. Sebaliknya endapan yang berbutir halus akan

ditemukan pada lingkungan yang mempunyai energi yang rendah, umumnya berada jauh dari sumber rombakan/pemasok material sedimen. Adapun klasifikasi nilai pemilahan, keruncingan, dan kemencengan sedimen pantai menggunakan Tabel 4. dari nilai yang tersaji pada Tabel 3. sebelumnya. Hasil klasifikasi tersebut disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 4. Klasifikasi Nilai Pemilahan, Keruncingan, dan Kemencengan.

No.	Harkat	Nilai (Skala Phi)
1	Pemilahan (Sd)	
	- Sangat baik	<0,35
	- Baik	0,35-0,50
	- Agak baik	0,50-0,70
	- Sedang	0,70-1,00
	- Jelek	1,00-2,00
	- Sangat jelek	2,00-4,00
	- Luar biasa jelek	>4,00
	Kemencengan (Sk)	
	- Sangat negatif	-1,0 - -0,3
2	- Negatif	-0,3 - -0,1
	- Simetris	-0,1 - 0,1
	- Positif	0,1 - 0,3
	- Sangat positif	0,3 - 1,0
	Keruncingan (Kg)	
	- Sangat datar	<0,67
	- Datar	0,90-1,11
	- Normal	1,11-1,50
	- Runcing	1,50-3,00
	3	- Sangat runcing
- Luar biasa runcing		

Sumber: Briggs, 1977

Tabel 5. Kelas Parameter Ukuran Butir

No.	Lokasi Sampel	Kelas Parameter Ukuran Butir		
		Pemilihan	Keruncingan	Kemencengan
1.	Ujung	sedang	luar biasa runcing	sangat positif
2.	Cisanggarung	sangat jelek	datar	sangat positif
3.	Karangdempel	sangat jelek	normal	sangat negatif
4.	Pangaradan	jelek	runcing	sangat negatif
5.	Bulakamba	sangat baik	sangat datar	sangat negatif
6.	Kluwut	jelek	sangat datar	sangat negatif
7.	Pulolampes	sangat jelek	sangat datar	negatif
8.	Sawojajar	jelek	sangat runcing	positif
	Jongor Nippon			

Sumber: Analisa nilai statistik butiran sedimen

e. Bathimetri

Berdasarkan Peta Lingkungan Laut Nasional, skala 1 : 500.000 Lembar Jawa Tengah yang diterbitkan oleh Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL (1992) dapat diketahui kedalaman

dasar laut di perairan daerah penelitian bervariasi, mulai 5 m pada jarak sekitar 200 m dari garis pantai sampai kedalaman 10 m pada jarak 1500 m dari garis pantai. Pada umumnya topografi dasar laut di lokasi peneliti-

tian relatif landai, kecuali pada sekitar muara sungai relatif agak kasar. Keadaan topografi dasar laut tersebut diperkirakan mempengaruhi sirkulasi arus laut yang membawa material sedimen. Hal ini tercermin dari keadaan pemilahan, kemencengan, dan keruncingan dari sebaran butiran sedimen.

f. **Aktivitas Manusia**

Fenomena menarik yang terkait dengan pertambakan di daerah penelitian adalah adanya **tanah timbul** yakni bagian laut yang diperkirakan akan tersedimentasi menjadi daratan yang bisa dimanfaatkan untuk tambak. Usaha yang dilakukan adalah dengan pematokan sebagai batas calon areal tambak dengan bambu, selanjutnya dibuat pematang calon tambak dengan menaikkan lumpur di sekitar patok, akhirnya terbentuk kolam-kolam calon tambak. Usaha yang lain dengan menanam mangrove pada areal tanah timbul tersebut untuk melindungi dari hantaman gelombang laut dan pengaruh pasang surut. Setelah mangrove tersebut tumbuh dan berkembang dengan baik, selanjutnya pembuatan tambak dilakukan di belakang areal mangrove tersebut. Keadaan tersebut secara dinamis terjadi di bagian tengah daerah penelitian, terutama sekitar Desa Pulogading, Bulakamba.

Aktivitas manusia di atas mempunyai pengaruh menguntungkan dalam perkembangan garis pantai maju, sehingga pada wilayah tersebut untuk jangka waktu mendatang mengalami perubahan daratan yang maju ke arah

laut. Namun pada sisi areal lahan timbul yang langsung dibuat tanggul yang relatif kuat (biasanya dengan anjungan bambu), terjadi perubahan pola arus sepanjang pantai yang menyebabkan timbulnya proses erosi pantai pada areal di sebelahnya. Dengan demikian terjadi perubahan garis pantai akibat proses erosi dan sedimentasi yang berbeda-beda di daerah penelitian yang dipengaruhi oleh faktor-faktor di atas.

2. **Sebaran dinamika proses geomorfologi**

Sebaran dinamika proses geomorfologi di daerah penelitian ini dianalisis secara keruangan sesuai kondisi fisik wilayah pantainya. Keruangan wilayah pantai dibagi dalam lima bagian, yaitu: sisi timur muara Sungai Cisanggarung (lokasi sampel 1), peralihan antara sisi timur Cisanggarung dengan bagian tengah (lokasi sampel 2 dan 3), sisi tengah (lokasi sampel 4 dan 5), peralihan sisi tengah dengan sisi barat muara Sungai Pemali (lokasi sampel 6 dan 7), dan sisi barat muara Sungai Pemali (lokasi sampel 8). Pada masing-masing sisi tersebut dilakukan pengambilan sampel sedimen, pengamatan fenomena proses geomorfologis, wawancara penduduk, dan pengukuran arus pantai.

Analisis temporal untuk memperoleh gambaran perubahan garis pantai dilakukan dengan teknik tumpang susun peta. Data kedudukan garis pantai th. 1994, th. 1964, dan th. 1981 diperoleh dari peta topografi skala 1 : 50.000, sedangkan garis pantai th. 1990 dan th. 1995 dari inter-

pretasi Citra SPOT th. 1990 dan Citra Landsat th. 1995. Pengamatan th. 1997 digunakan untuk analisis kecenderungan dinamika yang terjadi pada saat ini. Analisis yang dilakukan meliputi perubahan maju (*akresi/+*) dan perubahan mundur (*rekresi/-*) dari garis pantai dalam periode waktu sesuai data kedudukan garis pantai pada setiap titik pengamatan.

Berdasarkan hasil analisis temporal tersebut, pada lokasi 1 (sisi timur muara Sungai Cisanggarung, sekitar 3 km arah timur muara) secara dinamis garis pantai bertambah maju, dengan perkembangan maju tercepat sekitar th. 1964-1981 ($\pm 58,8$ m/th), sedangkan mulai th. 1981 - 1997 proses maju berkisar $\pm 20,0$ m/th. Arah pemajuan segmen pantai dekat muara yang relatif cepat tersebut menunjukkan adanya pengaruh proses fluvial yang kuat. Pasokan sedimen yang melimpah dari Sungai Cisanggarung dan topografi pantai yang landai menyebabkan pemajuan garis pantai secara cepat. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan Ongkosongo (1982), bahwa akresi akan bertambah cepat pada muara sungai bilamana ada pemasokan (suplai) sedimen yang melimpah dan dasar laut yang relatif landai dan dangkal, sebaliknya jika laut itu dalam dan curam serta tidak ada sungai yang masuk ke perairan laut maka akan terjadi abrasi. Sebaran ukuran butir yang semakin halus ke arah timur muara sungai menunjukkan adanya pengaruh gelombang dan arus susur pantai yang ditimbulkan oleh angin musim barat.

Pada lokasi 2 (sekitar 5 km arah timur muara Sungai Cisanggarung) secara dinamis terjadi perubahan maju sejak th. 1944 - 1981 dengan kecepatan 20,0 - 64,7 m/th. Pemunduran segmen pantai tersebut terjadi mulai th. 1981 - 1997 dengan kecepatan yang berangsur berkurang (-11, 1 - - 1,5 m/th). Perubahan dinamis yang terjadi pada segmen pantai tersebut disebabkan adanya perubahan maju arah arus susur pantai yang berasal dari arah barat laut akibat pertumbuhan maju muara sungai pada lokasi 1. Arus tersebut yang biasanya bergerak sejajar atau hampir sejajar garis pantai berputar kembali ke arah muara. Gerakan arus pada saat musim barat tersebut ditandai oleh pertumbuhan delta Cisanggarung yang semakin ke arah timur. Perputaran arus ini ditunjukkan pula dengan nilai pemilihan sebaran ukuran butir yang sangat jelek karena adanya energi dengan fluktuasi tenaga pengangkut yang cepat berubah-ubah. Hal yang sama terjadi pula pada lokasi 3 (sekitar 2,5 km arah timur lokasi 2), berkurangnya kecepatan mundur garis pantai pada kedua segmen pantai tersebut disebabkan oleh perputaran arus mengikuti perubahan maju ke arah laut sehingga kekuatannya semakin berkurang.

Perubahan garis pantai yang secara dinamis maju sepanjang musim terletak pada lokasi 4, 5, dan 6. Lokasi 4 (sekitar 12 km dari muara Sungai Cisanggarung dan 18 km dari muara Sungai Pemali) mempunyai perkembangan maju intensif antara th. 1964-1981 (73,5 m/th) dan bertambah relatif tetap kecepatannya mulai th.

1981 (15,0 - 22,2 m/th). Kejadian yang hampir sama pada lokasi 5 (sekitar 14 km dari muara sungai Cisanggarung dan 16 km dari muara Sungai Pemali) dan lokasi 6 (pada peralihan sisi barat muara sungai Pemali, sekitar 13,5 km arah barat dari muara sungai Pemali). Perubahan garis pantai maju secara dinamis tersebut terutama dipengaruhi oleh lingkungan pantai yang menyerupai suatu teluk (dibatasi oleh delta sungai yang menjorok ke laut) sehingga gelombang yang datang membias dengan kekuatan yang lemah, demikian pula arus yang ditimbulkan relatif lemah dan keadaan julat pasang surut yang kecil maka sedimentasi berlangsung secara intensif.

Pada lokasi 7 (pada peralihan sisi barat muara sungai Pemali dengan sisi tengah, sekitar 6 km arah barat muara Sungai Pemali) terjadi perubahan maju pada periode th. 1944-1964 dengan kecepatan 25,0 m/th, sedangkan sejak th. 1964-1997 secara dinamis terjadi proses mundur dengan kecepatan cenderung semakin lambat (sekitar - 20,6 m/th hingga - 1,2 m/th). Kejadian serupa terjadi pada lokasi 8 di dekat muara sungai Pemali, sekitar 2 km arah barat muara sungainya) dengan pertumbuhan garis pantai maju pada periode th. 1944-1964 dengan kecepatan 67,5 m/th, sedangkan sejak th. 1964-1997 terjadi proses mundur dengan kecepatan berfluktuasi (mulai -20 m/th hingga - 1,5 m/th). Perubahan garis pantai yang dinamis pada kedua segmen

pantai tersebut dipengaruhi oleh pertumbuhan maju muara sungai akibat sedimentasi yang besar. Sedimentasi yang besar saat musim hujan bersamaan saat musim angin barat dengan gelombang besar yang mampu menggeser arah muara sungai Pemali ke arah timur. Proses erosi pantai pada lokasi 8 pada saat ini dominan disebabkan oleh gelombang yang memusat saat usim barat di sekitar muara yang menjorok ke laut tersebut, sedangkan pada lokasi 7 disebabkan oleh pola pusaran arus saat musim timur yang kembali ke arah muara.

KESIMPULAN

- 1) Angin muson yang membangkitkan gelombang dan arus susur pantai mampu mengangkut sedimen yang berasal dari Sungai Cisanggarung dan Sungai Pemali. Julat pasang surut yang kecil (95 cm), sedimen pantai yang halus (lempung), keadaan bathimetri yang dangkal (0-5 m), dan aktivitas manusia (pembuatan tanggul tambak) memacu perubahan garis pantai yang dinamis.
- 2) Dinamika proses geomorfologi tahun 1944-1964 menunjukkan bahwa wilayah pantai daerah penelitian secara dinamis bertambah maju, pada tahun 1964 - 1997 ada yang terus maju (lokasi 1, 4, 5, dan 6), ada yang mundur (lokasi 2, 3, 7 dan 8), dan ada yang tetap (antara lokasi 3 - 4 dan lokasi 6 - 7).

DAFTAR PUSTAKA

- Anugerah Nontji, 1987, *Laut Nusantara*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Anonim, 1988, *Laporan Tahunan 1987/1988.*, Asmen I Men. KLH, Kantor Men. KLH, Jakarta.
- , 1997. *Laporan Rencana Tata Ruang Daerah Pantai Kabupaten Brebes*. Dep. Kehutanan, Balai RLKT Wilayah V, Semarang.
- , 1991. *Laporan Akhir Penelitian dan Survei Oseanografi Proyek PLTU Suralaya Tahap II*, Dep. Pertambangan dan Energi- Fak. Geografi UGM, Yogyakarta.
- Astjairo, P. dkk., 1989. *Penelitian Geologi Lingkungan Pantai dan Lepas Pantai Perairan Tegal, Pemalang, dan Pekalongan*, Dep. Pertambangan dan Energi, Bandung.
- Bambang Sarwono, 1980. *Pengaruh Gelombang pada Gerakan Sedimen dengan Studi Kasus di Pantai Tuban*. PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.
- Bird, E.C.F., 1970. *Coast*. The MIT Press, Cambridge.
- Briggs, David., 1977. *Sediments*. London:Butterworths.
- Budi Karyawan Sejati, 1991. *Studi Perkembangan dan Karakteristik Sedimen Delta Sungai Bodri Kabupaten Kendal, Jawa Tengah dari Tahun 1910-1981. Skripsi Sarjana*. Fakultas Geografi UGM.
- Heryoso Setiyono, 1990. *Litostatigrafi dan Perubahan Garis Pantai dari Tahun 1870 hingga 1989 di Delta Comal, Pemalang, Jawa Tengah. Skripsi Sarjana*. Fakultas Geografi UGM.
- Horikawa, Kiyoshi, 1988. *Nearshore Dynamics and Coastal Processes*. University of Tokyo Press.
- Hutabarat, S. & Evans, S.M. 1985. *Pengantar Oseanografi*. UI Press, Jakarta.
- Iso Reksohadiprojo, 1964. *The Accelerated Growth of River Deltas in Java. The Indonesian Journal of Geography*, Vol. IV No. 7, June 1964: 1-16.
- Kloosterman, F.H., 1989. *Groundwater Flow Systems in The Northern Coastal Lowlands of West and Central Java, Indonesia*. Free University, Amsterdam.
- Komar, P.D., 1976. *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Kramadibrata, Soedjono, 1985. *Perencanaan Pelabuhan*. Ganeca Exact Bandung.
- Ongkosongo, O.S.R. 1982. *The Nature of Coastline Changes in Indonesia. The Indonesian Journal of Geography*. Vol. 12. Nb. 43, June 1982:1-22.
- Pariworo, J.I., 1992. *Proses-proses Fisik Perairan di Pantai*. Kursus Pelatihan Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Secara Terpadu dan Holistik Angkatan I, 5-17 Okt. 1992. PPLB-IPB dan Dirjen. Dikti, Bogor.

- Pannekoek, A.J. 1949. *The Outline of The Geomorphology of Java*. E.J.Brill, Leiden.
- Pethick, J. 1984. *An Introduction to Coastal Geomorphology*. Edward Arnold, London.
- Said, H.D. dan Sukrisno, 1988. *Peta Hidrogeologi Indonesia 1:250.000 Lembar VII Semarang (Jawa)*, Dit. GTL, Ditjen Geologi dan Sumberdaya Mineral, Dep. Pertambangan dan Energi, Bandung
- Schmidt, H. & Ferguson, I.H., 1951. *Rainfall Types on Dry and Wet Month Period for Indonesia with Western New Guinea*. Dep. Perhubungan RI, Jakarta.
- Soeradji, 1993, *Perencanaan Umum untuk Teknik Pantai, Pelatihan Pengamanan Daerah Pantai*, Diklat PU Wil. III, Yogyakarta.
- Sunarto, 1988. *Abrasi dan Akresi Pantai Jepara Ditinjau Secara Morfogenetik. Laporan Daerah Pantai*, Diklat PU Wil. III, Yogyakarta.
- Thornburry, W.D. 1969. *Principles of Geomorphology*. John Willey & Sons, New York.
- Towned, I.H. 1992. *Geologi Lembar Kudus, Jawa*, Lembar 1409-3 & 6, skala 1:100.000, Puslitbang Geologi, Bandung.
- Verstappen, H., 1983. *Applied Geomorphology, Geomorphological Surveys for Environmental Development*. ITC, Enschede, The Netherlands.
- Weide, J. Van der, 1991, *Tools and Techniques to Solve Coastal Engineering Problems of the Nineties, Proceedings: One Day Seminar on Coastal Engineering*, Wiratman & Associates, Jakarta.

SUATU KONSEP SURVEI DAN PEMETAAN KERENTANAN DAN BAHAYA BANJIR (Dengan Pendekatan Hidro-Geomorfologi)

Oleh: Suprpto Dibyosaputro

ABSTRACT

The general event of natural process phenomena on lowland areas is flood as an effect of the overtopping stream water over natural levees and inundate the area of surrounding the river. Most of the lowland surround the rivers is used by man for settlements, agriculture land, high way and other activities to support their life intensively. Therefore flood is not only the physical phenomena but also a socio-economic phenomena.

One of the way to understand the spatial distribution of flood prone areas can be done by means of survey and mapping of the flood susceptibility and hazard using an hydro-geomorphological approach.. The fluvial landform units on the lowlands reflect the effect of the geomorphological and hydrological processes in the past. Therefore those phenomena can be applied to explain the recent flood characteristics such as inundation area, depth and flood duration, as well as flood frequencies and sources of floods. This explanation can be used as the starting point of the existing information which can be used as a basic survey and mapping of the flood susceptibility and hazard.

The exiting of the interaction between man and natural event (flood) information, can also be applied as a fundament to define the hazard levels of every landform units with their own flood susceptibility levels.

INTISARI

Penomena proses alam yang umum terjadi pada lahan-lahan rendah (lowland area) adalah banjir sebagai akibat dari meluapnya air sungai melampaui tanggul alam dan menggenangi daerah sekitar sungai. Sebagian besar lahan rendah di sekitar sungai tersebut secara intensif dimanfaatkan oleh manusia untuk per- mukiman, lahan pertanian, jalan dan kegiatan lain untuk menopang ke-langsungan hidup mereka. Oleh karena itu banjir tidak hanya dipandang sebagai penomena fisik, akan tetapi juga merupakan penomena sosial- ekonomi.

Salah satu cara untuk mengetahui agihan keruangan daerah sasaran banjir dapat dilakukan dengan melakukan survei dan pemetaan kerentanan dan bahaya banjir dengan pendekatan hidro-geomorfologi. Unit-unit bentuklahan fluvial di lahan-lahan rendah mencerminkan efek dari proses geomorfologis dan hidrologis masa lampau, sehingga dapat digunakan untuk menjelaskan kondisi kerentanan banjir saat sekarang baik dalam hal luas, kedalaman, dan lama

genangan, serta frekuensi dan sumber/penyebab banjir. Hal ini merupakan titik awal adanya informasi yang dapat dijadikan dasar untuk survei dan pemetaan kerentanan dan bahaya banjir.

Adanya interaksi manusia dengan kejadian alam (banjir) tersebut, maka dapat dijadikan dasar untuk mengetahui tingkat bahaya banjir unit-unit bentuklahan yang masing-masing mempunyai tingkat kerentanan banjir berbeda.

PENDAHULUAN

Salah satu fenomena yang sangat menarik perhatian bagi pola-pola permukiman yang ada adalah pengusahaan atau pemanfaatan lokasi sekitar sungai oleh manusia. Sepanjang sejarah kehidupan manusia di dunia, mereka pada umumnya mengusahakan lahan di sekitar sungai baik untuk bertempat tinggal maupun untuk kegiatan-kegiatan guna pemenuhan kehidupannya. Hal ini terjadi, karena adanya faktor pendorong seperti kondisi tanah yang subur, ketersediaan air banyak dan mudah memperolehnya, keterjangkauan yang mudah serta beberapa keuntungan lainnya. Meskipun demikian, permukiman yang berlokasi di sekitar sungai dapat pula suatu saat mengalami bencana akibat meluapnya air sungai dan menggenangi daerah usaha mereka baik permukiman, lahan pertanian dan sarana serta prasarana lainnya. Akibatnya tidak jarang terjadi malapetaka yang merugikan mereka seperti hancurnya tanaman pertanian, harta benda dan bahkan merenggut jiwa penduduk permukiman tersebut.

Banjir merupakan bentuk bahaya alam (*natural hazard*) yang sangat menggelisahkan manusia. Akibat hujan lebat yang tak terduga dan debit sungai tinggi menyebabkan genang-

an-genangan di daerah-daerah yang mempunyai topografi rendah. Kondisi daerah dapat berubah sangat cepat akibat banjir tersebut, sehingga pemantauan sangatlah penting dilakukan untuk menyusun strategi penanggulangan terhadap daerah tersebut dari kemungkinan banjir yang akan datang.

Pemetaan daerah banjir secara konvensional seperti langsung pengukuran, pengumpulan data dan pemetaan banjir di lapangan akan memakan waktu dan biaya yang tinggi. Hal ini diakibatkan pada saat banjir terjadi pekerjaan tersebut sangat sulit di laksanakan, akibat kurangnya sarana komunikasi dan kemudahan menjangkau daerah banjir yang sulit, serta kondisi cuaca yang buruk. Dengan demikian perlu adanya teknik survei dan pemetaan daerah sasaran dan rawan banjir yang memerlukan waktu yang relatif cepat dengan hasil yang mempunyai kebenaran tinggi. Survei darat (*ground survey*) dan pemanfaatan citra penginderaan jauh telah banyak digunakan sebagai alat utama (*basic tool*) untuk pemetaan daerah rawan banjir tersebut (Deutch et al, 1973). Pada waktu-waktu tahun terakhir ini telah banyak pelaksanaan survei darat dan pemanfaatan citra penginderaan jauh untuk pemetaan

daerah rawan banjir yang mendasarkan pada karakter fenomena geomorfologis dan hidrologis suatu daerah aliran sungai digunakan sebagai alat untuk mendelineasi dan memetakan daerah rawan banjir oleh beberapa peneliti seperti: Oya, 1971; Watts & Smith, 1972; Benson & Waltes, 1973; Halberg, Hoyer & Rango, 1973; Meijerink, 1975; Verstappen, 1975, Currey, 1977; Reeves, 1975, dan Suprpto Dibiyosaputro, 1984, 1988, dan 1991.

KONSEP BANJIR, KERENTANAN DAN BAHAYA BANJIR

Salah satu bahaya alam (*natural hazard*) yang terjadi di alam ini adalah diakibatkan oleh banjir dimana air menggenangi lahan-lahan rendah di sekitar sungai. Salah satu hal yang sangat penting untuk diperhatikan adalah tidak mampunya alur sungai menampung dan mengalirkan air, sehingga air meluap keluar alur melampaui tanggul dan menggenangi daerah sekitarnya seperti dataran banjir dan dataran aluvial. Berbagai karakteristik banjir yang berbeda dari daerah aliran sungai satu dengan lainnya disebabkan oleh adanya efek dari beberapa kondisi yang mendukung terjadinya banjir. Kondisi tersebut dapat dikelompokkan kedalam dua fenomena yaitu (Ward, 1978):

- a. Karakteristik DAS yang stabil (*Stable basin characteristics*), dan
- b. Karakteristik DAS yang berubah (*Variable basin characteristics*).

Karakteristik DAS yang stabil tersebut meliputi: luas DAS, bentuk DAS, kemiringan lereng, kerapatan

aliran, batuan, dan tanah di dalam daerah aliran sungai. Karakteristik DAS yang berubah berkaitan dengan iklim dan penggunaan lahan.

Bahaya alam (*natural hazard*) merupakan suatu aspek interaksi antara manusia dan alam yang muncul dari proses yang telah umum terjadi dimana manusia pada umumnya mencoba mencari dan memanfaatkan alam yang menguntungkan dan menjauhi alam tersebut yang membahayakan bagi kehidupan mereka. Bahaya alam terjadi sebagai akibat dari adanya interaksi antara pengaturan alam oleh suatu system penggunaan alam oleh manusia dan sistem kejadian-kejadian alam itu sendiri. Proses tersebut menjadikan kemungkinan pendudukan manusia (*permukiman*) di suatu daerah akan mengalami bencana alam secara berulang (Kates, 1970).

Berkenaan dengan pengertian bahaya banjir tersebut jelas menunjukkan adanya interaksi antara alam dan manusia. Dengan kata lain proses alam berupa banjir hanya akan menjadi suatu kondisi bahaya (*hazard*) apabila kejadian alam ini mengusik dan merusakkan aktivitas dan hasil kegiatan manusia, sehingga fenomena banjir ini harus dipertimbangkan bukan hanya sebagai fenomena fisik akan tetapi juga merupakan fenomena sosial-ekonomi. Seperti halnya diutarakan oleh Hewitt & Burton (dalam Ward, 1978), bahwa akibat dari banjir mengandung banyak aspek meliputi kerusakan-kerusakan struktur buatan manusia (tanggul, jembatan, jalan raya, rumah hunian dan gedung lainnya), erosi, hilangnya kehidupan

(manusia, hewan) dan harta benda, kontaminasi dari banjir, air dan material seperti tertimbunnya lahan subur oleh material yang terbawa air banjir, terputusnya aktivitas sosial ekonomi seperti transportasi dan komunikasi, serta hancurnya lahan pertanian.

Lain halnya apabila banjir tersebut terjadi di suatu wilayah dengan tanpa adanya hunian manusia beserta aktivitasnya serta tidak terjadi usikan terhadap kegiatan dan hasil kegiatan manusia, bukanlah dikatakan sebagai bahaya alam banjir (*flood hazard*), akan tetapi wilayah tersebut hanyalah rentan terhadap banjir (*flood susceptible*). Meskipun kejadian alam tersebut berulang terjadi secara periodik, namun kategori tersebut hanya akan menjadi dasar dalam pertimbangan untuk menentukan tingkat kerentanan banjir yakni kondisi kemudahan dan keseringan terlanda banjir (Suprpto Dibyosaputro, 1984).

Hampir semua daerah sasaran banjir adalah lahan-lahan rendah, terutama dataran banjir dan dataran aluvial sekitar alur sungai. Variasi dari kerusakan akibat banjir baik secara keruangan dan waktu merupakan cerminan berbagai faktor yang meliputi: tipe penggunaan lahan, lama genangan, kecepatan aliran air banjir dan muatan padat (sedimen, ranting pohon dan muatan padat lainnya) yang terangkut oleh air banjir (Perker, Penning dan Rowsell dalam Ward, 1978).

PEMETAAN KERENTANAN DAN BAHAYA BANJIR

Aspek Geomorfologi Dalam Kaitannya Dengan Kerentanan Banjir

Sebagaimana telah dijelaskan di muka bahwa pemetaan kerentanan dan bahaya banjir melibatkan beberapa aspek mengingat fenomena banjir tersebut bukan hanya fenomena fisik akan tetapi juga merupakan fenomena sosial-ekonomi. Fenomena fisik yang terkait dalam proses pemetaan kerentanan dan bahaya banjir adalah fenomena geomorfologis dimana bentuklahan sebagai tempat sasaran banjir dan hidrologis khususnya air banjir yang menempati bentuklahan tersebut. Bentuklahan dataran aluvial dan dataran aluvial pantai memegang peranan penting didalam survei kerentanan banjir. Hal ini dikarenakan kedua bentuklahan tersebut mencerminkan efek dari proses geomorfologis dan hidrologis masa lampau. Kedua bentuklahan yang dihasilkan mencerminkan pula kondisi pengaturan eksternal dan internal yang berarti mempunyai keterkaitan erat dengan pola agihan genangan (*inundation*). Dataran aluvial dan kipas aluvial misalnya berkembang oleh adanya perulangan kejadian banjir yang terjadi dimasa lampau, dan saat ini bentuklahan tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan kerentanan banjir saat sekarang. Dengan demikian studi pola lokasi/keruangan dari bentuklahan melalui kajian geomorfologi adalah merupakan titik awal (*starting point*) survei kerentanan banjir (Suprpto Dibyosaputro, 1984).

Menurut Oya (1971); Huges (1980); dan Verstappen (1983) hal-hal penting yang harus dipelajari untuk survei dan pemetaan kerentanan dan bahaya banjir meliputi: relief mikro, unit geomorfologi termasuk sifat dahkil yang berkaitan dengan banjir, endapan sedimen, dan karakteristik alur sungai. Unit-unit geomorfologi seperti dataran aluvial, dataran banjir, cekungan fluvial, lereng kaki perbukitan, teras sungai, kipas aluvial, tanggul alam sungai, sungai mati, rawa-belakang, dan dataran aluvial pantai harus dipetakan karena dapat memberikan informasi tentang: luas genangan, kedalaman air genangan, lama genangan, frekuensi dan sumber/asal penyebab banjir.

Penomena Petunjuk Daerah Sasaran Banjir

Disamping bentuklahan mencerminkan karakteristik banjir yang telah dijelaskan di muka, juga mempunyai pengaruh terhadap penomena unsur-unsur lingkungan yang lain seperti kondisi tanah dan bentuk serta pola penggunaan lahan/penutup lahan. Hal ini sangat membantu didalam identifikasi (*identification*) dan penentuan (*define*) daerah-daerah sasaran banjir. Berdasarkan hal tersebut di atas identifikasi daerah sasaran banjir disamping bentuk lahan juga dapat didasarkan pada beberapa aspek lingkungan lain yang dapat dijadikan sebagai petunjuk banjir yaitu:

- a. tubuh perairan,
- b. kenampakan morfologi detil lahan-lahan rendah (*lowland area*),

- c. bercak-bercak dalam tanah misal adanya lempung hitam (*cat clay*)
- d. penggunaan lahan/penutup lahan,
- e. penomena hasil aktivitas adaptasi manusia (tanggul, saluran pengatus, dll)
- f. kondisi kelembaban tanah.

Penomena-penomena tersebut di atas dapat dengan mudah, cepat dan dengan tingkat kebenaran relatif tinggi dengan bantuan interpretasi foto udara atau citra lainnya meskipun pada liputan citra tersebut tidak ada penomena aktual kejadian banjir.

Hidrologi

Hal-hal penting dari aspek hidrologi dalam kajian kerentanan dan bahaya banjir adalah hujan, debit sungai, dan morfometri saluran dan DAS. Variabel hujan yang dimaksud adalah tebal dan lama hujan berlangsung yang dapat digunakan untuk menentukan intensitas hujannya serta kondisi agihan hujan di dalam daerah aliran sungai. Hujan dengan intensitas tinggi dan terjadi dalam jangka waktu pendek mempunyai kemungkinan kecil untuk dapat terjadinya banjir. Akan tetapi dengan intensitas yang sama atau lebih rendah tetapi terjadi dalam jangka waktu yang lama mempunyai kemungkinan besar untuk terjadinya banjir. Sering pula terjadi banjir di suatu lahan rendah (*lowland*) akibat terjadinya hujan lokal dengan intensitas tinggi dan waktu yang lama.

Debit sungai merupakan variabel aktif penyebab terjadinya banjir. Dalam konteks pemetaan kerentanan dan bahaya banjir, besarnya debit-debit sungai penyebab banjir adalah

hal penting yang harus dikaji. Beberapa lahan rendah (lowland) di dalam daerah aliran sungai tertentu telah terjadi beberapa kali banjir dalam satu periode musim penghujan, meskipun debit sungai yang mengalir di DAS tersebut masih di bawah debit puncak untuk periode musim hujan tersebut. Dengan perbedaan debit penyebab banjir tersebut akan berakibat kepada luas, lama dan kedalaman genangan banjir di daerah sasaran banjir (flood prone areas), tergantung pada morfologi detil pada lahan-lahan rendah. Hal ini dikarenakan berkaitan erat dengan morfometri saluran (misal: kapasitas dan pola saluran) yang mengalirkan debit air sungai. Dari berbagai besar debit sungai penyebab banjir tersebut dapat diprediksi periode ulang (return period) masing-masing debit penyebab banjir tersebut.

Prosedur atau langkah-langkah pemetaan kerentanan dan bahaya banjir yang mendasarkan kepada fenomena-fenomena yang telah dijelaskan di muka disajikan pada uraian sebagai berikut:

- a. survei dan pemetaan geomorfologi (bentuklahan) detil terutama bagi lahan-lahan rendah (*lowland areas*),
- b. mempersiapkan peta fotogrametris daerah kajian untuk membuat peta kontur dengan kontur interval yang rinci (detil) di atas peta bentuklahan (Lampiran 3),
- c. mendeterminasi periode ulang (*recurrent intervals*) tinggi muka air penyebab banjir dari stasiun duga air otomatis (AWLR).
- d. mengumpulkan data dan informasi tentang sejarah banjir, ketinggian/kedalaman banjir yang terjadi pada waktu-waktu masa lampau di lahan rendah (dataran banjir, rawa belakang, dataran aluvial, dll) dari penduduk setempat. Data ketinggian/kedalaman banjir tersebut di-plot kedalam foto udara atau peta bentuklahan,
- e. mendelineasi batas-batas banjir dari berbagai periode ulang tertentu dengan referensi data tinggi muka air (debit) yang tercatat dari AWLR dan data lapangan untuk memperoleh peta kerentanan banjir.
- f. selanjutnya dengan menumpang-susunkan (*overlay*) peta kerentanan banjir dengan peta penggunaan lahan dan data produksi lahan dapat dibuat peta bahaya banjir. Klasifikasi tingkat bahaya banjir tersebut perlu adanya data lapangan tentang produksi pertanian, kemungkinan kerugian yang terjadi pada bentuklahan dengan penggunaan lahan tertentu apabila terjadi banjir.

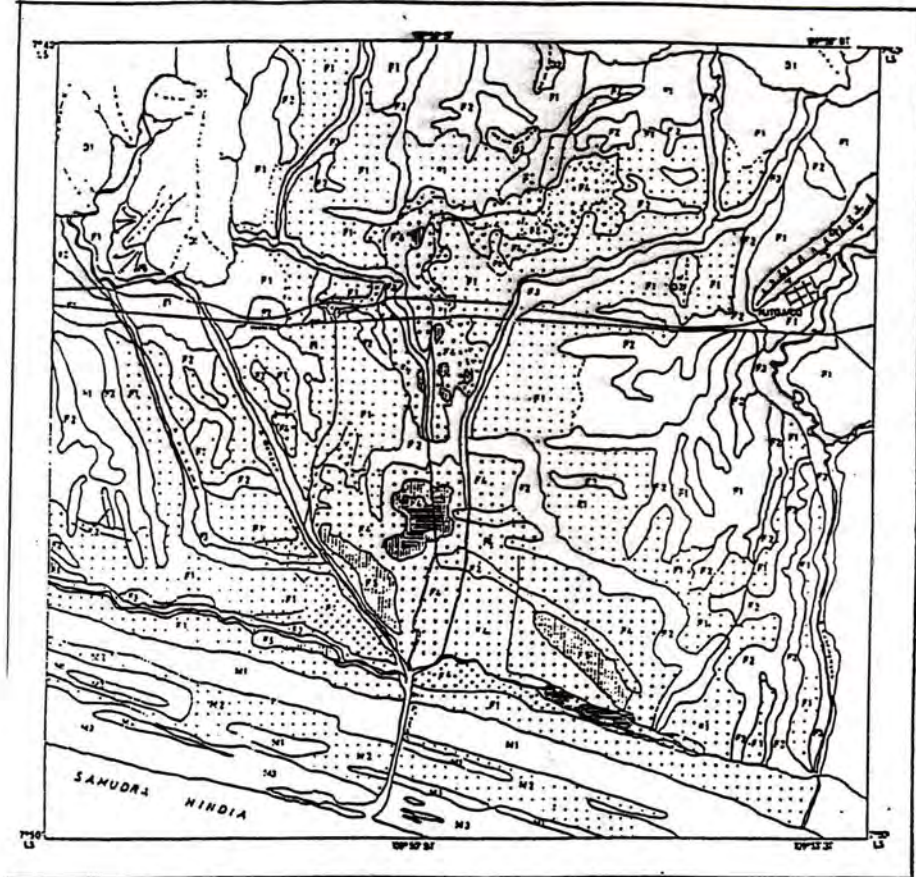
Dari uraian tersebut di atas, maka untuk menyusun peta kerentanan banjir dan klasifikasi tingkat kerentanannya didasarkan pada parameter-parameter berikut: frekuensi dan periode ulang banjir, lama dan kedalaman banjir untuk masing-masing satuan bentuklahan. Selanjutnya dengan menumpang-susunkan peta penggunaan lahan dan data lapangan tentang produksi lahan dan kerusakan akibat banjir dari hasil aktivitas manusia, disusunlah peta bahaya banjir. Beberapa contoh peta kerentanan banjir dapat dilihat pada peta-peta Lampiran 1 dan 2.

DAFTAR PUSTAKA

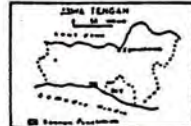
- Benson, N.S. (1959). *Channel slope factor in flood frequency analysis. Journal of Hydrology Division. Vol. 85, No. HY4*, 12 pp.
- Chorley, R. (1969) *Introduction to Geographical Hydrology*. Meththuen & Co. Ltd., London.
- Currey, D.T. (1977). *Identifying Flood Movement. Remote Sensing Environment. Vol. 6*, pp. 51-61.
- Deutsch, M. (1973). *Remote Sensing for Flood Mapping and Floodplain damage Assesment*. ESA Proceedings, SP-1035, Italy, pp. 115-118.
- Deutsch, M. (1975) *Mapping of the Mississippi River Flood from the Earths Resources Technology Satellite (ERTS)*. Remote Sensing and Water Management, Proceedings, No. 17, pp. 39-55.
- Hughes. D.A. (1980) *Flood plain Inundation Processes and Relationships with Channel Discharge*. Earth Surface Processes. 5(3), pp. 297-304.
- Kates, R.W. (1970) Natural Hazard in Human Ecological Perspective; Hypothesis and Models. *Natural Hazard Research, Working Paper No. 14*.
- Meijerink, A.M.J., 1974. *Photo Hydrological Reconnaissance Surveys*. International Institute For Aerial Survey And Earth Sciences (ITC) Publication, Enschede. The Netherlands.
- Oya, M. (1971) *Geomorphological Flood analysis on Nakdong River Basin, South Korea*. Waseda Univ., Tokyo, 77 pp.
- Oya, M. (1973) *Relationship Between Geomorphology of Alluvial Plain and Inundation*. Asia Profile, 1(3), pp.479-539.
- Schwab, G.O., (1981). *Soil and Water Conservation Engineering*. John Wiley & Sons, New Yoek.
- Suprpto Dibyosaputro, (1984). The Use of Remote Sensing Techniques in Flood Susceptibility and Hazard Mapping. *ITC Script*. Enschede, The Netherlands.
- Suprpto Dibyosaputro. (1984). Flood Susceptibility And hazard Survey of The Kudus-Prawata-Welahan Area, Central Java, Indonesia. *ITC Thesis*. Enschede, The Netherlands.
- Suprpto Dibyosaputro, (1988). *Bahaya dan Kerentanan Banjir Daerah Antara Kutoarjo-Prembun, Jawa Tengah (Suatu Pendekatan Geomorfologi)*, PPPT-UGM., Yogyakarta.
- Suprpto Dibyosaputro (1991) *Bahaya dan Kerentanan Banjir Daerah Sekitar Muara Sungai Serayu, Jawa Tengah*. DPP-SPP. Fakultas Geografi UGM., Yogyakarta.
- Verstappen, H.Th. (1975) Landform and Inundation of the Lowland of South-Central Java. *ITC Journal, 1975-4*, pp.511-520.
- Verstappen, H.Th. (1983). *Applied Geomorphology, Geomorphological Surveys for Environmental Development*. Elsevier, Amsterdam.
- Ward, R. (1978) *Flood, a Geographical Perspective*. The MacMillan Press Ltd., London.

Lampiran 1 :

**PETA KERENTANAN BANJIR
DAERAH ANTARA SUNGAI CAKRAYASAN DAN SUNGAI KECEME**



Skala 1:150 000



SATUAN BENTUKLAMBAKAS DEPRASIONAL

- [D]** Perbukitan Dangkal/lembah Depresional
- [D1]** Perbukitan Dangkal/lembah Terapan Terendah

SATUAN BENTUKLAMBAKAS FLUVIAL

- [F1]** Dataran Aluvial
- [F2]** Bawah Tunggul Aluvial
- [F3]** Tunggul Aluvial
- [F4]** Cengukan Aluvial
- [F5]** Rawa Sempang
- [F6]** Kipas Aluvial

SATUAN BENTUKLAMBAKAS MARIN

- [M1]** Dataran Pantai
- [M2]** Cengukan Antar Dataran Pantai (Sungai)
- [M3]** Sungsang

SARONG YANG LAJIB

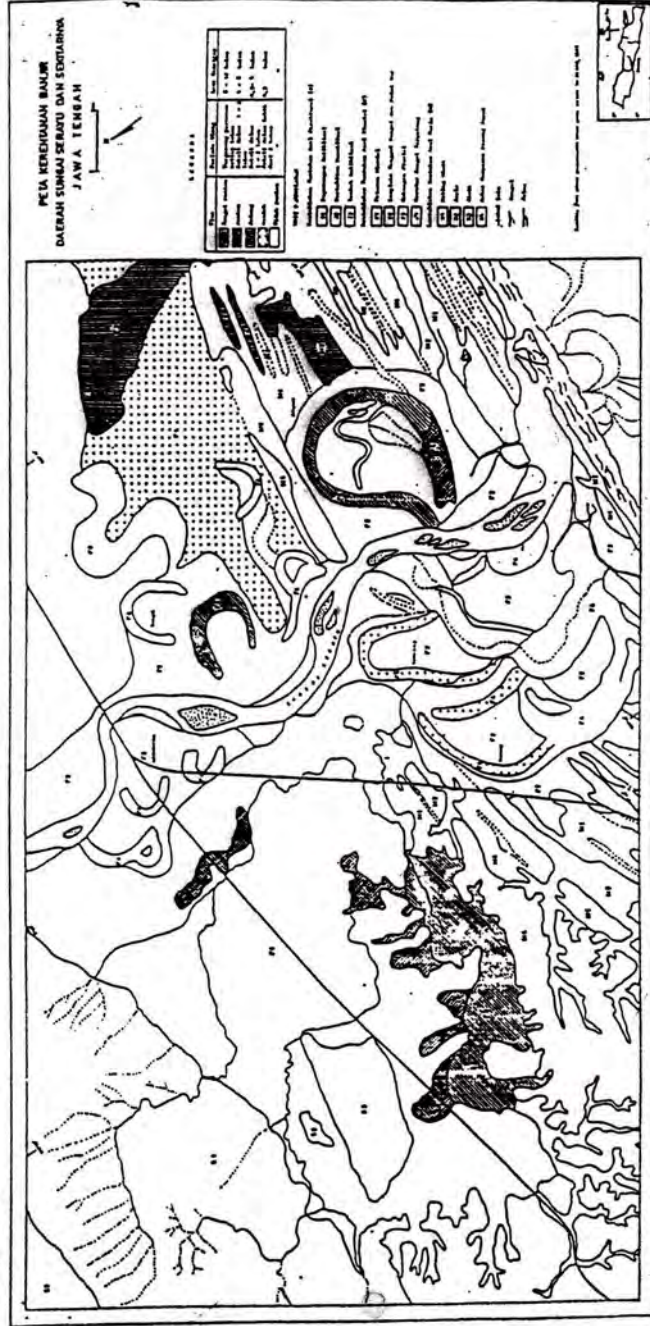
- Dinding Tejal (Scarp)
- Igir perbukitan
- Rawa Aluvial
- Aran kemiringan terong
- Perbukitan terong yang terong
- Sungai

KLAS KERENTANAN BANJIR

TMS	Periode Panjang	Lama gelombang
[S1]	Periode panjang > 20 s	0-2 bulan
[S2]	Periode panjang 10-20 s	2-12 bulan
[S3]	Setah dalam 5-10 tahun	4-6 bulan
[S4]	Sangat dalam 1-5 tahun	0,5-4 bulan
[S5]	Rendek (periode pendek < 10 tahun)	< 0,5 bulan
[T]	Tidak rentan	

Sumber: Peta vertikal dengan skala 1:50000
 * Peta topografi skala 1:50000
 * Up. September tahun Juni 1988
 Dibuat oleh: SURMAPTO DEWASAPUTRO

Lampiran 2.



Lampiran 3

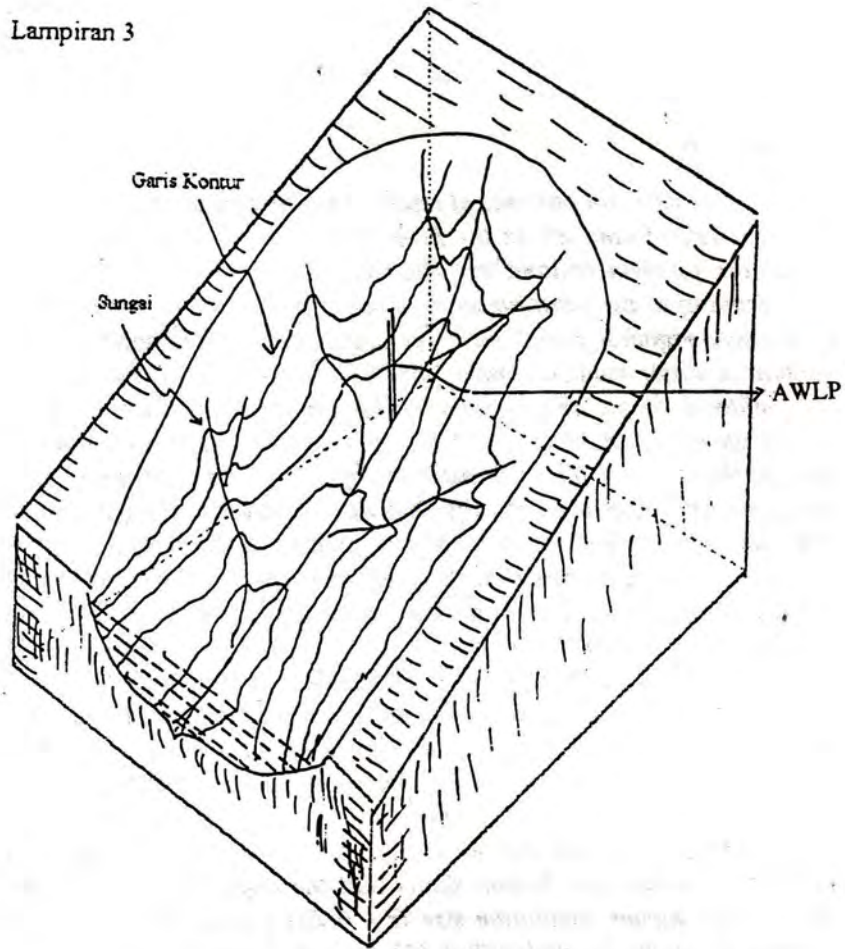
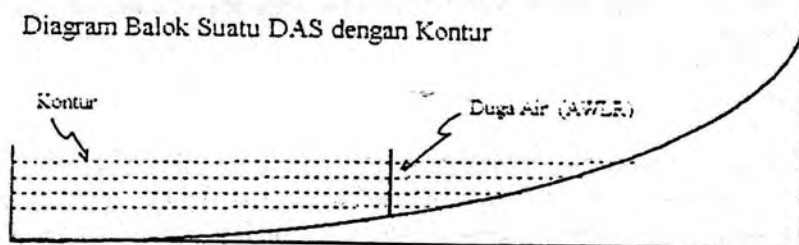


Diagram Balok Suatu DAS dengan Kontur



Profil Memanjang Sungai dan Kontur

PENGGUNAAN LAHAN DAN POTENSI PRODUKSI BAHAN PANGAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI PROGO

Oleh: Su Ritohardoyo

ABSTRACT

This paper is an outcome of research concerning spatial differences in forms and coverage of land use in the Progo River Basin. At present the watershed is facing the problem of land use changes from agricultural to non-agricultural ones, leading to the situation of decreasing staple foods. This research is aimed at studying regional variation in the potentials of the research area for the production of staple foods according to land use forms and coverage.

Information on land use forms and coverage are obtained from the statistical record issued by the Statistical Office of Central Java Province and Yogyakarta Special Province. As the productivity data on every land use forms are not readily available, the assessment on the regional potential is executed on the basis of land use intensity and its capability to produce staple foods.

The research reveals that the greatest portion (59 percent) of lands in 54 subdistricts in the watershed are highly potential for staple foods production and the rest (41 percent) are not potential to moderately potential for staple foods production purposes. The potential for staple foods production in the upper part of the Progo river basin are higher than that in lower part ones. The presence on irrigated land is not always highly potential for staple food production. Although the availability of irrigation water is strongly decisive factor for food production ($r = 0.661$ significant at 99.99 percent), but the presence of built up areas are strongly dictated the potential for food production ($r = -0.787$ significant at 99.99 percent). The research further shows that the higher the potential for food production, the higher population size ($r = 0.791$ significant at 99.99 percent). In general it can be concluded that (1) the potentials for food production are determined by the available of irrigation water and the size of the built areas, and (2) the number of population is dictated by the presence of water and potentials for food production.

INTISARI

Makalah ini merupakan hasil penelitian, yang membahas tentang perbedaan keruangan bentuk dan luasan pemanfaatan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Progo. Permasalahan utama adalah semakin berkurangnya penggunaan lahan pertanian untuk lahan non pertanian, sehingga memungkinkan penurunan produksi bahan pangan. Tujuan utama penelitian mengkaji variasi potensi wilayah penelitian untuk produksi bahan pangan menurut bentuk dan luasan penggunaan lahan.

Data atau informasi mengenai bentuk dan luasan pemanfaatan lahan, diperoleh dari catatan statistik yang dikeluarkan oleh BPS Propinsi Jawa Tengah dan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Oleh karena data produktivitas setiap bentuk pemanfaatan lahan tidak tersedia, maka penilaian potensi wilayah dilaksanakan dengan salah satu cara, yakni pengharkatan pada setiap bentuk pemanfaatan lahan atas dasar intensitas penggunaan dan kemampuannya dalam menyumbangkan produksi pangan.

Hasil penelitian menunjukkan secara keruangan sebagian besar (59%) lahan dari 54 kecamatan di DAS Progo berpotensi tinggi untuk produksi bahan pangan, dan sebagian lagi (41 %) berpotensi sangat rendah hingga rendah. Potensi penggunaan lahan untuk produksi bahan pangan daerah-daerah kecamatan di bagian hulu DAS Progo lebih tinggi dari pada di bagian hilir. Luas penggunaan lahan untuk sawah irigasi di setiap daerah kecamatan belum tentu memiliki potensi tinggi untuk produksi bahan pangan. Walaupun faktor jumlah ketersediaan air sangat menentukan potensi lahan untuk pertanian bahan pangan ($r = 0,661$ signifikansi $> 99,99\%$), namun faktor luas lahan untuk permukiman sangat menentukan rendahnya potensi lahan untuk pertanian bahan pangan ($r = -0,787$ signifikansi $> 99,99\%$). Hasil penelitian juga menunjukkan semakin tinggi potensi penggunaan lahan untuk produksi bahan pangan semakin besar jumlah penduduk ditentukan oleh faktor ketersediaan air ($r = 0,532$ signifikansi $> 99,99\%$). Secara umum dapat dinyatakan bahwa (1) tinggi rendahnya potensi lahan untuk pertanian bahan pangan di suatu wilayah sangat bergantung pada besarnya ketersediaan air dan luas lahan permukiman yang terdapat di wilayah; (2) tinggi rendahnya jumlah penduduk di suatu wilayah sangat bergantung pada faktor ketersediaan air dan tingginya potensi lahan untuk pertanian bahan pangan.

PENGANTAR

Penggunaan lahan merupakan aktualisasi respons manusia terhadap lingkungannya. Hal ini sangat berkaitan dengan upaya manusia untuk menyelenggarakan kehidupannya (Vink, 1975). Kehidupan manusia dengan berbagai kegiatannya, di satu pihak membutuhkan ruang untuk mengalokasikan sarana dan prasarana fisik kegiatannya; di pihak lain manusia membutuhkan lahan sebagai sumberdaya penghasil bahan pangan. Dua kebutuhan lahan bagi manusia ini seringkali berbenturan, tatkala salah

satu pemenuhan kebutuhan lahan lebih dominan dari pada kebutuhan lahan lainnya (Su Ritohardoyo, 1991).

Penggunaan lahan berkaitan erat dengan lingkungan wilayah setempat, baik yang bersifat saling pengaruh, maupun hubungan yang bersifat saling bergantung. Keterkaitan penggunaan lahan dengan aspek wilayah, ditunjukkan dalam aplikasinya untuk konservasi lahan, dan untuk dasar perencanaan pengembangan wilayah (Fitzgerald, 1974; Mather, 1986). Dalam hal ini ditekankan penggunaan lahan yang tidak mengindahkan

norma pelestarian sumberdaya akan mengakibatkan deteriorisasi lingkungan, yang berarti menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan manusia sendiri.

Penduduk yang selalu mengalami perubahan jumlah dan aktivitas kehidupannya, langsung maupun tidak langsung membawa dampak pada bentuk dan luas penggunaan lahan, yang pada akhirnya berakibat pada penurunan potensi lahan untuk produksi bahan pangan. Daerah yang berpenduduk padat, akan diikuti potensi lahan produksi lahan untuk bahan pangan lebih rendah dari pada daerah berpenduduk jarang. Demikian pula pengaruh kondisi fisik maupun non fisik wilayah, berpengaruh besar terhadap potensi lahan untuk produksi bahan pangan. Dengan demikian pemantauan bentuk penggunaan lahan serta luasnya, dikaitkan dengan jumlah persebaran dan kepadatan penduduk, sangat berguna untuk mengetahui perubahanimbangan antara sumberdaya lahan dengan manusia yang membutuhkannya.

Pentingnya peranan lahan pertanian dalam menghasilkan bahan pangan, dan upaya untuk menilai potensi setiap bentuk dan luasan pemanfaatan lahan dalam menyumbangkan produksi pangan, merupakan sumbangan yang sangat besar terhadap upaya perumusan kebijakan dalam mengoptimalkan kemampuan wilayah. Atas dasar pemikiran inilah studi ini khusus menganalisis potensi DAS Progo, dalam kapasitasnya sebagai daerah kedesaan dengan kemampuan yang bervariasi, untuk pemasok

penyedia hasil pertanian khususnya bahan pangan.

Dalam rangka memahami agihan variasi bentuk dan luas penggunaan lahan suatu daerah aliran sungai, penerapan klasifikasi perlu dilakukan dalam penyajian informasi dan data ke dalam peta bentuk penggunaan lahan. Penelitian ini menggunakan teknik pemetaan bentuk penggunaan lahan dari Kardono Darmoyudono (1964) belum pernah dilaksanakan untuk seluruh DAS Progo. Teknik tersebut memiliki keunggulan dalam hal menyajikan keterpaduan (*integrity*) unsur-unsur pendukung penggunaan lahan, terutama mampu menampilkan pola keruangan penggunaan lahan. Dengan memahami pola keruangan penggunaan lahan, maka dapat memberikan masukan kepada perencana ataupun perumus kebijakan penggunaan lahan mengenai variasi potensi keruangan dalam hal bentuk penggunaan lahan DAS Progo. Disamping itu, dapat memberikan dasar-dasar pertimbangan perumusan kebijakan keruangan bagi pengelolaan DAS Progo, dalam rangka menyusun rencana pengembangan wilayah.

Masalah penjenjangan kelas bentuk penggunaan lahan dalam suatu klasifikasi penggunaan lahan, secara jelas dan sistematis juga telah dikemukakan Malingreau (1981). Klasifikasi tersebut mendasarkan pada pengelompokan pola-pola fenomena permukaan bumi dengan memperhatikan karakteristik di lapangan, sehingga memberikan gambaran lebih jelas hubungan antara faktor-faktor

fisik wilayah dan aktivitas manusia dengan penggunaan lahan.

Bertolak pada masalah yang secara tersirat pada latarbelakang penelitian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui dan mengkaji variasi potensi keruangan dari segi bentuk dan luas setiap bentuk penggunaan lahan di DAS Progo; (2) memberi masukan mengenai data dasar bentuk penggunaan lahan untuk perencanaan pengembangan wilayah.

METODE PENELITIAN

Daerah Penelitian

Kajian ini dilaksanakan di DAS Progo, yang secara administratif meliputi sebagian wilayah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah (meliputi sebagian Kabupaten Temanggung, Kabupaten Magelang, dan sebagian kecil Kabupaten Semarang dan Boyolali), dan wilayah Propinsi Daerah Tingkat I Daerah Istimewa Yogyakarta (meliputi sebagian Kabupaten Sleman, Kulon Progo dan Bantul). Oleh karena dalam analisis masih bersifat meso, maka satuan administratif Kecamatan digunakan sebagai satuan analisis. Di DAS Progo terdapat 54 Kecamatan (32 Kecamatan di Propinsi Dati I Jawa Tengah dan 22 kecamatan di Propinsi Dati I DI Yogyakarta). Unit kecamatan yang dianalisis ditentukan atas dasar persentase luas daerah, dimana daerah kecamatan yang memiliki bagian luas lebih dari 50 persen saja yang dimasukkan ke dalam analisis DAS Progo. Secara topografi DAS Progo menunjukkan variasi yang besar berdasarkan

kemiringan permukaan lahannya, berkisar dari daerah dataran, pantai sampai puncak gunungapi yang di antara keduanya tertutup oleh berbagai tingkat kemiringan lahan sesuai dengan tingkat erosi yang terjadi pada lahan yang bersangkutan.

Teknik Analisis Data

Setiap bentuk penggunaan lahan memiliki potensi produksi pertanian bahan pangan yang berbeda. Oleh karena itu dalam rangka menganalisis potensi DAS ini, lebih menekankan pada potensi penggunaan lahan untuk produksi pertanian bahan pangan. Analisis potensi produksi setiap bentuk penggunaan lahan diutamakan pada bentuk-bentuk penggunaan yang memiliki kemampuan potensial menghasilkan tanaman pertanian bahan pangan. Dengan demikian analisis hanya dilaksanakan pada bentuk-bentuk penggunaan lahan sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegal, kebun campuran, dan pekarangan (permukiman), dan lahan hutan. Lahan yang digunakan dalam bentuk selain itu tidak dianalisis, dengan pertimbangan potensi produksi bahan pangan yang dihasilkan untuk penduduk lokal relatif kecil.

Analisis data dilaksanakan dengan cara menyusun jenjang (*ranking*) setiap bentuk penggunaan lahan, berdasar pada luas setiap bentuk penggunaan lahan di setiap kecamatan. Asumsi dasar yang digunakan, semakin besar nilai jenjang suatu bentuk penggunaan lahan, semakin tinggi potensi dalam mendukung kehidupan penduduk. Hasil penyusunan

jenjang setiap bentuk penggunaan lahan atas dasar luas tersebut, selanjutnya dinilai menggunakan harkat, dengan bobot tertentu. Jumlah kasus (daerah kecamatan) DAS Progo yang *dominant* hanya sebanyak 54, sehingga nilai jenjang tertinggi = 54 dan nilai terendah = 1. Dalam menyusun kelas harkat, ditentukan sebanyak 5 kategori (kelas). Oleh karenanya, julat (*interval*) kelas dihitung dengan cara:

$$I.K = (54 - 1) / 5 = 53 / 5 = 10.6 \text{ atau } 11$$

Dengan julat sebesar itu disusun klasifikasi harkat pada setiap kelas untuk setiap bentuk penggunaan lahan, sebagai berikut:

Kelas 1, sangat rendah jika nilai jenjang = < 11

Kelas 2, rendah jika nilai jenjang = 11 - < 22

Kelas 3, sedang jika nilai jenjang = 22 - < 33

Kelas 4, tinggi jika nilai jenjang = 33 - < 44

Kelas 5, sangat tinggi jika nilai jenjang = ≥ 44

Dalam rangka membedakan potensi produksi pertanian pangan setiap bentuk penggunaan lahan, dianalisis berdasarkan pada kelas-kelas setiap bentuk penggunaan lahan tersebut. Penilaian untuk menentukan potensi produksi mempertim-

bangkan bobot sumbangan dari setiap bentuk penggunaan lahan terhadap produksi pangan. Oleh karenanya, atas dasar urutan potensi produksi bahan pangan ditempuh cara pembobotan sebagai berikut:

1. Lahan sawah irigasi diberi bobot 10
2. Lahan sawah tadah hujan diberi bobot 5
3. Lahan tegal diberi bobot 4
4. Lahan kebun campuran diberi bobot 5
5. Lahan hutan diberi bobot 2
6. Lahan pekarangan diberi bobot 1

Dengan ketentuan bobot tersebut, selanjutnya dihitung nilai potensi bentuk penggunaan lahan pada setiap daerah kecamatan yang tercakup dalam DAS Progo. Cara yang digunakan adalah mengalikan nilai harkat setiap bentuk penggunaan lahan di setiap daerah kecamatan, dengan bobot setiap bentuk penggunaan lahan. Dengan demikian dapat diperoleh nilai potensi per bentuk penggunaan lahan per kecamatan. Untuk menentukan nilai potensi produksi pertanian pangan setiap daerah kecamatan, dihitung total dari setiap hasil perkalian harkat dengan bobot bentuk penggunaan lahan. Dengan cara tersebut diperoleh nilai potensi untuk maksimum dan minimum:

	Minimum	Maksimum
1. Lahan sawah Irigasi	10	50
2. Lahan sawah tadah hujan	5	5
3. Lahan tegal	4	20
4. Lahan kebun campuran	3	15
5. Lahan hutan	2	10
6. Lahan pekarangan	1	5
Nilai Potensi Kecamatan Total	25	25

Dari nilai potensi di atas disusun klasifikasi potensi lahan menurut bentuk penggunaan. Dalam menyusun kelas potensi penggunaan lahan, ditentukan sebanyak 5 kategori (kelas). Oleh karenanya, julat (interval) kelas dihitung dengan cara:

$$I.K = (125 - 25) / 5 = 20$$

Dengan julat sebesar itu dilakukan reklasifikasi potensi setiap kelas pada setiap bentuk penggunaan lahan:

Potensi I (sangat rendah) jika nilai jenjang = 45

Potensi II (rendah) jika nilai jenjang = 45 - 65

Potensi III (sedang) jika nilai jenjang = 65 - 85

Potensi IV (tinggi) jika nilai jenjang = 85 - 105

Potensi V (sangat tinggi) jika nilai jenjang = 105

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Agihan Bentuk dan Luas Penggunaan Lahan

Secara umum bentuk penggunaan lahan di daerah aliran sungai (DAS) Progo, terdiri dari lahan sawah irigasi, lahan sawah tadah hujan, lahan tegal, lahan kebun campuran, lahan hutan, permukiman, dan bentuk penggunaan lahan lain-lain mencakup lahan tandus yang terdiri dari lahan pasir pantai, dataran banjir, jalan dan sungai. Analisis agihan luas penggunaan lahan, didasarkan pada pengharakan setiap bentuk penggunaan menurut luasnya. Harkat bentuk penggunaan lahan terdiri dari 5 kategori

luasan, dari sangat sempit, sempit, sedang dan sangat luas. Rentangan luas setiap bentuk penggunaan lahan bervariasi, oleh karenanya julat yang digunakan juga bervariasi. Pembahasan didasarkan pada enam bentuk penggunaan lahan utama, dengan asumsi adanya sumbangan lahan terhadap potensi pertanian bahan pangan, yakni lahan sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegal, kebun campuran, hutan negara, dan lahan permukiman. Agihan luas setiap bentuk penggunaan lahan secara umum, di setiap kecamatan yang terdapat di DAS Progo, disajikan pada tabel Lampiran 1.

Lahan Sawah Irigasi

Pada umumnya lahan sawah irigasi terdapat pada daerah endapan sungai-sungai di DAS Progo, terletak menyebar baik di lahan datar, maupun di lahan landai. Lahan sawah irigasi di daerah yang berlereng lebih miring, dicirikan dengan bentuk penggunaan sawah berteras. Agihan lahan sawah irigasi terdapat pula di lembah-lembah sungai daerah hulu, dengan ciri luasan sempit, dan bentuknya memanjang mengikuti arah aliran sungai.

Agihan lahan sawah irigasi, secara administratif dapat dijumpai hampir di setiap Kecamatan yang terdapat di DAS Progo. Di daerah-daerah kecamatan yang mempunyai lereng terjal dan bergelombang kasar, terutama yang terdapat di lereng-lereng gunungapi Merapi, Merbabu, Telomoyo, Sindoro, Sumbing, gunung Andong dan Pegunungan Menoreh, lahan sawah irigasi pada umumnya berukuran sempit.

Semua lahan sawah irigasi secara umum memperoleh air irigasi baik secara teknis maupun setengah teknis, sehingga kecukupan air bagi tanaman padi terjamin. Air irigasi untuk lahan sawah irigasi ini, tidak hanya berasal dari sumber air yang berwujud aliran air sungai saja, tetapi juga berasal dari sumber air yang berwujud mata air secara langsung. Bagi lahan sawah irigasi yang memperoleh air irigasi sepanjang tahun, dapat ditanami padi dua atau tiga kali dalam satu tahun. Walaupun lahan sawah irigasi secara umum diarahkan untuk tanaman padi, namun banyak pula yang pada saat-saat tertentu ditanami tebu, khususnya lahan sawah irigasi yang terdapat di propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Di antara 54 daerah kecamatan yang terdapat di DAS Progo, sebagian terbesar (37,0%) ditempati lahan sawah irigasi dengan kategori luas pada tingkat sedang (1000 - <1500 hektar). Peringkat kedua adalah daerah-daerah kecamatan (18,5% dan 20,4%) yang ditempati lahan sawah irigasi dengan luasan sempit (500 - <1000 ha) dan luas (1500 - <2000 ha). Sekitar 11,1 % memiliki sawah irigasi kategori sangat sempit, dan 13% jumlah daerah kecamatan memiliki sawah irigasi pada tingkat sangat luas. Daerah kecamatan yang memiliki sawah irigasi pada kategori sangat luas sebagian besar terletak di daerah bertopografi miring dengan ketersediaan air yang cukup. Sawah irigasi yang memiliki kategori luas sangat sempit menempati daerah-daerah datar. Daerah yang memiliki sawah irigasi

dengan kategori luas tingkat sedang, sebagian besar terletak di daerah datar sebagai akibat perkembangan permukiman yang intensif.

Lahan Sawah Tadah Hujan

Di DAS Progo, terutama pada daerah-daerah yang berlereng lebih miring, lebih banyak dijumpai bentuk penggunaan lahan sawah tadah hujan, dari pada bentuk penggunaan lahan sawah irigasi. Ciri utama sawah tadah hujan, adalah segi perolehan airnya yang sebagian besar berasal dari curah hujan secara langsung, sehingga dapat menggenang. Oleh karena itu, lahan sawah tadah hujan hanya dapat ditanami padi sawah atau padi gogo pada waktu musim hujan. Pada musim kemarau lahan sawah tadah hujan, sebagian besar ditanami palawija ataupun tanaman perdagangan, seperti tembakau dan sayuran, namun demikian terdapat juga sebagian lahan tersebut diberokan atau tidak ditanami.

Agihan lahan sawah tadah hujan, lebih banyak terdapat di daerah-daerah kecamatan yang memiliki lereng landai dan lereng lebih miring hingga bergelombang. Daerah dengan kemiringan seperti itu, tersebar di lereng-lereng kaki gunungapi Merapi, Merbabu, Telomoyo, Sindoro Sumbing, gunung Andong, dan pegunungan Menoreh, serta daerah-daerah lain seperti daerah perbukitan batu gamping di Sentolo, Kasihan dan Slarong.

Sebagian besar daerah kecamatan (61,1%) mempunyai areal persawahan tadah hujan dengan luas

kategori sangat sempit (<250 ha). Hal ini mengisyaratkan bahwa adanya kemampuan memperoleh pengairan kurang baik. Daerah-daerah yang mempunyai sawah tadah hujan kategori sangat luas kebanyakan berada di daerah yang bergelombang, sehingga sering menghadapi kendala air untuk irigasi.

Lahan Tegol

Secara umum bentuk penggunaan lahan tegol di DAS Progo, lebih banyak terdapat pada lahan dengan lereng miring sampai cukup terjal, dan atau bergelombang kasar. Walaupun demikian bentuk penggunaan lahan tegol dapat pula dijumpai pada lahan berlereng landai, terutama pada daerah yang memiliki jenis tanah yang sangat lolos air (*porous*), seperti pada lahan dengan tanah berpasir gunungapi Merapi. Di daerah penelitian, bentuk penggunaan lahan tegol terdapat tersebar di daerah-daerah kecamatan berlereng cukup curam, dan atau bergelombang kasar, seperti di lereng gunungapi Merapi, Merbabu, Telomoyo, Sindoro, Sumbing, gunung Andong, dan daerah pegunungan Menoreh, serta lahan perbukitan batu gamping seperti Sentolo dan Kasihan.

Karakteristik utama bentuk penggunaan lahan tegol, adalah lahan untuk kegiatan pertanian yang tidak dapat digenangi air, diolah untuk tanaman utama pangan, yang diusahakan secara intensif pada musim hujan. Jenis tanaman utama adalah palawijo, dan seringkali banyak dijumpai tanaman padi gogo. Dalam waktu

satu tahun, tegal dapat ditanam sampai dua kali, namun juga terdapat beberapa lahan tegal yang dalam waktu satu tahun ditanami sekali, dan pada waktu tertentu diberokan.

Daerah-daerah kecamatan yang memiliki lahan tegal dengan kategori luas sempit (9<825ha) hingga sangat sempit (825 - < 1650 ha) seluas 40,7% dari jumlah kecamatan, biasanya berhimpit dengan daerah yang memiliki lahan sawah kategori luas. Daerah-daerah dengan topografi bergelombang hingga topografi kasar (3,7%) memiliki lahan tegal dengan kategori luas sangat luas (>3500 ha). Daerah tersebut biasanya menghadapi keterbatasan sumber air, sehingga pemanfaatan lahan cenderung untuk pertanian lahan kering.

Lahan Kebun Campuran

Bentuk penggunaan lahan kebun campuran lebih banyak terdapat di daerah-daerah berlereng cukup terjal, terutama di daerah topografi bergelombang kasar. Di berbagai tempat seperti di lereng gunungapi Merapi, Merbabu, Telamoyo, Sindoro, Sumbing dan gunung Andong, lahan kebun campuran terdapat di sekitar lahan hutan lindung. Demikian pula di pegunungan Menoreh, kebun campuran menempati daerah berlereng terjal, atau di daerah yang memiliki topografi bergelombang kasar.

Ciri utama bentuk penggunaan lahan kebun campuran, adalah terdapatnya tanaman campuran antara tanaman keras dengan tanaman musiman, pada suatu petak lahan. Tanaman keras yang terdapat pada lahan kebun

campuran, adalah tanaman-tanaman untuk kayu bakar, kayu bangunan termasuk bambu, produksi buah-buahan, tanaman perkebunan, dan tanaman keras lainnya untuk keperluan dapur. Tanaman musiman hanya ditanam pada musim hujan, dengan jenis tanaman palawija, sayuran, dan ada pula yang menanam padi gogo, dan tembakau.

Sebagian besar daerah kecamatan (90,7%) yang termasuk DAS Progo memiliki lahan kebun campuran yang sangat sempit (<750 ha). Daerah kecamatan lain (9,3%) mempunyai lahan kebun campuran pada kategori sedang hingga sangat luas. Jika diperhatikan sebaran kebun campuran yang paling luas terdapat di kecamatan Kalibawang.

Lahan Hutan

Bentuk penggunaan lahan hutan hanya terdapat di puncak-puncak gunungapi dan puncak-puncak perbukitan, terutama pada lahan yang kemiringannya cukup terjal dan terjal, yaitu di gunungapi Merapi, Merbabu, Telomoyo, Sindoro, Sumbing, gunung Andong, Beser, Gendong, serta di pegunungan Menoreh. Semua bentuk penggunaan lahan hutan yang terdapat di daerah ini merupakan hutan lindung, yang berfungsi sebagai pelestari sumber air, pencegah longsor lahan dan banjir.

Lahan hutan di setiap kecamatan yang termasuk DAS Progo, secara umum merupakan lahan sempit. Kenyataan menunjukkan bahwa sebagian besar daerah kecamatan (74,1%) memiliki hutan dengan kategori

luasan sangat sempit. Daerah-daerah yang memiliki lahan hutan dengan kategori luas hingga sangat luas hanya sekitar 5,6% dari seluruh jumlah kecamatan.

Lahan Permukiman

Bentuk penggunaan lahan permukiman mencakup lahan yang digunakan untuk bangunan perumahan, halaman, pekarangan, dan infrastruktur pendukungnya, seperti tempat-tempat ibadah, pendidikan, kesehatan, perdagangan, pelayanan umum, rekreasi, jalan dan kuburan. Penggunaan lahan ini di DAS Progo tersebar luas, dengan pola persebaran yang bervariasi. Pola persebaran lahan permukiman di daerah lereng-lereng gunungapi, sebagian besar memanjang igir-igir dari bawah ke arah puncak gunung. Di daerah-daerah yang berlereng datar dan landai, khususnya daerah yang memiliki lahan sawah irigasi cukup dominan luasan-nya, memiliki kepadatan permukiman tinggi. Namun di daerah yang memiliki luasan lahan sawah tadah hujan, tegalan, dan atau kebun campuran, kepadatan permukimannya lebih rendah.

Daerah-daerah yang memiliki lahan permukiman pada umumnya berasosiasi keruangan dengan topografi. Analisis sementara dari peta menunjukkan sebaran luas permukiman berasosiasi dengan daerah yang memiliki topografi berbeda. Daerah yang relatif datar memiliki luasan permukiman yang relatif lebih luas daripada daerah-daerah yang topografi perbukitan dan pegunungan. Hal ini sangat wajar

karena perkembangan permukiman terjadi secara horizontal. Di antara 54 daerah kecamatan yang memiliki lahan permukiman luas hanya sebanyak 18,5 persen, sedangkan 50,2 persen dari jumlah kecamatan memiliki lahan permukiman sempit dan sangat sempit, terutama di DAS Progo hulu.

Lahan Lain-lain

Bentuk penggunaan lahan lain-lain mencakup lahan tandus yang terdiri dari lahan pasir pantai, dataran banjir, jalan dan sungai. Agihan lahan ini menyebar di setiap daerah kecamatan yang termasuk di DAS Progo, hanya saja proporsinya bervariasi antar daerah kecamatan. Ditinjau dari persebaran luas per bentuk penggunaan, lahan untuk lain-lain sebagian besar (79,6%) adalah sempit hingga sangat sempit. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan benar-benar efektif.

Potensi Produksi Pertanian Bahan Pangan

Seperti telah dikemukakan bahwa, setiap perbedaan bentuk penggunaan lahan mempunyai potensi produksi bahan pangan yang berbeda. Sesuai dengan tujuan utama dari penelitian ini untuk mengkaji potensi wilayah dalam mendukung produksi pertanian bahan pangan, maka dari hasil kajian bentuk dan luas setiap pemanfaatan lahan di daerah penelitian, digunakan sebagai dasar untuk memahami secara umum kemampuan potensial wilayah dalam hal sumbangan penyediaan bahan pangan.

Bertolak dari cara analisis potensi produksi setiap bentuk penggunaan lahan, seperti dikemukakan dalam metode penelitian sebelumnya, maka dapat disajikan beberapa hasil gambaran potensi produksi pertanian bahan pangan di daerah penelitian. Hasil penelitian mengenai agihan potensi setiap penggunaan lahan DAS Progo, ditunjukkan pada tabel Lampiran 2. dan peta Lampiran 3. Kelas kemampuan Lahan untuk Pengembangan Produksi Pertanian Pangan. Pada lampiran tabel tersebut dapat dikemukakan bahwa sebanyak 21 kecamatan (39%) dari seluruh kecamatan memiliki potensi tinggi. Sebanyak 11 kecamatan (20%) memiliki potensi sedang, dan sebanyak 22 kecamatan (41%) memiliki potensi sangat rendah hingga rendah.

Temuan menarik dari penelitian ini adalah bahwa daerah-daerah kecamatan dengan luas lahan sawah irigasi yang luas, belum tentu memiliki potensi yang tinggi. Pada Lampiran Tabel 3. dan Peta terlampir ditunjukkan daerah-daerah kecamatan yang terletak di daerah hulu DAS Progo justru memiliki potensi tinggi, sedangkan daerah-daerah kecamatan di daerah hilir memiliki potensi rendah. Dari hasil penelitian ini ditunjukkan dua hal penting (Tabel 1), *pertama*, kuatnya hubungan negatif, antara potensi lahan dengan luas lahan permukiman ($r = -0,787$ pada derajat kepercayaan 99,99 %), yang berarti semakin luas lahan untuk permukiman, potensi lahan untuk pertanian bahan pangan semakin rendah. Di samping itu, kuatnya hubungan antara potensi

lahan dengan ketersediaan air ($r = 0,661$ pada derajat kepercayaan $>99,99\%$), yang berarti semakin besar

jumlah ketersediaan air, potensi lahan untuk pertanian bahan pangan semakin tinggi.

Tabel 1. Koefisien Korelasi antara Potensi Lahan dengan Luas Permukiman, Ketersediaan Air, dan Jumlah Penduduk

Hubungan	Potensi Lahan	Luas Permukiman	Ketersediaan Air	Jumlah Penduduk
Potensi Lahan (ha)	1,000	-0,787*	-0,661**	0,791**
Luas Permukiman	-0,787**	1,000	0,440*	-0,047
Ketersediaan air (m^3/th)	0,661**	0,440*	1,000	0,532**
Jumlah Penduduk	0,791**	-0,047	0,532**	1,000

Jumlah Kasus 54; Signifikansi : * .01 ** .001
Sumber: Analisis Data Sekunder, 1987.

Kedua, adanya hubungan positif yang sangat kuat antara potensi lahan dengan besarnya jumlah penduduk ($r = 0,791$ pada derajat kepercayaan $>99,99\%$), yang berarti semakin tinggi potensi lahan, semakin besar jumlah penduduk di wilayah tersebut. Ditinjau dari hubungan antara jumlah penduduk dengan luas lahan permukiman ternyata tidak menunjukkan hubungan yang kuat ($r = 0,047$, hubungan sangat tidak meyakinkan). Namun demikian jumlah penduduk di setiap lahan permukiman berkorelasi sangat erat dengan faktor ketersediaan air ($r = 0,532$ pada derajat kepercayaan $>99,99\%$). Hal ini berarti bahwa semakin besar jumlah ketersediaan air di suatu wilayah semakin besar jumlah penduduk.

Temuan di atas menunjukkan bahwa (1) ternyata tinggi rendahnya potensi lahan untuk pertanian bahan pangan sangat bergantung pada luas lahan permukiman dan besarnya

ketersediaan air yang terdapat di daerah tersebut; (2) tinggi rendahnya jumlah penduduk di suatu wilayah sangat bergantung pada tingginya potensi lahan untuk pertanian bahan pangan dan faktor ketersediaan air. Dengan demikian dapat dinyatakan keberlakuan pernyataan untuk DAS Progo, bahwa:

- 1) semakin luas lahan permukiman di setiap daerah kecamatan, maka semakin kecil potensi lahan untuk mendukung usaha pertanian bahan pangan;
- 2) semakin besar ketersediaan air di setiap daerah kecamatan, maka semakin tinggi potensi lahan untuk pertanian pangan, dan semakin besar jumlah penduduk di wilayah tersebut;
- 3) semakin besar atau tinggi potensi lahan untuk pertanian bahan pangan, maka semakin besar konsentrasi jumlah penduduk di daerah tersebut.

Kenyataan tersebut adalah wajar, mengingat dasar pemikiran bahwa jumlah penduduk suatu wilayah semakin besar, menuntut ketersediaan lahan untuk permukiman dan ketersediaan air, serta fasilitas lainnya, yang pada proses selanjutnya dapat mengurangi luas lahan pertanian. Keadaan ini mengisyaratkan bahwa di DAS Progo, keterkaitan antara penduduk dengan lahan pertanian sudah mengarah ke perlunya perhatian untuk pengelolaan, agar kondisi lingkungan DAS dapat terkendali. Dari aspek besarnya jumlah penduduk, daerah di mana memiliki lahan dengan potensi tinggi untuk pertanian bahan pangan, daerah tersebut merupakan konsentrasi penduduk seperti di bagian DAS hulu; sedangkan di bagian DAS hilir justru konsentrasi penduduk dengan permukimannya mengurangi potensi lahan untuk pertanian bahan pangan.

KESIMPULAN

DAS Progo memiliki variasi potensi produksi pangan secara keruangan yang cukup menarik, dimana daerah bertopografi landai, yang se-

cara teoritis mempunyai kemampuan potensi produksi pangan yang tinggi, pada kenyataannya justru selalu terjadi sebaliknya. Sebaliknya pada daerah bertopografi kasar, beberapa diantaranya menunjukkan potensi produksi pangan yang tinggi. Walaupun daerah seperti ini ketersediaan lahan yang dimanfaatkan untuk sawah irigasi relatif sempit, namun karena luasan bentuk pemanfaatan lahan pertanian non sawah irigasi lebih luas, maka potensi produksi pangan masih lebih tinggi dari pada daerah bertopografi landai.

Bagian-bagian DAS Progo yang memiliki potensi produksi bahan pangan tinggi, diikuti oleh pemusatan jumlah penduduk yang tinggi. Variasi potensi lahan untuk mendukung usaha pertanian bahan pangan sangat dipengaruhi luas lahan permukiman, dan besarnya ketersediaan air di wilayah tersebut. Persebaran lahan permukiman yang dicerminkan oleh konsentrasi jumlah penduduk, disamping ditentukan oleh tingginya potensi lahan untuk pertanian bahan, juga ditentukan oleh besarnya ketersediaan air di suatu daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitzgerald, Brian, P., 1974. *Science in Geography*. Oxford University Press, Oxford.
- Kantor Statistik Kabupaten Bantul, 1995. *Kabupaten Bantul Dalam Angka*, Bantul: Kantor Statistik Kabupaten Bantul.
- Kantor Statistik Kabupaten Kulonprogo, 1995. *Kabupaten Kulonprogo Dalam Angka*, Wates: Kantor Statistik Kabupaten Kulonprogo.
- Kantor Statistik Kabupaten Sleman, 1995. *Kabupaten Sleman Dalam Angka*, Sleman: Kantor Statistik Kabupaten Sleman.

- Kantor Statistik Propinsi Jawa Tengah, 1995. *Luas Penggunaan Tanah di Jawa Tengah Keadaan Akhir 1994*, Semarang: Kantor Statistik Propinsi Jawa Tengah.
- Kardono Darmoyuwono, 1964. A Trial of a Method of Land Use Mapping for Indonesia, in *The Indonesian Journal of Geography*, Vol 4, No. 7: The Faculty of Geography, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Malingreau, J.P, and Rosalia Christiani, 1978, A Land Use Classification for Indonesia, *The Indonesian Journal of Geography*, Vol 11 No. 41 The Faculty of Geography, Gadjah Mada University, Indonesia.
- Mather, A.S., 1986, *Land Use*, Longman Group United Kingdom Limited, Hongkong.
- Su Ritohardoyo, 1991. Pengantar Perencanaan Penggunaan Lahan, *Bahan Kuliah Penggunaan Lahan*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Vink, A.P.A., 1975. *Land Use in Advancing Agriculture*, Springer Verlag, New York.

Lampiran Tabel 1. Agihan Bentuk dan Luas Penggunaan Lahan dan Jumlah Penduduk di DAS Progo

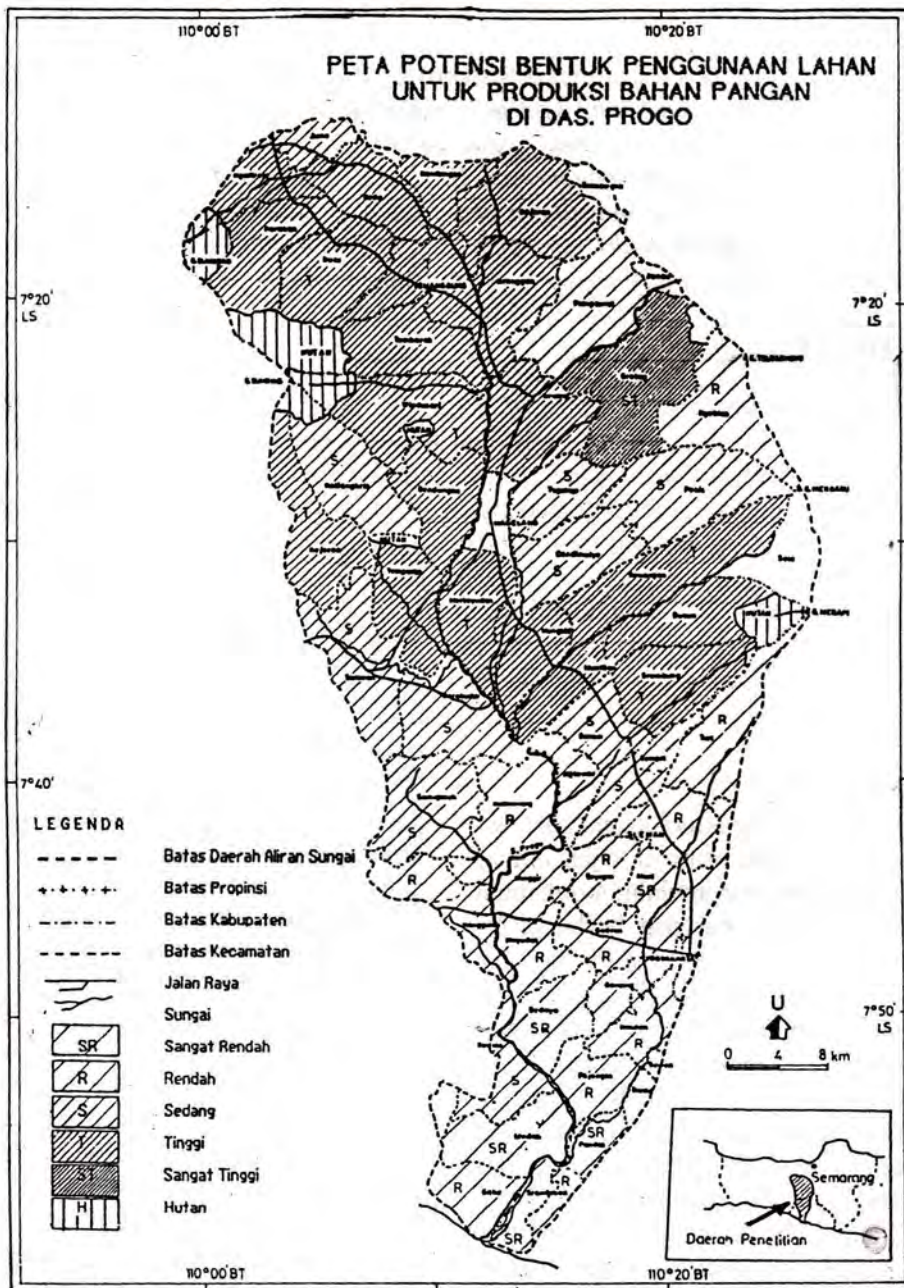
No. Kec.	SWI	SWT	TGL	KBC	PERM	HT	LAIN2	JUMLAH LUAS	BAG DAS	PENDDK	No. Kec.	SWI	SWT	TGL	KBC	PERM	HT	LAIN2	JUMLAH LUAS	BAG DAS	PENDDK
1	1423	0	42	0	1026	0	271	2762	3	32865	28	131	106	2724	0	455	513	451	4380	1	36614
2	1449	0	4	0	860	0	371	2684	3	54052	29	1100	727	1682	6	943	342	104	4904	2	39470
3	1244	2	70	0	1374	0	235	2925	3	61193	30	609	933	2629	0	450	1000	113	5734	1	45747
4	1630	0	2	0	1074	0	426	3132	2	52756	31	1934	439	1050	0	982	695	267	5367	1	34597
5	1807	0	96	0	1026	0	320	3249	2	44690	32	1858	18	11	0	861	0	113	2861	2	67579
6	1544	0	0	0	860	0	259	2663	3	40809	33	2076	302	3433	0	1791	60	379	6887	2	59755
7	1035	0	96	0	1498	0	223	2852	3	61696	34	1671	455	2531	0	1791	60	379	6887	2	59755
8	1464	0	136	0	848	0	279	2727	3	33542	35	1375	75	30	0	613	0	151	2244	2	29575
9	1110	0	1513	0	1129	0	557	4309	2	30873	36	2698	166	815	0	924	0	121	4734	2	62319
10	818	36	187	28	1964	0	205	3238	3	68925	37	0	489	4175	2	535	826	929	6956	1	47577
11	1053	0	91	0	2029	0	263	3436	3	39082	38	775	432	2550	0	1491	0	207	5455	2	50790
12	421	0	74	50	779	0	508	1832	3	28261	39	2250	300	98	0	977	0	117	3742	2	59961
13	950	6	44	0	1147	0	283	2430	3	45918	40	606	1129	946	8	781	0	119	3589	1	42234
14	928	0	35	187	922	0	244	2316	3	32642	41	1438	201	4078	0	751	650	119	7237	1	49322
15	95	170	746	28	1876	0	410	3325	3	27848	42	242	1216	2269	10	774	15	169	4695	1	40825
16	229	507	2140	411	2547	0	825	6929	2	30282	43	1675	378	850	1	1094	2	535	4535	2	24025
17	1126	287	3398	0	260	0	203	5265	3	42527	44	501	149	2587	1225	1099	0	157	5718	2	41346
18	600	43	158	0	2498	0	260	3559	3	36217	45	2326	189	573	280	535	0	60	3963	1	49477
19	743	182	1446	850	1272	0	804	5297	2	31895	46	2025	286	1067	0	968	28	0	4374	1	77099
20	584	97	2097	498	2061	0	154	5491	2	28464	47	1200	453	2161	3756	1239	602	527	9938	1	49134
21	1414	107	1660	0	575	0	205	3961	2	29513	48	1323	104	2569	1590	689	22	94	6391	1	39716
22	1216	28	98	0	936	0	1013	2191	2	31394	49	1303	349	3003	0	448	1312	93	6508	1	74546
23	2150	455	860	0	629	144	251	4579	1	47605	50	1348	95	1723	92	537	948	5	4838	1	44766
24	1796	635	3333	169	1208	434	140	7715	1	73009	51	1455	56	3116	0	466	696	33	5812	1	49975
25	2336	178	964	61	443	1185	172	5339	1	39621	52	1199	414	1067	2151	513	1803	63	7210	1	39495
26	1708	195	339	0	747	0	174	3163	2	30225	53	1515	0	1344	14	362	2186	188	5609	1	49172
27	1019	735	2921	243	529	670	48	6165	2	39601	54	862	946	2904	92	840	0	378	6022	1	39080

Keterangan : No Kec.= Nomor Kecamatan; SWI = Luas Sawah Irigasi; SWT = Luas Sawah Tadah Hujan; TGL = Luas Tegal; KBC = Luas Kebun C&amp;amp;amp;amp;amp; PERM = Luas Permukiman; HT = Luas Hutan Negara; LAIN-3 = Luas Lahan untuk penggunaan lain-lain; JUMLAH =Jumlah Luas Kecamatan Keseluruhan; BAG DAS = Bagian DAS (1 = Das Hulu; 2 = DAS Tengah; 3 = DAS Hilir); PENDDK = Jumlah Penduduk Kecamatan.

Lampiran Tabel 2. Kecamatan menurut Potensi Setiap Bentuk Penggunaan Lahan DAS Progo

Kecamatan	SWI	SWT	PERM	TGL	KBC	HT	POTT	TP	S	Kecamatan	SWI	SWT	PERM	TGL	KBC	HT	POTT	TP	S
1 MOYUDAN	30	5	4	4	3	2	48	R	II	28 NGABLAK	10	15	5	20	6	8	64	R	II
2 GODEAN	40	5	5	4	3	2	59	R	II	29 TEMPURAN	20	25	4	16	12	8	85	T	IV
3 GAMPING	30	10	5	4	3	2	54	R	II	30 KALIANGK	10	25	5	20	6	10	76	S	III
4 SLEMAN	40	5	5	4	3	2	59	R	II	31 SRUMBUNG	50	20	2	12	6	10	100	T	VI
5 TEMPEL	50	5	4	8	3	2	72	S	III	32 MUNTILAN	50	20	4	4	6	6	90	T	VI
6 SEYEGAN	40	5	5	4	3	2	59	R	II	33 KAJORAN	50	15	3	20	6	10	104	T	VI
7 MLATI	20	5	4	8	3	2	42	SR	I	34 SALAMAN	20	20	4	16	9	8	77	S	III
8 MINGGIR	40	5	2	8	3	2	60	R	II	35 NGLUWAR	30	10	1	4	9	6	60	R	II
9 TURI	30	5	3	12	3	2	55	R	II	36 SECANG	50	15	2	12	9	6	94	T	VI
10 KASIHAN	20	10	5	8	12	2	57	R	II	37 PAKIS	10	25	1	20	12	10	78	S	III
11 SEDAYU	20	5	2	8	3	4	42	SR	I	38 BOBOBUDUR	20	20	5	16	9	6	76	S	III
12 SRANDAKAN	10	5	2	4	12	4	37	SR*	I	39 MUNGKIN	50	20	1	8	9	6	94	T	VI
13 PANDAK	10	10	4	4	6	4	38	SR	I	40 TEGALREJO	10	25	1	12	12	6	66	S	III
14 SANDEN	10	10	4	4	15	4	47	R	II	41 SAWANGAN	40	20	3	20	9	8	100	T	VI
15 PAJANGAN	10	15	4	8	12	4	53	R	II	42 CANDIMULYO	10	25	2	16	12	8	73	S	III
16 SAMIGALIH	10	25	3	16	15	4	73	S	III	43 MERTOYUDAN	40	20	4	12	9	8	93	T	VI
17 SENTOLO	20	20	1	20	6	4	71	S	III	44 PRENGSURAT	10	15	1	16	15	6	63	R	II
18 LENDAH	10	10	5	8	6	4	43	SR	I	45 KEDU	50	15	1	8	15	6	95	T	VI
19 KALIBAWANG	10	15	3	12	15	4	59	R	II	46 TEMANGGUNG	50	20	2	12	9	8	101	T	VI
20 GIRIMULYO	10	15	4	16	15	4	64	R	II	47 KANDANGAN	30	20	3	16	15	8	92	T	VI
21 NANGGULAN	20	15	1	16	6	4	62	R	II	48 KALORAN	30	15	1	16	15	8	85	T	VI
22 GALUR	20	10	3	8	6	6	53	R	II	49 PARAKAN	30	20	3	20	9	10	92	T	VI
23 BANDONGAN	50	25	3	12	6	8	104	T	IV	50 TEMBARAK	40	10	2	16	12	10	90	T	VI
24 GRABAG	50	25	2	20	15	8	120	ST*	V	51 BULU	40	10	2	20	9	10	91	T	VI
25 DUKUN	50	15	5	12	12	10	104	T	IV	52 JUMO	30	20	1	12	9	10	82	S	III
26 SALAM	40	15	3	8	6	6	78	S	III	53 NGADIRJO	40	10	3	12	12	10	87	T	VI
27 WINDUSRI	20	25	5	20	15	10	95	T	IV	54 KRANGGAN	20	25	2	20	12	6	85	T	VI

Keterangan : SWI = Potensi Sawah Irigasi; SWT = Potensi Sawah Tadah Hujan; PERM = Potensi Permukiman; TGL = Potensi Tegak; KBC = Potensi Kebun Campuran; HT = Potensi Hutan; PPOT = Potensi Total; TP = Tingkat Potensi dengan Kategori SR = sangat rendah, R = Rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi; SK = Skor Potensi.



PERKEMBANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Oleh: Sugiharto Budi S.

ABSTRACTS

Early geographic information systems focused on processing attribute data and geographic analysis, and had only rudimentary graphic and mapping capabilities. Phenomenal increases in computer processor speed and power in 1970s and 1980s had a major influence on GIS development. By the late 1980s, the technologies of the three main types of geo-based systems had merged to various degrees. Most systems today offer powerful capabilities for graphic production, processing of attributes, and analysis (Antennuci, 1991).

INTISARI

Pada awalnya sistem informasi geografis memfokuskan pada pemrosesan data atribut dan analisis geografi, dan hanya mempunyai kemampuan yang terbatas untuk pengolahan data grafis dan pemetaan. Peningkatan yang luar biasa pada kemampuan dan kecepatan processor pada dekade 1970-an dan 1980-an telah berpengaruh besar dalam perkembangan sistem informasi geografis. Pada akhir 1980-an teknologi tiga jenis sistem yang merujuk pada geografis telah dapat digabungkan dalam berbagai tingkatan. Sebagian besar dari sistem tersebut menawarkan kemampuan yang sangat ampuh dalam hal menghasilkan tayangan grafis, pemrosesan data atribut, dan kemampuan analisis.

PENDAHULUAN

Teknologi pengelolaan informasi geografis telah muncul sejak empat dekade terakhir melalui kontribusi dari banyak pakar dan berbagai organisasi (Antennuci, 1991). Para pakar yang mempunyai andil besar dalam perkembangan sistem informasi geografis adalah: pakar geografi, pakar perencana, pakar wilayah, arsitek. Mereka banyak menyumbangkan konsep dan teori tentang model-model spasial dan hubungan keruangan antar obyek. Pada saat teknologi komputer muncul, para pakar tersebut mulai memperluas penelitian me-

reka dengan menggunakan konsep pemodelan data digital dan perangkat lunaknya (Jack Dangermond dalam Antennuci, 1991).

Di Indonesia, perkembangan teknologi sistem informasi geografis dimulai kira-kira dalam 10 tahun terakhir ini. Hal ini dapat diamati dari beberapa program pemerintah yang mencoba menerapkan SIG di berbagai sektor, seperti sektor yang menyangkut inventarisasi sumber daya alam nasional yang melibatkan instansi Bakosurtanal, Badan Pertanahan Nasional, dan Bangda/Bappeda.

Beberapa lembaga pendidikan tinggi telah menerapkan penggunaan data penginderaan jauh yang diintegrasikan dengan sistem Informasi Geografis.

PERKEMBANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Awal perkembangan SIG tidak begitu jelas. Ada sebagian pakar yang mengatakan pada awal tahun 1960-an, seperti Jack Dangermond dari ESRI (dalam Marble et al, 1984). Marble mengatakan bahwa perkembangan SIG dimulai awal 1970-an, sedangkan Dobson (1983) mengatakan bahwa perkembangan SIG baru pada awal 1980-an (Sugeng Raharjo, 1996).

Kontroversi tersebut dimungkinkan terjadi, karena beragamnya pengetahuan para ilmuwan tentang pengertian SIG itu sendiri (Sugeng Raharjo, 1996). Hal ini sejalan dengan apa yang dikemukakan oleh Burrough (1986) bahwa, sejarah penggunaan komputer untuk pemetaan dan analisis spasial sejajar dengan perkembangan otomatisasi perolehan data, analisis data dan penayangan hasilnya, dari berbagai bidang yang sangat luas. Bidang tersebut meliputi pemetaan kadaster dan topografi, kartografi tematik, teknik sipil geografi, matematika, ilmu tanah, geodesi dan fotogrametri, perencanaan kota dan desa, jaringan utilitas, penginderaan jauh dan analisis citra.

Namun bila perkembangan SIG dikaitkan dengan perkembangan ilmu geografi sebagai induknya, maka kemungkinan besar SIG mulai berkembang sejalan dengan perkem-

bangsan pemahaman kuantifikasi dalam analisis geografi pada awal dekade 1960-an (Sugeng Raharjo, 1996).

Penjelasan berikut adalah perkembangan SIG yang dikemukakan oleh Antenucci (1991):

Embrio teknologi pengelolaan informasi geografis dimulai pada pertengahan abad ke 18 pada saat kartografi dikembangkan orang. Pada abad ini pula peta pertama yang berkelititan tinggi dibuat dan diterbitkan. Pada abad ini juga ditandai dengan munculnya perkembangan ilmu-ilmu penunjang antara lain peningkatan penelaahan teknik litografi.

Perkembangan dua ratus tahun kemudian dari berbagai bidang tidak begitu banyak mempengaruhi perkembangan SIG, namun dengan munculnya komputer elektronik pertama yang diciptakan tahun 1940, menandai awal dari era komputer dan perkembangan pesat teknologi. Meskipun Sistem Informasi Geografis tidak selalu berbasis komputer, namun kebanyakan sistem pada saat ini berlomba dengan pesat melakukan otomatisasi.

Awal tahun 1950-an hingga 1960-an mulai dikembangkan teknologi informasi geografis melalui pengembangan yang sejajar namun masih terpisah-pisah dari berbagai disiplin ilmu dan teknologi. Pengembangan tersebut meliputi: sistem penggambaran (kemampuan grafis), sistem analisis (alat analisis spasial), dan sistem statistik (sistem pengelolaan basis data).

Tahun 1950-an usaha-usaha ke arah otomatisasi pemetaan tematik dimu-

lai di Amerika Serikat dan Inggris. Para ahli biologi Inggris melakukan persiapan pembuatan atlas flora dengan menggunakan kartu berlobang (punch-card) dan sistem tabulasi yang dimodifikasi untuk menerbitkan 2000 peta. Peta tematik pertama yang menggunakan teknologi "line printer" dibuat oleh pakar meteorologi untuk peramalan cuaca dan pemetaan kontur sederhana.

Pada sekitar akhir tahun 1950-an para pakar meteorologi, geofisika, dan geologi bekerja sama mengembangkan pemetaan dengan menggunakan komputer. Pada akhir tahun ini pula, dilakukan studi transportasi oleh pemerintah kota Chicago untuk menciptakan sistem Cartographatron yang dapat menyajikan secara grafis volume dan kepadatan lalu lintas pada rute-rute jalan tertentu.

Alat digitasi pertama, yang pada saat ini merupakan instrumen utama untuk proses digitalisasi data grafik (peta), diperkenalkan di Inggris pada tahun 1950-an oleh Dr. Ray Boyle bekerjasama dengan Dr. David Bickmore. Pada tahun 1960-an digitizer dan plotter sudah bisa diperoleh di pasaran. Terminal grafik dan komputer mini menyusul kemudian.

Pada akhir 1960-an pemerintah Canada telah membangun suatu sistem, the Canada Geographic Information System, yang memuat data dan informasi tentang pertanian, kehutanan, kehidupan binatang liar, sarana rekreasi, divisi sensus dan tata-guna lahan. Canada adalah negara pertama yang memiliki kemampuan analisis geografis berdimensi luas melalui

peta yang beresolusi tinggi yang menyangkut aspek sumberdaya alam dan kondisi sosial ekonomi.

Industri minyak Amerika berusaha sepanjang tahun 1960-an membangun sistem yang berkomputer untuk memetakan data geologi dan geofisik yang akan dipakai untuk keperluan eksplorasi, informasi fasilitas, dan informasi lainnya.

Usaha-usaha untuk mengembangkan teori hubungan spasial dan geografi dilakukan selama tahun 1950 dan 1960-an di lingkungan universitas di Amerika. Computer-aided drafting technology yang dikembangkan di MIT pada tahun 1950-an, dan pada awal 1960-an akhirnya menjadi sistem baku untuk keperluan penggambaran di lingkungan teknik sipil.

Dan akhirnya, meskipun secara tidak langsung, pengembangan analisis kuantitatif dalam bidang geografi - yang juga disebut dengan revolusi kuantitatif - sangat berpengaruh besar terhadap perkembangan sistem informasi geografis. Torsten Hagerstrand, pakar geografi Swedia, adalah ilmuwan pertama yang menggunakan komputer untuk simulasi spasial. Harold McCarty di Universitas IOWA dan William Garrison di Universitas Washington, adalah termasuk orang-orang pertama yang mengembangkan metode kuantitatif dalam analisis geografis. Dan Universitas Washington, menjadi pusat studi pengembangan SIG yang pertama.

Teknologi sistem informasi geografis mengalami kemajuan yang pesat, dan mulai diterapkan dalam berbagai bidang pada tahun 1970-an.

Para pengguna SIG terdiri dari instansi pemerintah dan swasta. Departemen Sumberdaya Alam New York adalah instansi pemerintah yang pertama kali mengembangkan SIG untuk keperluan inventarisasi penggunaan lahan dan penutup lahan.

Dengan diluncurkannya satelit Landsat yang pertama (semula ERTS-1) tahun 1972, membuka lembaran baru bagi perkembangan SIG, yakni sebagai sumber pembaruan data dan metode pengumpulan data yang sangat berguna dalam SIG.

Perkembangan SIG pada tahun 1980-an sangat didukung oleh perkembangan perangkat keras, yakni:

- Peralatan tayangan (display device) dari sistem lampu tabung ke "refresh graphics" dan dari model vektor ke model raster dengan resolusi rendah tetapi dengan kecepatan lebih tinggi.
- Sistem penayangan grafik berwarna (color graphic displays), yang mempunyai kemampuan untuk membedakan berbagai jenis kenampakan atau nilai atribut, dan juga menyajikan kemampuan tayangan yang lebih menarik.
- Plotter elektrostatis dan plotter ink-jet, dengan kecepatan cetak yang lebih tinggi, harga relatif tidak mahal.

Hubungan antara sistem basis data dan penayangan grafis, kemampuan sistem untuk mengintegrasikan data dari berbagai sumber juga merupakan tonggak sejarah baru bari perkembangan SIG. Pada pertengahan tahun 1980-an muncul berbagai

perangkat lunak SIG. Dan pada akhir 1980-an, tiga jenis sistem utama (resolusi data, model data, kemampuan sistem) yang merujuk pada geografis dapat digabungkan dalam berbagai tingkatan. Saat ini sebagian besar sistem menawarkan kemampuannya untuk menghasilkan tayangan grafis, pemrosesan data atribut, dan kemampuan analisis.

PERKEMBANGAN SIG DI INDONESIA

Munculnya teknologi SIG di Indonesia juga tidak begitu jelas. Jika diasumsikan dengan pemetaan digital atau SIG muncul bersamaan dengan pengolahan data digital yang diperoleh dari satelit, maka tahun 1972 merupakan awal pemunculan teknologi SIG di Indonesia (Ridwan D., 1994).

Pemanfaatan SIG di Indonesia, telah dan sedang dicobakan pada bidang pengelolaan sumberdaya alam melalui program-program pemerintah di berbagai departemen. Salah satu komponen program ini adalah proyek LREP (Land Resource Evaluation Programs) yang melibatkan Bakosurtanal, BPN, Puslittanak, dan Bangda/Bappeda.

Pemanfaatan program Arc/Info telah digunakan hampir di seluruh BAPPEDA Tingkat I dan Tingkat II. Pemanfaatan ini berkaitan dengan proyek LREPI dan LREP II. Beberapa proyek-proyek besar yang menggunakan data penginderaan jauh dan SIG antara lain: pemetaan hutan seluruh Indonesia (NFI I, NFI II), pemetaan vegetasi Sumatra, Pemetaan vegetasi

Kalimantan, pemetaan vegetasi Ujung Kulon (Hartono, 1996).

Beberapa lembaga pendidikan tinggi telah menggunakan dan sedang mengembangkan penggunaan data penginderaan jauh yang diintegrasikan dengan SIG. Lembaga tersebut antara lain PUSPICS-Fakultas Geografi UGM, Fakultas Geografi UMS, Teknik Geodesi UGM, Teknik Geodesi, Geologi dan Elektro ITB, Teknik Kelautan Undip, Jurusan Geografi FMIPA UI.

Sektor swasta secara utuh belum banyak menyentuhnya. Mereka lebih banyak bergerak ke arah penyedia sistem peralatan dan perangkat lunak.

PENUTUP

Indonesia dengan wilayah darat kurang lebih 1,9 juta kilometer persegi merupakan wilayah yang sa-

ngat luas dan memiliki potensi yang besar untuk penerapan SIG, hal ini mengingat baru 13 % luas tersebut yang dipetakan dengan skala 1:50.000 (Asmoro, 1994).

Seiring dengan kemajuan teknologi komputer dan komunikasi, maka data informasi geografis baik yang berupa teks maupun grafis dapat diakses dengan mudah melalui jaringan internet. Dengan kemampuan pengiriman data teks dan grafis melalui internet ini, maka apabila seseorang menginginkan informasi daerah lain tidak perlu mendatangi daerah tersebut, sehingga akan menghemat waktu, tenaga dan biaya.

Perusahaan-perusahaan maupun industri yang memerlukan informasi mengenai pasar potensial untuk produknya sangat perlu memanfaatkan teknologi informasi geografis.

REFERENSI

- Antenucci, et al, 1991. *Geographic Information Systems: A Guide to The Technology, Van Nostrand Reinhold*, New York.
- Aronoff, S., 1991. *Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL*, Ottawa.
- Asmoro, 1994. *Perkembangan Penggunaan SIG dan Kebutuhan Informasi di dalam Perencanaan Pembangunan di Indonesia*, Geografi FMIPA-UI, Depok.
- Hartono, 1996. Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Serta Aplikasinya, *Makalah Seminar* dipresentasikan di UNS.
- P.A. Burrough, 1986. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Clarendon Press, Oxford, 1986.
- Ridwan Djamaluddin, 1994. *Perkembangan Teknologi Pemetaan dan Potensi di Indonesia, Remote Sensing and Geographic Information Systems*, BPPT Year Book 93/94, Jakarta.
- Stephen L. Nelson. *Field Guide To the Internet: With Windows 95*, Alih bahasa oleh: Hartono, 1996, Elex Media Komputindo, Jakarta,
- Sugeng Rahardjo (penyunting), 1996. *Makalah pelatihan Sistem Informasi Geografis*, Jurusan Geografi FMIPA UI, Jakarta.

KONDISI HIDROLOGI AIR PERMUKAAN DI POLDER ALABIO UNTUK IRIGASI

Oleh: Soewarno

ABSTRACT

The Alabio Polder Irrigation which area of 6000 ha is situated at the Negara river basin in Kalimantan Selatan province, consist of agricultural land which major part is approximately used for paddy-fields (60 %), swamp zone (30 %) and other (10 %). During rainy season are usually flooded, which water level of 0,50-1,50 m above the ground surface. The flooding is due to the slight slope of the Alabio, Panggang and Negara river. During field investigation period from Desember 1989 to February 1990, inflow discharge measured in the Tabukan intake was 14,9 - 17,1 m³/det, which water elevation was 2,62-2,74 m MSL, in Mahar intake was 0,52 - 2,67 m³/det, which water elevation was 2,94-3,25 m MSL. The outflow discharge measured in the Kalumpang drainage main canal was 1,68-17,1 m³/det, and in the Luang drainage canal was 13,62-16,92 m³/det. The Alabio Polder outside slope was 0,00011- 0,00025, the inside slope was 0,00002-0,00010. The difference of water level elevations for the various discharge in the Alabio canals network is due back water in the downstream Polder area. Sedimentation was occur in the intake and drainage canals. The chemical analyse show that surface water meet to the standard for irrigation. The hydrological optimization and water balance study should be necessary.

INTISARI

Irigasi polder Alabio dengan luas 6000 ha terletak di Daerah Pengaliran Sungai Negara Propinsi Kalimantan Selatan, merupakan daerah pertanian dengan luas sawah 60 %, lahan berawa 30 % dan lain-lain 10 %. Selama musim penghujan selalu tergenang air banjir setinggi 0,50-1,50 m di atas permukaan tanah. Banjir disebabkan kemiringan sungai Alabio; Panggang dan Negara yang relatif landai. Selama penelitian bulan Desember 1989-Februari 1990 debit masuk ke dalam Polder yang terukur di intake Tabukan 14,9-17,1 m³/det, pada elevasi 2,62-2,74 m di atas muka laut, debit terukur di intake Mahar 0,52-2,67 m³/det, pada elevasi 2,94-3,25 di atas muka laut. Debit keluar Polder yang terukur di saluran pembuang Kalumpang 1,68-17,1 m³/det, di saluran pembuang Luang 13,62-16,92 m³/det. Kemiringan muka air di luar Polder 0,00011-0,00025 sedangkan di dalam Polder 0,00002-0,00010. Terjadinya arus balik di daerah hilir Polder menyebabkan perbedaan tinggi muka air untuk berbagai debit. Sedimentasi telah terjadi di saluran pemasukan dan pembuang dan menyebabkan pendangkalan. Hasil analisis unsur kimia air menunjukkan air permukaan di Polder cukup baik untuk pengembangan irigasi. Penelitianimbangan air dan optimasi hidrologi sangat diperlukan untuk pengembangan Polder Alabio.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Menurut hasil studi dari JICA tahun 1988/1989, yang tercantum pada buku laporan : *Negara River Basin Overall Irrigation Development Plan Study*, telah dinyatakan bahwa pengembangan sumber air di Kalimantan Selatan dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu :

- 1) Negara Pilot Project
- 2) Negara Irrigation and Drainage Upgrading Project
- 3) Upper Negara Agricultural Development Project
- 4) Lower Negara Agricultural Development Project

Pengembangan sumber air permukaan di Polder Alabio termasuk salah satu dari kegiatan dalam pelaksanaan tahap Negara Pilot Project. Sebagian besar dari lahan Polder Alabio terdiri dari sekitar lahan persawahan (60 %), rawa (30%) serta pemukiman (10%). Sudah barang tentu pengembangan Polder Alabio itu memerlukan data hidrologi air permukaan sebagai salah satu data dasar. Tanpa data serta analisis hidrologi air permukaan yang lengkap dan akurat maka mustahil pengembangan irigasi Polder Alabio dapat berhasil optimum. Bila pengembangan irigasi Polder Alabio berhasil optimum diharapkan dapat meningkatkan tanam padi yang hanya sekali menjadi dua kali setahun, serta mengurangi atau bahkan meniadakan lahan rawa menjadi lahan persawahan yang lebih produktif.

Maksud dan Tujuan Penelitian.

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan (1) pengamatan sarana iri-

gasi; (2) pemetaan situasi dan (3) melakukan pengukuran hidrologi air permukaan, yang meliputi unsur : tinggi muka air; debit dan konsentrasi sedimen serta pengambilan contoh kualitas air di lokasi yang dipandang memenuhi ketentuan teknis sebagai lokasi pengukuran data hidrologi.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis *data* hidrologi air permukaan sebagai salah satu dasar pada tahap *awal* penelitian hidrologi lanjutan.

Waktu dan Lokasi

Lokasi penelitian pendahuluan ini adalah khusus di Polder Alabio. Penelitian dilaksanakan mulai Desember 1989 sampai Februari 1990. Polder Alabio mempunyai luas lahan sekitar 6000 ha (*enam ribu hektar*), terletak di daerah pengaliran sungai (DPS) Negara Propinsi Kalimantan Selatan, sekitar 3 Km dari kota Amuntai ibukota Kabupaten Hulu Sungai Utara, atau berjarak sekitar 200 Km dari Banjarmasin ke arah Amuntai.

Penduduk setempat hanya bisa menanam padi pada musim kemarau. Pada musim penghujan umumnya petani tidak melakukan cocok tanam padi ataupun tanaman lainnya, disebabkan sebagian besar lahan sawah di dalam Polder berubah menjadi rawa, dengan genangan sekitar 0,50 - 1,50 diatas permukaan tanah, sehingga vegetasi air cepat berkembang.

Pos curah hujan terdekat adalah di Amuntai. Curah hujan yang tercatat untuk periode 1930-1960 setebal 2405 mm/tahun dengan 108 hari hujan/tahun. Hujan terbanyak terjadi bulan Desember sebesar 315 mm dengan hari hujan 13,5 hari/bulan.

Curah hujan paling sedikit terjadi pada bulan Agustus sebesar 82 mm dengan hari hujan 4,2 hari/bulan. Intensitas curah hujan maksimum urutan pertama yang pernah terjadi adalah sebesar 206 mm/hari terjadi pada bulan Mei tahun 1937, dan maksimum urutan ke dua sebesar 179 mm/hari.

Intensitas curah hujan maksimum rata-rata bulanan terjadi pada bulan April yaitu sebesar 70 mm/hari dan total rata-rata hujan maksimum adalah 200 mm/tahun.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode: (1) wawancara dengan petani dan pejabat terkait; (2) pengamatan langsung kondisi jaringan dan sarana irigasi, (3) pemetaan situasi metode pulang-pergi menggunakan alat ukur sipat datar (water pass), (4) pengukuran langsung tinggi muka air, debit dan sedimen suspensi, serta (5) perhitungan dan analisis data.

Wawancara dan pengamatan dilakukan untuk menyajikan deskripsi kondisi umum Polder dan sarana irigasi. Pengukuran unsur hidrologi air permukaan di lapangan dilakukan sesuai standar yang digunakan oleh Pusat Litbang Pengairan. Selanjutnya dilakukan deskripsi sederhana terhadap data hasil pengukuran tersebut. Data penunjang dikumpulkan dari (1) Direktorat Rawa di Jakarta, (2) Dinas PU Kalsel di Banjarmasin, dan (3) Cabang Dinas PU Hulu Sungai Utara di Amuntai. Untuk keperluan penelitian pendahuluan ini elevasi setiap titik pengukuran situasi didasarkan pada titik tetap (*BM, Bench Mark*) yang telah dibuat oleh :

- 1) JICA, yang tercantum pada buku laporan : *Report on Mosaic Photo Map Project of the Downstream Area of The Negara River Basin,*
- 2) Dinas PU Propinsi Kalimantan Selatan.

Semua papan duga air dan patok pengukuran diikatkan terhadap BM. Pemetaan situasi dilaksanakan dengan metode pulang-pergi dengan menggunakan alat ukur sipat datar.

Pengukuran fluktuasi muka air dilakukan dengan pemasangan papan duga air dengan datum elevasi rata-rata muka laut (=MSL, *mean sea level*) di beberapa lokasi yang secara teknis memenuhi syarat. Tinggi muka air diukur 3 kali sehari, pagi, siang dan sore.

Pengukuran debit dilakukan menggunakan alat ukur arus dengan menggunakan metode yang tercantum pada buku standar: *Metode Pengukuran debit Sungai dan Saluran Terbuka*, Nomor SK SNI M.17- 1989-F, yang diterbitkan oleh Departemen PU.

Kondisi hidraulis yang perlu pertimbangan khusus dalam pelaksanaan pengukuran debit dilapangan, antara lain:

- 1) Pengukuran di saluran induk S.Mahar dilaksanakan di sebelah hilir rumah pompa, dan mengatur debit pompa;
- 2) Pengukuran di pintu pemasukan, dilaksanakan di sebelah hilir pintu yang tidak kena pengaruh hidraulis dari pengaturan pintu, misal di Tabukan. Debit di atur dari pembukaan pintu;

- 3) Pengukuran di saluran pembuang, dilaksanakan dengan mengatur skot balok dan perbedaan elevasi muka air di dalam terhadap elevasi muka air di luar Polder.

Pengambilan sampel sedimen menggunakan alat USDH-48, dilakukan segera setelah selesai pengukuran debit. Pengambilan kualitas air dilakukan sesuai standar Pus Air. Sampel sedimen dan contoh air dianalisis di Laboratorium Kualitas Air di Pusat Litbang Pengairan.

Perhitungan dan analisis data hidrologi berdasar metode yang tercantum pada buku bacaan yang gayut dengan tujuan penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber air permukaan di dalam Polder Alabio berasal dari Sungai Negara dan Sungai Alabio. Sungai Alabio juga bersumber air dari S. Negara, sebelah hulu pos duga air S. Negara-Amuntai, kemudian bertemu dengan S. Panggang dan kembali mengalir menuju S.Negara.

Dengan demikian Polder Alabio adalah merupakan lahan pedataran berawa-rawa seluas sekitar 6000 hektar yang sebetulnya dikelilingi oleh aliran S.Negara. Polder ini dibuat pada Zaman Belanda dan jaringan irigasi telah direhabilitasi oleh Pemerintah pada tahun 1980, untuk meningkatkan produksi padi.

1. Saluran Pemasukan

Sumber air permukaan masuk ke dalam Polder melalui saluran yang berasal dari pintu pemasukan:

- ✓ Utama

- ✓ Tambahan

1.1 Saluran dari Pintu Pemasukan Utama

Sebelum direhabilitasi tahun 1980 saluran pemasukan utama adalah *saluran induk Tabukan* melalui pintu air di Tabukan dengan sumber air dari Sungai Alabio. Sejak direhabilitasi tahun 1980 saluran pemasukan utama adalah *saluran induk Mahar*, pintu pemasukan utama di rumah pompa air Mahar. Sumber airnya langsung berasal dari S.Negara, dengan pemasukan air merupakan intake pengambilan bebas (*free intake*) melalui saluran pengambilan sepanjang 128 m. Data teknis pintu pemasukan di rumah pompa air Mahar adalah :

- ✓ Tinggi ambang pada elevasi = -1,30 m MSL
- ✓ Air terendah = -0,79 m MSL
- ✓ Lebar pintu pemasukan = 3x1,50 m
- ✓ Elevasi puncak pilar = +4,20 m
- ✓ Tinggi pintu pemasukan = 2,0 m dari elevasi ambang -1,30 m

Air S. Negara masuk di kolam tando dan kemudian air dipompa menggunakan pompa besar atau kecil. Setelah air dipompa kemudian dialirkan melalui *Saluran Induk S. Mahar* dengan lebar 7-8 m dan kedalaman rata-rata 1,5 m. Kemudian aliran air tersebut yang diteruskan ke saluran sekunder : (1) *Babirik*; (2) *S.Luang* dan (3) *S. Panggang* yang seterusnya dialirkan sampai petak sawah melalui saluran-saluran tersier.

Di rumah pompa Mahar terdapat pompa besar sebanyak 3 buah dengan kapasitas masing-masing $0,96 \text{ m}^3/\text{det}$ berdaya 80 PK dengan konsumsi bahan bakar 16 l/jam/pompa, dioperasikan sekitar 10 jam per hari pada saat elevasi muka air lebih dari 2,35 m MSL. Bila elevasi muka air lebih dari 0,09 m dan kurang dari 2,35 m MSL digunakan pompa kecil sebanyak 3 buah, dengan kapasitas masing-masing $0,66 \text{ m}^3/\text{det}$, daya 30 PK, mengkonsumsi bahan bakar 8 liter/jam/pompa serta dioperasikan 10 jam per hari.

Selama musim penghujan pintu pemasukan sengaja tidak dioperasikan, pintu air ditutup, air irigasi tidak dialirkan, untuk mengurangi laju sedimentasi yang terbawa oleh aliran Sungai Negara.

Dari pengamatan lapangan hal itu merupakan salah satu sebab vegetasi air di saluran irigasi dan di dalam Polder berkembang dengan cepat. Kondisi itu akan menyebabkan sebagian petani setempat selama musim penghujan tidak menggarap sawah untuk menanam padi. Padi hanya ditanam saat musim kemarau.

1.2 Saluran dari Pintu Pemasukan Tambahan.

Untuk mengurangi derajat keasaman air di dalam Polder dibuat pintu pemasukan tambahan, antara lain yang dibuat:

- 1) pada zaman Belanda, air diambil dari Sungai Alabio, dialirkan melalui saluran : S.Haji; S. Tambalang dan S.Bitin
- 2) pada zaman Belanda, air diambil dari Sungai Negara bila elevasi

lebih dari 2,50 m MSL. Beberapa pintu pemasukan air antara lain di kampung : Tuhurun; Belibis; Tabukan I sampai V; Halad; Tambalong; Pasar Jum'at; Oti; Kalumpang; Pandu; Teluk Embang; H.Tamim; Hambuka dan Penitiran.

- 3) oleh masyarakat setempat, antara lain pintu-pintu air yang terdapat di desa Hambuku tengah, kanan dan hilir, yang berjumlah lebih dari 20 lokasi.

Dari pengamatan lapangan ternyata pintu-pintu air itu sebagian besar telah mengalami kerusakan. Bahkan ada yang nampaknya sengaja dirusak oleh penduduk demi untuk kelancaran lalu lintas perahu antar kampung di dalam atau tepi Polder Alabio. Saluran-saluran tersier umumnya kurang terpelihara dan bahkan dilapangan sulit diidentifikasi lagi karena telah rusak atau telah ditumbuhi oleh vegetasi air dan telah terjadi pendangkalan. Hal itu menyebabkan sebagian besar dari lahan di dalam Polder Alabio pada musim penghujan nampak sebagai rawa yang tertutup vegetasi air.

2. Saluran Pembuang

Kelebihan air dan sisa air dari Polder Alabio dibuang melalui saluran pembuang menuju Sungai Panggang, kemudian kembali mengalir ke S.Negara (lihat peta gambar 1). Terdapat dua jenis saluran pembuang, yaitu saluran pembuang:

- ✓ Utama
- ✓ Tambahan

Pada musim kemarau, saluran pembuang utama ataupun tambahan

dapat beralih fungsi sebagai saluran pemasukan. Hal itu terjadi bila elevasi muka air di luar Polder lebih tinggi jika dibanding elevasi muka air di dalam Polder. Kondisi itu merupakan salah satu masalah dalam pengelolaan air Polder Alabio.

Dari pengamatan lapangan ternyata pintu-pintu air saluran pembuang sebagian besar telah mengalami kerusakan. Bahkan ada yang dirusak penduduk demi untuk kelancaran lalu lintas perahu antar kampung di dalam atau tepi Polder Alabio. Saluran-saluran pembuang umumnya kurang terpelihara dan bahkan dilapangan sulit diidentifikasi lagi karena telah rusak untuk kelancaran lalu lintas perahu, atau telah ditumbuhi oleh vegetasi air atau dangkal karena endapan lumpur. Kondisi itu pada menyebabkan semakin bertambahnya luas rawa terutama pada musim penghujan. Bangunan ukur debit di dalam polder umumnya kurang terpelihara dengan baik, sebagian dirusak untuk kelancaran lalulintas air.

2.1 Saluran Pembuang Utama.

Saluran pembuang utama adalah saluran induk S. Kalumpang. Saluran itu mempunyai lebar 10-12 m, dengan kedalaman rata-rata 1,5 m merupakan saluran yang menampung kelebihan air dari saluran-saluran tersier pembuang.

Sebelum jaringan irigasi Polder Alabio di rehabilitasi pada tahun 1980, saluran induk pembuang utama S. Kalumpang tersebut sebetulnya semula berfungsi sebagai saluran induk pemasukan yang sumber airnya berasal dari S. Negara setelah dialirkan melalui S. Alabio. Pintu pemasukan berada di kampung Tabukan, yang dilengkapi dengan sebuah pintu ulir. Setelah jaringan irigasi tahun 1980 direhabilitasi pintu air di Tabukan mestinya ditutup. Dengan masih terbukanya pintu air di kampung Tabukan itu membuka peluang kepada masyarakat menggunakannya sebagai pintu pengatur kedalaman air di saluran yang terutama untuk lalu lintas perahu keluar atau masuk Polder Alabio.



Gambar 1. Peta lokasi Polder Alabio
(dibuat dengan cara pemetaan saat penelitian ini dilaksanakan)

Kondisi ini bila dibiarkan terus-menerus kemungkinan dapat mempercepat rusaknya saluran-saluran dan pintu-pintu air di dalam Polder, karena pintu-pintu itu dianggap mengganggu kelancaran lalu-lintas air, bahkan ada indikasi pintu-pintu air, itu dirusak masyarakat.

Saluran induk pembuang utama S. *Kalumpang* berfungsi membuang air ke S. *Panggang* dilengkapi dengan pompa pembuang dan pintu pembuang.

a) Pompa pembuang

- i) Jumlah :5 buah
- ii) Kapasitas/pompa :2,5 m³/det
- iii) Bahan bakar/pompa :20 liter/jam
- iv) Penurunan muka air :3cm/10 jam opresai /hari

b) Pintu pembuang

Terdiri dari 6 pintu, yaitu 4 pintu skot balok dan 2 pintu ulir dengan lebar/pintu 2,80 m dan tinggi 4 m. Pintu di *Kalumpang* ini dioperasikan untuk lalulintas air keluar dan masuk Polder. Bila hal ini di biarkan terus menerus tidak menutup kemungkinan mempercepat rusaknya pintu-pintu air di dalam Polder yang semula dirancang sebagai pengatur tinggi muka air dan debit.

2.2 Saluran Pembuang Tambahan

Saluran pembuang tambahan berfungsi untuk memperbesar volume air yang ke luar dari dalam Polder

Alabio. Terdapat pintu pembuang yang dibuat pemerintah dan masyarakat.

Pintu pembuang untuk saluran pembuang tambahan yang dibuat pemerintah sebanyak tiga buah, yaitu di kampung :

- a) *Namang*, membuang air melalui Saluran *Namang*, terdiri dari 2 pintu skot balok, lebar 2,5 m dan tinggi 3 m.
- b) *Luang*, membuang air melalui Saluran *Luang*, terdiri dari 2 pintu skot balok, lebar 3 m dan tinggi 3 m, serta sebuah pintu ulir, lebar 3 m dan tinggi 3 m.
- c) *Murung Panti*, membuang air melalui Saluran *Murung Panti*, merupakan pintu skot balok, dengan lebar 3 m dan tinggi 3 m.

Pintu pembuang tambahan yang di buat masyarakat antara lain di kampung *Babirik (Murung Panti Hilir)*, dibuat pintu skot balok dengan lebar 1,5 m dan tinggi 3 m.

Pintu-pintu air saluran pembuang tambahan tersebut juga dioperasikan untuk lalulintas air keluar dan masuk Polder. Bila hal ini di biarkan terus menerus tidak menutup kemungkinan mempercepat rusaknya pintu-pintu air di dalam Polder.

Tabel 1. Debit Sungai Negara - Amuntai

Tahun	Rata-rata		Minimum sesaat	
	Q M ³ /det)	E.L. (m)	Q (m ³ /det)	E.L. (m)
1984	153	3,17	22,6	0,99
1985	116	2,72	15,4	0,73
1986	116	2,72	6,15	0,22
1987	77,9	2,11	12,3	0,59
1988	126	2,85	140,0	0,67
1989	119	2,76	21,4	0,95

Sumber: Buku Publikasi Debit Pus.Air.

3. Debit Sungai Negara

Telah disebutkan bahwa sumber air permukaan di Polder Alabio adalah dari S. Negara yang dipompa masuk Polder melalui saluran induk pemasukan utama dan melalui pintu-pintu air pemasukan tambahan.

Sebagai gambaran debit S. Negara yang terukur di Pos Duga Air Amuntai tercantum pada tabel 1. Dari data debit tabel 1, debit minimum sesaat terkecil sebesar 6,15 m³/det pada tanggal 6 September 1986, dan debit minimum sesaat terbesar sebesar 22,6 m³/det pada 31 Oktober 1984.

Hanya dengan memperhatikan debit minimum sesaat itu tanpa memperhatikan *dependable flow* tiap setengah bulan, maka secara perkiraan kasar pengembangan sumber air permukaan untuk irigasi di Polder Alabio seluas sekitar 6000 ha, yang diperkirakan memerlukan debit untuk irigasi padi sekitar 6-8 m³/det, tidak akan kekurangan air bahkan kelebihan air sehingga membentuk rawa yang tertutup vegetasi air seperti enceng gondok.

4. Debit Saluran Pemasukan

4.1 Debit Pemasukan Utama di Saluran Induk Mahar

Debit yang mengalir di Saluran Induk pemasukan *Mahar* tergantung dari debit yang pompa dari S. Negara. Bila elevasi muka air lebih dari 2,35 m MSL digunakan pompa besar. Kapasitas pompa besar sebanyak 3 buah dengan kapasitas masing-masing 0,96 m³/det/pompa, dioperasikan sekitar 10 jam per hari. Bila elevasi muka air lebih dari 0,09 m dan kurang dari 2,35 m MSL digunakan pompa kecil sebanyak 3 buah, dengan kapasitas masing-masing 0,66 m³/det/pompa, serta dioperasikan 10 jam per hari. Pengukuran sesaat yang dilakukan pada saat penelitian bulan Desember 1989 - Februari 1990 debit terukur adalah 0,52 - 2,67 m³/det pada tinggi muka air papan duga 1,00 m -1,31 m atau 2,94 - 3,25 m MSL. Elevasi nol papan duga ± 1,936 m MSL. Debit terukur mulai dari kapasitas pompa besar dari volume terendah sampai maksimum. Pengoperasian pompa perlu biaya oleh karena itu jarang

digunakan dan oleh karena itu saluran-saluran tersier yang langsung menerima air dari Saluran Induk Mahar sering tidak berfungsi dan hal itu mempercepat tumbuhnya vegetasi air dan semak-semak.

4.2 Debit Pemasukan Tambahan di Saluran Induk Tabukan

Telah dijelaskan bahwa Saluran Induk Tabukan merupakan saluran induk pemasukan utama sebelum jaringan irigasi Polder Alabio direhabilitasi tahun 1980. Mestinya setelah tahun itu pintu pemasukan air di Kampung Tabukan ditutup.

Debit Saluran Induk Tabukan berasal dari S.Negara setelah dialirkan ke S. Alabio. Pengukuran sesaat yang dilakukan pada saat penelitian bulan Desember 1989- Februari 1990 debit terukur adalah 1,81 - 14,66 m³/det pada tinggi muka air papan duga 0,45 m -1,00 m atau 2,14 - 2,69 m MSL. Elevasi nol papan duga ± 1,690 m MSL. Ternyata debit Saluran Tabukan lebih besar dari Saluran Induk Mahar. Pengukuran debit Saluran Tabukan dilaksanakan dengan mengatur bukaan pintu ulir dari bukaan minimum sampai maksimum. Petani lebih menyukai memasukan debit air dengan mengatur ulir di Kampung Tabukan dari pada harus memompa air di Saluran Induk Mahar. Disamping debitnya lebih besar juga tidak perlu biaya pengoperasian pompa. Debit yang masuk di pintu air Tabukan ini tidak dikontrol menurut kebutuhan air irigasi tetapi menurut kelancaran lalu lintas air. Bila dirasa air di dalam Polder telah surut dan mengganggu kelancaran lalulintas

air maka pintu air pemasukan di Kampung Tabukan sering kali terbuka secara terus-menerus tanpa kontrol sesuai kebutuhan air irigasi. Hal ini menyebabkan semakin cepatnya perkembangan rawa di dalam Polder.

4.3 Debit di Pintu Pemasukan Tambahan Lainnya

Telah disebutkan debit yang masuk Polder disamping dialirkan melalui pintu di Kampung Tabukan dan dipompa di Kampung Mahar, juga dialirkan melalui pintu-pintu air yang dibuat pada Zaman Belanda dan yang dibuat oleh masyarakat setempat. Selama penelitian pendahuluan ini dilakukan pengukuran di 19 pintu pemasukan tambahan. Debit total yang terukur dari ke 19 pintu itu cukup besar yaitu sebesar 17,41 m³/det. Debit terukur di pintu tambahan ini yang terbesar adalah di pintu air Kampung Bitin sebesar 6,48 m³/det dan yang terkecil 0,05 m³/det di pintu air Kampung Haji. Debit yang masuk di pintu-pintu tambahan ini tidak dapat terkontrol karena umumnya kondisinya tidak dapat berfungsi dengan baik dan bahkan sebagian telah rusak.

Dari pintu tambahan ini saja debit yang masuk cukup besar dan secara kasar telah melebihi kebutuhan irigasi untuk lahan seluas 6000 ha, yang kira-kira hanya memerlukan debit tidak lebih dari 6,0 - 8,0 m³/det. Belum lagi air yang masuk tanpa kontrol dari pintu pemasukan di Kampung Tabukan debitnya sudah barang tentu lebih besar. Meskipun debit dari pintu pemasukan tambahan itu juga berfungsi untuk mengurangi derajat

keasaman air, tetapi juga dapat diduga mempercepat atau mendorong terbentuknya rawa. Oleh karena itu sangat diperlukan model hidrologi tentang neraca air dan optimasi pemasukan air ke dalam Polder agar Polder Alabio dapat dimanfaatkan secara optimum tanpa merusak lingkungan.

5. Debit Saluran Pembuang

5.1 Debit Pintu Pembuangan Utama

Saluran pembuang utama adalah Sal. Kalumpang, kelebihan air di dalam Polder Alabio di Sal. Kalumpang di keluarkan dengan cara pompanisasi atau dengan mengatur bukaan pintu air pembuang, tergantung dari pada perbedaan elevasi muka air di dalam Polder terhadap elevasi muka air di luar Polder, yaitu muka air di S. Panggang yang juga bermuara ke S. Negara.

Pompanisasi dilakukan bila elevasi muka air di dalam Polder lebih rendah dari elevasi muka air di luar Polder. Tersedia 5 buah pompa dengan kapasitas $2,50 \text{ m}^3/\text{det}/\text{pompa}$ atau $150 \text{ m}^3/\text{menit}/\text{pompa}$. Pengukuran debit saluran pembuang utama saat penelitian dilakukan dengan mengatur skot balok bukaan pintu. Debit terukur berkisar antara $1,68 - 17,10 \text{ m}^3/\text{det}$. Pengukuran dilakukan saat S. Panggang tidak kena pengaruh arus balik dari S. Negara. Dilakukan mulai bukaan pintu yang paling minimum sampai maksimum. Dengan demikian pintu saluran pembuang utama Kalumpang mempunyai kapasitas pembuangan debit yang cukup besar.

5.2 Debit Pintu Pembuang Tambahan

Debit pintu pembuang tambahan diukur dengan mengatur bukaan skot balok dan pada saat tidak kena pengaruh arus balik. Debit terukur mengalir ke S. Panggang dan kemudian mengalir bermuara ke S. Negara. Debit yang terukur adalah :

- a) di Kampung Namang, sebesar $1,90-2,80 \text{ m}^3/\text{det}$
- b) di Kampung Luang, sebesar $13,62-16,92 \text{ m}^3/\text{det}$
- c) di Penitiran I, sebesar $1,65 \text{ m}^3/\text{det}$ dan
- d) di Penitiran II, sebesar $1,10 \text{ m}^3/\text{det}$

6. Elevasi Dasar dan Muka Air

Selama penelitian pendahuluan ini, telah dilakukan pengukuran elevasi muka air menggunakan alat ukur sipat datar dengan cara pulang-pergi. Semua patok diikatkan pada BM yang dirujuk dari pengukuran JICA dan Dinas PU Propinsi Kalimantan Selatan. Elevasi permukaan tanah Polder Alabio ternyata tidak rata dan berbentuk cekung. Elevasi yang agak tinggi terdapat di daerah Kampung : Bitin; Mahar; Hambuku dan Tabukan, sedangkan di dalam Polder umumnya lebih rendah. Dari pengukuran itu diperoleh hasil :

- 1) Kemiringan dasar sungai di luar Polder berkisar antara $0,00011-0,00019$ dengan kemiringan muka air berkisar antara $0,00002-0,00025$
- 2) Kemiringan dasar saluran pemasukan di dalam polder berkisar antara $0,00010-0,00029$ dengan kemiringan muka air berkisar antara $0,00003-0,00010$

- 3) Kemiringan dasar saluran pembuang di dalam polder berkisar antara 0,00002-0,00023 dengan kemiringan muka air berkisar antara 0,00003-0,00007.

Dari hasil pengukuran itu kelihatan bahwa kemiringan dasar dan muka air adalah termasuk landai, relatif datar, sehingga kecepatan aliran cukup lambat dan mendorong terbentuknya rawa dengan vegetasi air terutama enceng gondok. Kecepatan aliran di Saluran Mahar berkisar antara 0,14 - 0,37 m/det.

7. Angkutan Sedimen Suspensi

Selama penelitian pendahuluan ini, telah dilakukan pengambilan sampel sedimen suspensi. Tabel 2, menunjukkan hasil perhitungan debit sedimen suspensi saat penelitian di-

laksanakan. Secara umum air yang masuk Polder langsung dari S. Alabio yaitu di Tabukan dan Bitin mempunyai debit sedimen lebih besar dibanding yang masuk melalui intake Saluran Mahar yang sebelum dialirkan di endapkan dahulu di kolam tando. Debit sedimen yang masuk di Bitin sampai 229, 55 ton/hari. Dari tabel 2, terdapat indikasi debit sedimen yang keluar polder secara keseluruhan lebih kecil dari yang masuk. Suspensi di Polder Alabio Oleh karena itu sebagian sedimen itu diduga terendap di jaringan saluran di dalam polder dan merupakan salah satu sebab pendangkalan saluran. Debit sedimen yang masuk tersebut belum terhitung yang melalui pintu-pintu pemasukan lainnya yang jumlahnya lebih dari 20 lokasi.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sedimen

No.	Lokasi	Debit Sedimen (ton/hari)
1	Intake Sal. Mahar	4,49 - 28,76
2	Intake Tabukan	30,56 - 60,18
3	Inlet Bitin	24,07 - 229,55
4	Outlet Namang	2,61 - 22,95
5	Outlet Luang	6,22 - 16,98
6	Outlet Kalumpang	15,88 - 77,17

Sumber: pengukuran lapangan

Tabel 3. Parameter kualitas air Polder Alabio

Parameter	Sal. Pemasukan		Sal. Pembuangan	
	Mahar	Tabukan	Kalumpang	Namang
PH	7,2	7,3	9,1	6,8
% Na	10	8,9	9,1	11
SAR	0,15	0,12	0,14	0,18
RSC	0,04	0,03	0,01	0,06
DHL (umho / cm)	85	75	90	100
Cl (mg/liter)	1,7	1,5	1,7	2,1

8. Kualitas Air Permukaan

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis laboratorium parameter kimia dari contoh air yang diambil di beberapa lokasi di dalam Polder Alabio.

Konsentrasi ion hidrogen dalam air dinyatakan sebagai PH digunakan untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaaan air. Bila PH > 8,5 menunjukkan kadar natrium (Na) dan bikarbonat (HCO₃) yang tinggi, bila PH < 4,0 menunjukkan air tersebut mengandung asam bebas. Bila PH = 7 menunjukkan air itu netral yang berarti tidak asam dan tidak basa.

Dari Tabel 3, menunjukkan PH air yang masuk dan keluar polder berkisar antara 6,8-7,3 berarti contoh air tersebut dikuasai oleh garam-garam mendekati netral. Namun jika hanya PH air saja yang diselidiki, tanpa menentukan PH tanah maka belum cukup sebagai pedoman, sebab PH akhir ditentukan pada reaksi antara tanah dan air.

Kadar natruim (Na) yang tinggi dapat menimbulkan bahaya alkalinitas (PH lebih dari 8,5), jika ion Na dalam konsentrasi yang tinggi tidak diikuti oleh konsentrasi ion kalsium

(Ca) dan magnesium (Mg) yang tinggi maka dapat mengurangi permeabelitas tanah. Kandungan Na dinyatakan sebagai persentase Na yang ditentukan dengan persamaan:

$$\%Na = \frac{(Na + K)}{Na + K + Ca + Mg} \times 100$$

Semua kadar ion dinyatakan dalam satuan epm (*ekivalen/million*). Harus dilakukan konversi dari satuan mg/liter (Walton, 1970, hal 440). Dari tabel 3, nilai % Na berkisar antara 8,9-11. WILCOX memberi kriteria jika dari contoh air mempunyai nilai % Na kurang dari 20 maka air itu cukup baik untuk irigasi.

Aktifitas relatif ion Na dalam merubah bentuk dinyatakan sebagai nilai imbalan jerapan natrium (SAR, sodium adsorption ratio), yang dinyatakan dengan persamaan (Walton, 1970, hal 462):

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$$

Menurut US. SALINITY LABORATORY jika nilai SAR kurang dari

10 maka air tersebut dapat digunakan untuk irigasi pada semua jenis tanah (Walton, 1970, hal 462). Dari tabel 3, nilai SAR kurang dari 10 maka air di dalam polder Alabio dapat digunakan untuk irigasi. Kemungkinan berkurangnya permeabilitas tanah akibat konsentrasi natrium kecil sekali.

Parameter lain yang perlu diketahui adalah natrium karbonat tersisa (RSC = residual sodium carbonate). Besaran ini diusulkan oleh EATON untuk memperhitungkan pengaruh ion bikarbonat dan dihitung dengan persamaan :

$$RSC = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg)$$

Dari persamaan RSC itu ion-ion dinyatakan dalam satuan epm. Dari tabel 3, nilai RSC berkisar antara 0,01-0,06 epm. Karena RSC kurang dari 1,25 epm maka air di dalam Polder Alabio aman untuk irigasi. Bila nilai RSC semakin bertambah besar berarti semakin banyak sisa karbonat (CO_3) dan bikarbonat (HCO_3) yang dapat membentuk garam basa dengan Na, akibatnya struktur tanah menjadi rusak. Tanah seperti ini kalau kena air mudah melumpur dan bila kering menjadi keras.

Daya hantar listrik (DHL) dapat digunakan sebagai salah satu tolok ukur kecocokan air jika digunakan untuk irigasi. Dari tabel 3, diperoleh DHL berkisar antara 75 - 100 (mho/cm, berarti kurang dari 250 (mho/cm, menunjukkan air Polder Alabio mempunyai kandungan garam yang rendah. Air dapat digunakan untuk irigasi, tetapi jika permeabilitas tanah rendah diperlukan pencucian

kalau pemberian air irigasi tidak normal. Parameter lain yang perlu ditinjau adalah unsur khlorida (Cl), jika kandungannya melebihi 10 epm maka berbahaya bagi tanaman. Dari tabel 3, diperoleh nilai Cl berkisar antara 1,5 - 2,1 mg/liter atau 0,042- 0,058 epm, berarti air di dalam polder Alabio tidak berbahaya untuk tanaman. Parameter lain seperti nikel (Ni); tembaga (Cu); seng (Zn); Krom (Cr); kadmium (Cd); timbal (Pb); flurida (F) dan nitrit (NO_2) tidak teramati.

KESIMPULAN

1. Debit Sungai Negara dan Sungai Alabio tersedia lebih dari cukup untuk memenuhi kebutuhan air irigasi Polder Alabio sepanjang waktu yang diperlukan.
2. Debit air yang masuk ke dalam polder dan ke luar dari polder tidak dapat terkontrol dengan baik, pintu-pintu pemasukan dan pintu pembuangan pada umumnya dalam keadaan kurang memenuhi syarat sebagai alat pengatur muka air dan debit, bahkan terdapat yang tidak berfungsi dengan baik, hanya dengan alasan untuk tujuan kelancaran lalulintas air.
3. Hasil pengukuran lapangan menunjukkan debit yang masuk ke dalam polder melebihi kebutuhan untuk irigasi.
4. Hasil pengukuran lapangan debit yang ke luar dari polder cukup besar, tetapi bila terjadi arus balik Sungai Negara dan atau Sungai Panggang atau elevasi muka air di luar Polder lebih tinggi dari

yang di dalam Polder maka debit yang seharusnya keluar akan terhambat, meskipun dibantu dengan pompanisasi, hal itu menyebabkan terjadinya genangan air di dalam polder yang cenderung membentuk rawa yang tertutup vegetasi air terutama enceng gondok.

5. Dari pengukuran lapangan saat penelitian, menunjukkan adanya indikasi bahwa debit sedimen suspensi yang masuk polder ternyata lebih besar dibanding yang keluar polder. Dengan demikian dapat sebagai indikasi bahwa telah terjadi pendangkalan di dalam polder.
6. Dengan basis contoh kualitas air yang diambil saat penelitian, maka setelah memperhatikan parameter PH, % Na, SAR, RCS dan Cl serta parameter kimia lainnya dari air yang masuk dan keluar polder, menunjukkan bahwa parameter tersebut masih dibawah ambang batas, oleh karena itu kualitas airnya cukup memenuhi syarat untuk pengembangan irigasi di Polder Alabio.
7. Kurang terkontrolnya debit yang masuk dan keluar serta lahan Polder Alabio terletak di daerah pedataran berawa, serta dari hasil pemetaan lapangan saat penelitian menunjukkan bahwa kemiringan dasar saluran dan muka air relatif landai, maka kondisi landai itu turut mendukung percepatan berkembangnya rawa dan vegetasi air terutama enceng gondok di dalam polder.

8. Saluran irigasi di dalam Polder Alabio menunjukkan indikasi kurang terpelihara sebagai sarana pemasukan, penyaluran dan pembuangan air, sebagian nampak tertutup vegetasi air dan semak-semak, bahkan sebagian sulit teridentifikasi keberadaannya.
9. Di dalam polder kondisi pintu-pintu air umumnya kurang terpelihara dengan baik, sebagian dalam keadaan rusak, hanya untuk tujuan kelancaran lalulintas air.

SARAN

1. Debit Polder Alabio pada saat penelitian ini dilaksanakan ternyata cukup tersedia sepanjang waktu dan kualitas airnya memenuhi syarat untuk pengembangan irigasi, namun demikian perlu ditentukan lebih lanjut tentang kecocokan kondisi tanah; jenis tanaman dan tatalaksana pemberian air (terus menerus atau berkala; penggenangan atau pembasahan), oleh karena itu perlu penelitian optimasi hidrologi untuk mendapatkan model neraca air Polder Alabio, sesuai kondisi tanah, tanaman, dan tatalaksana pemberian air yang tidak merusak lingkungan.
2. Perlu peningkatan kesadaran masyarakat setempat, (terutama yang terkait dengan penggunaan saluran irigasi sebagai sarana lalulintas air), untuk tidak merusak sarana irigasi baik saluran ataupun pintu-pintu air yang telah dibangun.

3. Diperlukan pembuatan jalan darat yang lebih memadahi di sekeliling polder terutama sisi kiri Polder Alabio dan juga pembuatan jalan darat antar kampung di dalam Polder Alabio, dengan

adanya jalan darat yang lebih memadai diharapkan dapat untuk mengeliminir lalulintas air yang ternyata mempercepat rusaknya sarana irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Meteorologi dan Geofisika, 1969, *Data Curah Hujan di Luar P. Jawa dan Madura*, Jakarta.
- JICA, 1989, *Negara River Basin Overall Irrigation Development Plan Study*, Dit. Jen Pengairan
- Michael, A.M, *Irrigation Theory and Practice*, Vikas. Pub, New Delhi.
- Ponce, V.M, 1989, *Engineering Hydrology*, Prentice Hall, New Jersey 07632.
- Pusat Litbang Pengairan, 1990, *Penelitian Fluktuasi Muka Air dan Analisis Kualitas Air di Rencana Pilot Project di Wilayah Sungai Negara Kalimantan Selatan*, Laporan Teknis No. 42/HI-7/1990.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi-Hidrometri*, Penerbit Nova Bandung.
- Walton, W.C, 1970, *Ground Water Resource Evaluation*, Mc. Graw Hill New York.