

**PENGELOLAAN DAERAH TAMPUNG WAY RAREM,
LAMPUNG UTARA**
Suatu Analisa Sosial Ekonomi¹⁾

Oleh: Hermanto²⁾

Abstrak

Kelestarian fungsi Waduk Way Rarem sangat bergantung pada tingkat erosi tanah dan debit air yang dihasilkan oleh daerah tampung. Oleh karena itu daerah tampung Way Rarem perlu dijaga kelestariannya supaya dapat berfungsi sebagai pengatur erosi tanah dan aliran air. Pengelolaan daerah tampung yang ditinjau dari segi sosial ekonomi bermanfaat dalam mengidentifikasi peubah sosial, ekonomi dan kependudukan yang berperan dalam proses perubahan tataguna lahan di daerah ini. Optimasi penggunaan sumberdaya lahan yang memperhatikan pembatas erosi tanah diperlukan dalam rangka meningkatkan manfaat sosial bagi pengelolaan daerah tampung. Analisa kualitatif, yang ditunjang oleh analisa korelasi non parametrika dipergunakan dalam rangka mengidentifikasi peubah sosial, ekonomi dan kependudukan yang berperan dalam proses perubahan tataguna lahan. Metode rancangan linier dipergunakan dalam analisa optimasi penggunaan sumberdaya lahan di daerah tampung. Dari hasil analisa sosial ekonomi didapatkan tiga peubah yang sangat menentukan perubahan tataguna lahan di daerah tampung, yaitu peubah sarana sosial ekonomi (X2), status hukum atas lahan (X4) dan kepadatan penduduk (X12). Hasil optimasi penggunaan sumberdaya lahan menunjukkan bahwa kegiatan penanaman kopi seluas 19205 (63.7%), lada seluas 7644 (25.4%) dan reboasasi seluas 1146 ha (3.8%); masih dapat menjamin umur pakai waduk sampai dengan 60 tahun. Keuntungan sosial yang didapat dari hasil optimasi tersebut adalah 16,4 milyar rupiah.

Pendahuluan

Peningkatan produksi pertanian ditempuh melalui program intensifikasi, ekstensifikasi dan diversifikasi usaha pertanian. Pembangunan jaringan irigasi di seluruh pelosok tanah air terutama bertujuan untuk pengadaan air dalam jumlah yang memadai dan teratur agar proses produksi pertanian dapat berlangsung sepanjang tahun. Dengan demikian sistem bercocok tanam yang tadinya banyak bergantung kepada musim, melalui sistem irigasi yang baik dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat ditanami secara lebih intensif sepanjang tahun.

¹⁾ Tulisan ini bersumber dari thesis Magister Sains penulis pada Fakultas Pasca Sarjana IPB. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Affendi Anwar sebagai penasihat utama dan Dr. Sjarifuddin Baharsjah, Prof. Dr. Sitanala Arsjad dan Dr. Faisal Kasryno atas bimbingannya selama menyelesaikan thesis penulis. Walaupun demikian segala kekeliruan yang terdapat dalam tulisan ini adalah merupakan tanggung jawab penulis.

²⁾ Staf Peneliti pada Pusat Penelitian Agro Ekonomi, Badan Litbang Pertanian.

Sebuah waduk irigasi sedang dibangun di Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Rarem, Lampung Utara. Waduk tersebut direncanakan dapat mengairi lahan pertanian di daerah transmigrasi Way Abung seluas kurang lebih 22000 ha. Masalah yang dihadapi terutama adalah bagaimana mengelola proyek pembangunan waduk ini agar dapat berdayaguna secara lestari.

Waduk Way Rarem memperoleh air dari daerah tangkapan (*catchment area*) seluas kurang lebih 32800 ha. Kelestarian dayaguna waduk sangat bergantung kepada baik buruknya kondisi daerah tangkapan yang merupakan sumber aliran air bagi waduk tersebut. Di samping itu daerah tangkapan juga merupakan sumber erosi tanah yang kemudian diendapkan di waduk sebagai endapan tanah (sedimen). Masalah ketersediaan air yang teratur dan sedimentasi tanah merupakan masalah utama serta paling rumit untuk dipecahkan dalam rangka pengelolaan daerah tangkapan.

Pada tahun 1945 daerah tangkapan Way Rarem masih merupakan daerah yang berhutan primer dan sekunder. Sekarang daerah tangkapan ini sebagian besar telah dibuka menjadi daerah perkebunan rakyat, perladangan, sawah, serta daerah pemukiman penduduk. Dengan demikian pengelolaan daerah tangkapan menghadapi masalah pembukaan hutan secara liar dan tidak terencana, yang pada akhirnya berakibat kepada makin besarnya fluktuasi debit air tahunan serta tingginya tingkat erosi tanah. Tingginya fluktuasi debit air dan tingkat erosi tanah di khawatirkan akan menurunkan dayaguna Waduk Way Rarem.

Pada hakekatnya pengelolaan daerah tangkapan dapat ditempuh dengan tiga cara, yaitu: (1) pengelolaan secara vegetatif, (2) pengelolaan secara teknis-mekanis, dan (3) kombinasi dari kedua cara terdahulu. Cara-cara pendekatan pengelolaan tersebut di atas dapat memberikan suatu rekomendasi tentang program pengelolaan daerah tangkapan yang secara teknis dapat dipertanggung jawabkan. Walaupun demikian mengingat bahwa pengelolaan daerah tangkapan berhubungan dengan manusia yang ikut serta memanfaatkan sumberdaya setempat bagi kehidupannya, maka segi sosial ekonomi menjadi sangat penting dalam rangka pelaksanaan program pengelolaan daerah tangkapan.

Penelitian ini akan mengkaji lebih jauh mengenai keadaan sosial ekonomi di daerah tangkapan Way Rarem, terutama mengenai hubungan antara faktor sosial ekonomi dan kependudukan dengan perubahan tataguna lahan di daerah ini. Pada tahap selanjutnya berdasarkan pengetahuan mengenai faktor-faktor sosial, ekonomi dan kependudukan di atas disusun suatu program perencanaan pengelolaan daerah tangkapan yang menyangkut alokasi sumberdaya dan dana yang tersedia untuk mendapatkan manfaat sosial yang sebesar-besarnya bagi masyarakat yang tinggal di daerah tangkapan dan juga bagi pendaayagunaan waduk irigasi yang optimal.

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dibuat suatu rekomendasi pengelolaan daerah tampung Way Rarem. Rekomendasi yang dihasilkan disamping memperhatikan masalah teknis dan ekonomis, juga memperhatikan unsur masyarakat sebagai suatu sistem sosial, dimana anggotanya sekaligus berperan sebagai unit pemegang keputusan usahatani di daerah tampung sehubungan dengan program pengelolaan yang akan dijalankan

Metodologi

Kerangka Pemikiran

Daerah tampung (*catchment area*) merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (*Watershed*) tempat berkumpulnya hulu anak-anak sungai. Dengan demikian daerah tampung merupakan sumber aliran air yang sekaligus dapat merupakan sumber partikel tanah hasil erosi yang hanyut bersama aliran air tersebut. Partikel-partikel tanah ini akhirnya mengendap di dasar sungai yang dapat mengakibatkan pendangkalan. Jika pendangkalan tersebut terjadi pada waduk, maka fungsi waduk sebagai pengendali aliran air sungai tidak dapat bertahan lama, karena volume air yang dapat ditampung oleh waduk semakin lama semakin mengecil.

Jumlah tanah yang hilang akibat erosi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Tanah yang hilang pada masing-masing kegiatan produksi tanaman pada setiap jenis tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan umum erosi Wischmeir dan Smith (Frohberg dan Taylor, 1979) sebagai berikut :

$$A = f(R, K, L S, C, P)$$

A = Rata-rata jumlah tanah yang tererosi dalam ton/ha/tahun.

R = Indeks erosivitas hujan.

K = Faktor erodibilitas tanah.

LS = Faktor yang mencerminkan efek kombinasi dari panjang lereng dan kecuraman.

C = Faktor sistem penanaman dan pengelolaan pertanian.

P = Faktor tindakan konservasi tanah.

Berdasarkan persamaan umum erosi diatas dapat dikatakan bahwa perubahan tataguna lahan di daerah tampung, yang tadinya mayoritas hutan menjadi daerah perkebunan rakyat, perladangan dan pemukiman, akan mempengaruhi faktor C dan P, yang akhirnya mempengaruhi besarnya erosi di daerah tersebut. Dengan demikian perlu dipelajari terlebih dahulu faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perubahan tataguna lahan di daerah tampung.

Daerah tampung dapat dipandang sebagai suatu wilayah umum (*public land*) yang dimiliki dan dikuasai oleh negara berdasarkan peraturan dan perundangan tertentu. Tetapi wilayah ini dari segi hukum dan ekonomi juga memiliki sifat dan ciri-ciri yang ada pada lahan milik, *private land* (Krutilla and Fisher, 1975). Walaupun daerah tampung dapat dipandang sebagai wilayah umum, tetapi dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka kebutuhan akan lahan pertanian dan pemukiman semakin meningkat (Vicher, 1965). Dengan masuknya penduduk ke daerah tampung maka terjadi perubahan tataguna lahan di daerah tersebut yang kemudian berpengaruh terhadap penyediaan dan pengaturan air.

Mengingat bahwa besar sekali pengaruh manusia terhadap keseimbangan ekosistem, maka perlu diketahui beberapa faktor penarik dan pendorong bagi manusia untuk datang ke daerah tampung. Mengingat bahwa daerah tampung Way Rarem dulunya merupakan ekosistem hutan yang belum terganggu, maka jika ada orang yang datang ke daerah ini pasti telah dipengaruhi oleh faktor pendorong di daerah asalnya. Faktor pendorong bagi orang sehingga dia datang ke daerah tampung antara lain adalah meningkatnya tekanan penduduk dan kurangnya pilihan akan mata pencaharian di daerah asal (Singh, 1977). Adapun faktor-faktor penarik bagi orang untuk memanfaatkan sumberdaya alam di daerah tampung secara umum adalah harapan agar ia dapat hidup lebih layak dari pada sewaktu di daerah asal.

Dalam rangka usaha memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia memanfaatkan sumberdaya alam yang tersedia di daerah tampung. Ada beberapa faktor yang saling mempengaruhi dalam hubungan antara manusia dengan lingkungannya, yaitu dapat digolongkan menjadi: (1) faktor ekonomi (tingkat pendapatan, penghasilan pertanian, kesempatan kerja), (2) faktor sosial (kedudukan sosial, prasarana dan pranata sosial, struktur agraria, dan penguasaan sumberdaya), (3) faktor sumberdaya alam (lahan, air, iklim), dan (4) tingkat penggunaan teknologi dalam rangka mengolah sumberdaya alam yang tersedia.

Seperti telah dikemukakan terdahulu, bahwa motivasi utama bagi orang untuk membuka daerah tampung adalah untuk meningkatkan taraf hidupnya, maka faktor ekonomi merupakan faktor penarik yang terpenting di daerah tampung. Sedangkan faktor sosial merupakan faktor pemacu bagi pendatang baru. Sarana sosial yang merupakan sarana fisik seperti jalan, sekolah, tempat ibadah, klinik kesehatan dan sebagainya akan memberi kemudahan bagi orang untuk mencapai daerah tampung dan bermukim di situ. Pranata sosial, terutama kemudahan memperoleh lahan untuk tempat tinggal dan berusaha juga merupakan faktor penarik bagi orang untuk masuk dan menetap di daerah tampung.

Dengan bermukimnya penduduk di daerah tampung maka timbulah kemungkinan konflik kepentingan dalam rangka pemanfaatan sumberdaya alam di daerah

ini. Di satu pihak penduduk setempat memerlukan lahan untuk bercocok tanam dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya. Di lain pihak lahan yang tersedia harus pula digunakan untuk program reboisasi dan penghijauan untuk mengurangi kerugian akibat erosi dan rusaknya tata air di daerah tampung. Dalam rangka usaha memecahkan masalah benturan kedua kepentingan tersebut perlu dipelajari hal-hal sebagai berikut :

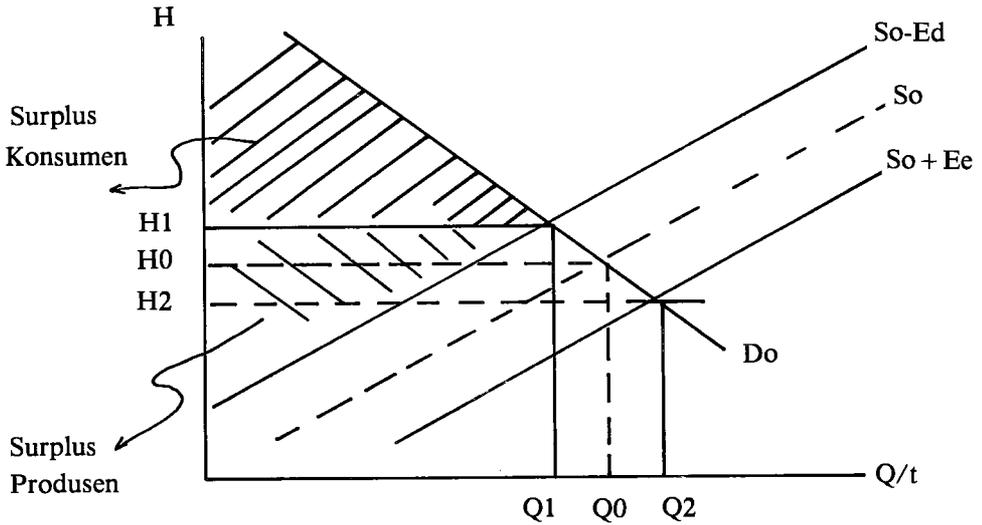
- (1) Hubungan fisik antara pola penggunaan lahan dengan berbagai macam penggunaan sumberdaya yang dibutuhkan, selanjutnya menggunakan hubungan tersebut dalam penilaian alternatif ekonomi terbaik, menurut pola penggunaan lahan yang ada.
- (2) Cara penyelesaian perselisihan dan persaingan antara kepentingan penduduk di daerah tampung dengan kepentingan masyarakat umum dengan jalan menyeleksi program pembangunan wilayah yang sesuai, termasuk kemungkinan pemberian subsidi, kompensasi dan perpajakan.
- (3) Cara pengembangan teknik analisa yang dapat diterapkan dalam rangka penetapan program pembangunan wilayah yang optimal (Pavelis, *et al.* 1961).

Pada akhir-akhir ini para ahli ekonomi mulai mengajukan konsep pengelolaan daerah tampung, yang merupakan perpaduan pendekatan dari aspek sosial, ekonomi, teknologi dan sumberdaya (Taylor, 1980). Melalui pendekatan ini erosi tanah dan aliran air dapat dianggap sebagai eksternalitas (*externalities*) bagi kegiatan ekonomi di daerah tampung.

Dalam teori ekonomi dikenal dua macam eksternalitas, yaitu ekonomi eksternal (*external economies*) dan disekonomi eksternal (*external diseconomies*). Ekonomi eksternal akan terjadi jika peningkatan keluaran hasil industri dapat menurunkan kurva biaya total dari setiap perusahaan di dalam industri tersebut. Sedangkan disekonomi eksternal akan terjadi jika keluaran hasil industri dapat meningkatkan kurva biaya total setiap perusahaan di dalam industri (Henderson and Quandt, 1971).

Pada pasar bersaing sempurna adanya ekonomi eksternal dapat meningkatkan surplus produsen dan konsumen (*producer and consumer surplus*), sedangkan disekonomi eksternal dapat menurunkan surplus produsen dan konsumen (Gambar 1). Daerah tampung merupakan satu unit produsen komoditi pertanian yang dihadapkan kepada permintaan pasar komoditi sejenis yang jumlahnya relatif besar daripada komoditi yang dihasilkan oleh daerah tampung. Oleh karena itu produsen komoditi pertanian di daerah tampung sangat kecil peranannya dalam menentukan harga di pasar. Jadi untuk menyederhanakan analisa, maka dapat dianggap bahwa produsen di daerah tampung menghadapi permintaan atas komoditi yang dihasilkan dengan elastisitas yang besar, sehingga surplus konsumen untuk mempermudah analisa dapat diabaikan.

Paling tidak ada tiga cara untuk menanggulangi adanya disekonomi eksternal, yaitu: (1) disekonomi eksternal ditanggung oleh produsen sebagai tambahan biaya, (2) disekonomi eksternal ditanggung oleh produsen dan/atau konsumen melalui pajak, dan (3) disekonomi eksternal ditanggung oleh pemerintah melalui subsidi. Di samping itu dapat dilakukan kebijaksanaan untuk menanggung disekonomi eksternal yang merupakan kombinasi dari cara-cara tersebut di atas.



Gambar 1. Pengaruh Eksternalitas terhadap Surplus Produsen dan Konsumen

Keterangan :

- H = Harga komoditi pertanian persatuan (Rp/kg)
- Q/t = Kuantitas yang ditawarkan/diminta persatuan waktu
- So = Kurva penawaran tanpa memperhatikan eksternalitas
- Ee = Eksternal ekonomi
- Ed = Eksternal disekonomi
- Do = Permintaan terhadap komoditi pertanian
- H0 = Harga komoditi pada keadaan sebelum adanya eksternalitas
- H1 = Harga komoditi setelah adanya pengaruh disekonomi eksternal
- H2 = Harga komoditi setelah adanya pengaruh ekonomi eksternal

Pada hakekatnya keuntungan sosial adalah suatu keuntungan dari usaha ekonomi yang telah memperhitungkan adanya eksternalitas. Taylor (1980) membuat suatu model keuntungan sosial bagi daerah tumpang sebagai berikut :

$$\boxed{\text{Keuntungan sosial}} = \boxed{\text{Surplus produsen}} + \boxed{\text{Surplus konsumen}} + \boxed{\text{Manfaat sosial}} - \boxed{\text{Biaya sosial}}$$

Yang dimaksud dengan manfaat sosial dalam hal ini adalah nilai air yang disubsidikan kepada kegiatan produksi pertanian di daerah pengairan waduk. Sedangkan biaya sosial adalah biaya untuk menanggulangi kerugian-kerugian yang ditimbulkan oleh erosi tanah dan sedimentasi.

Dengan asumsi bahwa keuntungan sosial merupakan alat pengukur yang absah bagi kesejahteraan sosial (*social welfare*) pada suatu saat, maka dengan memaksimalkan keuntungan sosial berarti juga memaksimalkan kesejahteraan sosial.

Kerangka Analisa

Analisa penelitian ini dapat dibedakan menjadi dua kerangka. Analisa pertama adalah kerangka analisa sosial-ekonomi yang lebih bersifat deskriptif, yaitu menggambarkan pola hubungan peubah-peubah sosial ekonomi di daerah tampung, terutama kaitannya dengan perubahan tataguna lahan setempat. Setelah diketahui sifat hubungan peubah-peubah sosial di daerah tampung, kemudian disusun suatu kerangka analisa optimasi sumberdaya di daerah tampung. Walaupun kedua analisa tersebut kelihatannya terpisah satu dengan yang lain, tetapi hasil dari kedua analisa tersebut saling menunjang, sehingga pada akhirnya dapat disusun suatu alternatif program pengelolaan daerah tampung yang, di samping memperhatikan aspek tekno-ekonomis, juga memperhatikan aspek sosial kelebagaannya. Secara umum kerangka analisa penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.

Analisa sosial-ekonomi bertujuan untuk mengidentifikasi masalah sosial, ekonomi dan kependudukan yang diduga erat kaitannya dengan perubahan tata-guna lahan di daerah tampung Way Rarem. Berikut ini disusun kelompok peubah yang diduga erat kaitannya dengan perubahan lahan di daerah tampung (Tabel 1).

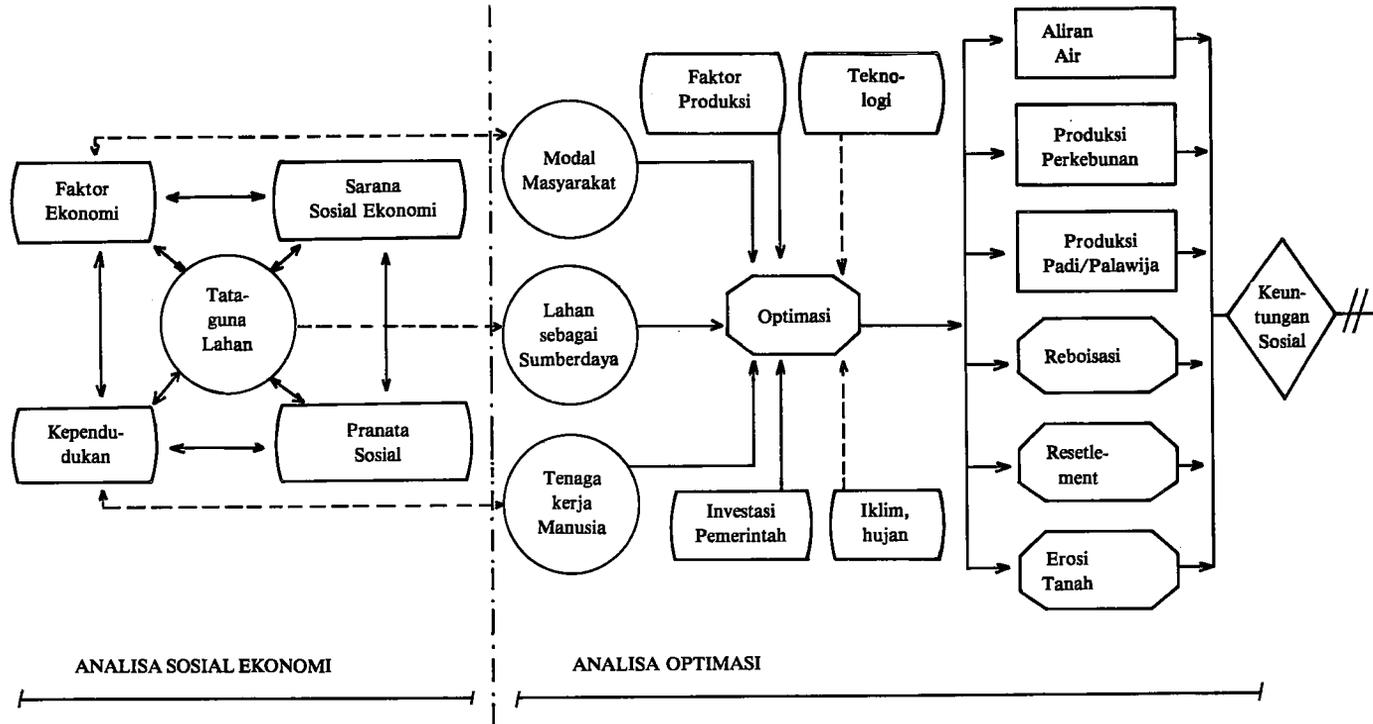
Untuk melihat jalinan hubungan antara peubah yang diajukan di atas dibuat matrik korelasi dengan analisa korelasi jenjang Spearman (*Spearman's rank correlation*). Rumus korelasi yang digunakan ialah :

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N}$$

r_s = Koefisien korelasi jenjang spearman.

d_i = Perbedaan antara nilai dua peubah.

N = Jumlah pengamatan.



Gambar 2. Kerangka Analisa Pengelolaan Daerah Tampung Way Rarem

Tabel 1. Daftar Peubah Sosial-Ekonomi di Daerah Tampung Rarem.

Kelompok peubah	Kode Peubah	Peubah Indikator	Ukuran
Sosial/Kelembagaan	X1	Pelayanan pranata sosial	1. Rasio jumlah aparat desa terhadap jumlah penduduk
	X2	Sarana sosial ekonomi	2. Kelengkapan sarana pasar, sekolah, tempat ibadah
	X3	Partisipasi masyarakat	3. Kesertaan masyarakat terhadap berbagai program pembangunan desa
	X4	Status hukum atas lahan	4. Keeratan hubungan hukum antara manusia dengan lahannya
Ekonomi	X5	Harga rata-rata lahan di desa	5. Rp/Ha
	X6	Kesempatan kerja	6. Rasio angkatan kerja yang bekerja di berbagai sektor terhadap angkatan kerja
	X7	Tingkat pendapatan	7. Rp/kapita/th.
	X8	Tingkat penggunaan teknologi	8. Sikap tanggap terhadap penggunaan teknologi pertanian
	X9	Produktivitas lahan pertanian	9. Ton/ha/tahun
Kependudukan	X10	Laju pertumbuhan penduduk	10. Persentase pertumbuhan penduduk per tahun
	X11	Mobilitas penduduk	11. Persentase penduduk yang pergi dan masuk desa terhadap jumlah penduduk di desa
	X12	Kepadatan penduduk	12. Jumlah orang/ha
Tataguna Lahan	X13	Perubahan tataguna lahan	13. Tingkat pertumbuhan desa di daerah tampung

Tujuan pengelolaan daerah tampung Way Rarem secara ekonomi adalah untuk memperoleh keuntungan sosial yang sebesar-besarnya dari hasil produksi pertanian dengan mempertimbangkan kelestarian fungsi daerah tampung tersebut.

Kelestarian fungsi daerah tampung yang dimaksud adalah bahwa daerah tampung tersebut dapat dikelola sedemikian rupa sehingga dapat: (1) menjamin produksi pertanian yang optimal untuk jangka waktu tertentu, (2) memberikan tingkat erosi tertentu yang dapat menjamin kelestarian fungsi waduk yang dibangun dibawahnya, dan (3) memberikan debit air yang mencukupi kebutuhan waduk.

Untuk mencapai tujuan pengelolaan daerah tampung tersebut di atas, sumberdaya yang merupakan kendala harus dialokasikan seoptimal mungkin. Sumberdaya yang menjadi kendala penting ialah: (1) jumlah lahan, (2) tenaga kerja, (3) modal kerja, (4) dana investasi pemerintah dan (4) besarnya erosi tanah dan aliran air.

Analisa optimasi penggunaan sumberdaya di daerah tampung dapat dirumuskan dalam bentuk model rancangan linier sebagai berikut:

Fungsi Tujuan :

$$\text{Max } Z = \sum_j \sum_k Y_{jk} A_{jk} H_j - \sum_j \sum_k \sum_m C_{jkm} A_{jk} - \sum_k f_k F_k - \sum_k r_k R_k - \sum_j \sum_k e_{jk} A_{jk} E_{jk} + \sum_j \sum_k W_{jk} A_{jk} W_{jk}$$

Kendala :

- (1) Produksi Pertanian

$$Q_{jk} = \sum_j \sum_k Y_{jk} A_{jk} = Q_d \text{ (persamaan identitas)}$$

- (2) Modal Kerja

$$M \geq \sum_j \sum_k \sum_m C_{jkm} A_{jk} - K$$

- (3) Tenaga Kerja

$$L \geq \sum_j \sum_k L_{jk} A_{jk} - L_s$$

- (4) Reboisasi

$$S_f \geq \sum_k f_k F_k$$

- (5) Pemukiman Kembali

$$S_r \geq \sum_k r_k R_k$$

- (6) Erosi Tanah

$$T_e \geq \sum_j \sum_k e_{jk} A_{jk}$$

- (7) Aliran Air

$$O \leq \sum_j \sum_k W_{jk} A_{jk}$$

Keterangan:

- Z = Fungsi tujuan, memaksimalkan keuntungan sosial daerah tampung Way Rarem
- Q_{jk} = Jumlah produksi komoditi j , pada kelas kemampuan lahan k .
- Q_d = Jumlah komoditi j yang diminta.
- H_j = Harga bayangan komoditi j .
- C_{jkm} = Besarnya komponen biaya tidak tetap m untuk memproduksi komoditi j , pada kelas kemampuan lahan k .
- A_{jk} = Luas lahan pertanian untuk produksi tanaman j pada kelas kemampuan lahan k .
- f_k = Biaya reboisasi per hektar pada kelas kemampuan lahan k .
- F_k = Areal yang direboisasikan pada kelas kemampuan lahan k .
- r_k = Biaya pemukiman kembali untuk satu kepala keluarga (KK).
- R_k = Jumlah KK yang dimukimkan kembali
- e_{jk} = Tingkat erosi pada areal yang ditanami tanaman j pada kelas kemampuan lahan k (ton/ha/tahun)
- E_{jk} = Nilai disekonomi eksternal tanah yang dierosikan (Rp/ton/ha)
- W_{jk} = Dugaan terhadap jumlah aliran air permukaan per ha pada areal yang ditanami tanaman j pada kelas kemampuan lahan k .
- W = Nilai ekonomi eksternal aliran air yang disubsidikan ke daerah irigasi Waduk Way Rarem
- Y_{jk} = Produksi rata-rata komoditi j pada kelas kemampuan lahan k .
- M = Modal kerja kumulatif yang tersedia dalam masyarakat untuk usaha pertanian (Rp/tahun)
- K = Jumlah kredit untuk usaha pertanian (Rp/tahun)
- l_{jk} = Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk produksi tanaman j pada kelas kemampuan lahan k (hari orang/ha/tahun)
- L = Jumlah tenaga kerja yang tersedia di daerah tampung
- L_s = Jumlah tenaga kerja disewa dari luar daerah tampung
- S_r = Jumlah dana subsidi pemerintah yang tersedia untuk kegiatan pemukiman kembali (Rp/tahun)
- S_f = Jumlah dana subsidi pemerintah yang tersedia untuk kegiatan reboisasi (Rp/tahun)
- T_e = Jumlah erosi tanah yang dapat ditoleransi oleh Waduk Way Rarem.

Tabel matrik awal model rancangan linier dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pengumpulan Data

Penentuan desa contoh berdasarkan atas kelas kemampuan lahan (KKL) di daerah tampung. Dipilih 6 desa contoh masing-masing mewakili KKL yang ada. Pada setiap desa diambil contoh responden secara acak sederhana *proporsional* terhadap jumlah penduduk desa-desa contoh. Dengan demikian didapatkan 120 KK responden untuk 6 desa contoh tersebut.

Data penunjang juga dikumpulkan untuk memperoleh informasi mengenai keadaan sosial ekonomi, kebijaksanaan dan peraturan pemerintah, adat istiadat dan sebagainya. Di samping itu data penunjang juga diperlukan untuk menentukan besarnya kendala-kendala dan besarnya koefisien masukan-keluaran yang tidak dapat dihitung dari data primer.

Perhitungan Nilai Tanah Yang Tererosi

Dalam penelitian ini kerusakan-kerusakan yang ditimbulkan oleh erosi tanah merupakan disekonomi eksternal yang terjadi karena tindakan penggunaan lahan untuk produksi pertanian. Kerugian yang dapat ditimbulkan karena adanya erosi tanah dapat dibedakan menjadi kerugian langsung berupa hilangnya sebagian tanah yang subur dan kerugian yang tidak langsung berupa kerugian akibat sedimentasi partikel tanah yang tererosi disepanjang aliran sungai. Kerugian-kerugian yang ditimbulkan karena adanya sedimentasi antara lain adalah :

- (1) pendangkalan waduk dan saluran-saluran irigasi
- (2) penurunan kualitas air
- (3) kerugian akibat banjir.

Pendangkalan waduk dan saluran-saluran irigasi berarti menurunkan umur pakai waduk (*life time*) dan/atau berarti penambahan biaya untuk mengontrol sedimentasi baik melalui penghijauan, pembuatan bendung penyumbat dan pengerukan dasar waduk.

Dalam penelitian ini kerugian erosi tanah dihitung sebagai penjumlahan antara biaya akibat penurunan produksi pertanian (*depresiasi tanah*) dengan kerugian di waduk akibat berkurangnya umur pakai waduk. Dengan demikian dapat dihitung nilai disekonomi eksternal 1 ton tanah yang ditanami oleh tanaman tertentu.

Perhitungan Nilai Air

Yang dimaksud dengan nilai air dalam penelitian ini adalah besarnya sumbangan 1 m³ air terhadap produksi pertanian di daerah pengairan Way Rarem. Dalam penelitian ini dipakai konsep manfaat yang dikorbankan (*benefit foregone*) jika di daerah pengairan tidak tersedia air irigasi. Nilai air dianggap sebagai eko-

nomi eksternal yang disubsidikan oleh kegiatan pemanfaatan lahan di daerah tampung kepada daerah pengairan Way Rarem.

Hasil Analisa Sosial-Ekonomi

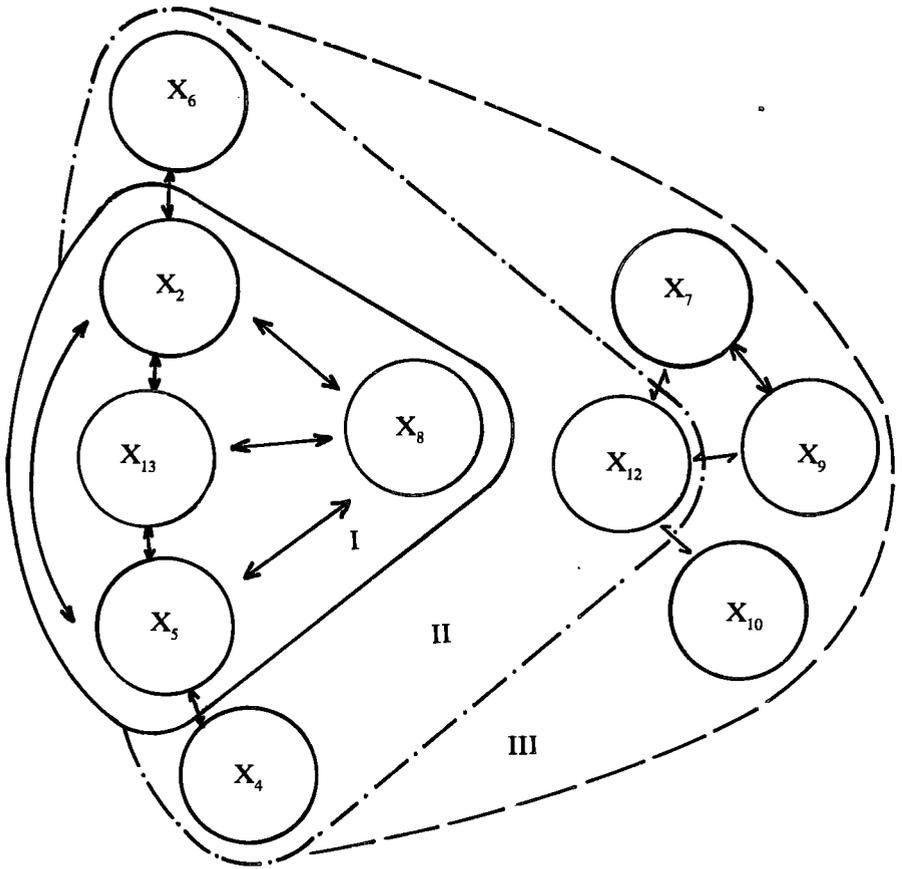
Dari analisa sosial-ekonomi dapat diidentifikasi peubah-peubah yang berhubungan dengan perubahan tataguna lahan di daerah tampung. Yang dimaksud dengan perubahan tataguna lahan adalah tingkat perubahan pola peruntukan lahan dari kawasan hutan menjadi daerah pedesaan tempat pemukiman dan areal pertanian. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan desa yang mantap pertumbuhannya adalah suatu desa yang paling awal terbentuk dalam proses pembentukan desa-desa di daerah tampung Way Rarem.

Dilihat dari sejarah proses pembentukan desa-desa di daerah tampung, pembukaan desa baru bermula dari tepian daerah tampung yang landai. Perkembangan desa di tepian daerah tampung ini mempengaruhi pertumbuhan pemukiman baru/desa bukaan baru di daerah pedalaman yang keadaan topografinya semakin ke dalam semakin curam. Bahkan pada saat ini dijumpai desa baru di daerah yang kelerengannya mendekati 60%. Perkembangan desa-desa di daerah tampung yang demikian ini sangat membahayakan fungsi daerah ini sebagai pengatur aliran air dan tingkat erosi bagi waduk di bawahnya. Oleh karena itu penting sekali untuk mempelajari peubah-peubah yang berhubungan dengan tingkat pertumbuhan desa di daerah tampung Way Rarem.

Hasil analisa matriks korelasi antara peubah sosial ekonomi di daerah tampung Way Rarem (Lampiran 2) memperlihatkan pola hubungan yang nyata antara peubah-peubah tertentu dengan perubahan tataguna lahan (X_{13}), yang dapat pula dilihat pada Gambar 3.

Pada gambar itu terlihat ada tiga tingkat hubungan antara peubah sosial ekonomi dengan perubahan tataguna lahan di daerah tampung Way Rarem. Peubah-peubah yang langsung berhubungan dengan perubahan tataguna lahan disebut peubah tingkat I (pertama). Peubah-peubah yang berhubungan langsung dengan peubah tingkat I, disebut peubah tingkat II (kedua). Sedangkan peubah-peubah yang berhubungan langsung dengan peubah tingkat II disebut peubah tingkat III (ketiga).

Hubungan timbal balik antara peubah X_2 dengan peubah X_{13} menunjukkan adanya kecenderungan semakin baik sarana sosial ekonomi desa semakin mantap pertumbuhan desa tersebut. Dalam rangka hubungannya dengan pertumbuhan desa, sarana sosial ekonomi paling tidak mempunyai tiga peran utama. Peran pertama, sarana sosial ekonomi merupakan faktor penarik bagi orang untuk datang ke suatu desa. Kemudahan-kemudahan sarana transportasi yang memungkinkan orang untuk mencapai suatu desa merupakan faktor penarik bagi orang untuk



Gambar 3. Pola Hubungan Antar Peubah Sosial-Ekonomi dengan Keadaan Tataguna Lahan di Daerah Tampung Way Rarem.

Keterangan: \longleftrightarrow berkorelasi positif.
 \rightarrow berkorelasi negatif.

datang ke desa tersebut. Peran kedua, sarana sosial ekonomi sebagai faktor yang membuat orang betah untuk tinggal di suatu desa. Kemudahan-kemudahan untuk mendapatkan pelayanan pendidikan, kesehatan, keamanan dan kemudahan untuk memperoleh kebutuhan sehari-hari adalah faktor yang membuat orang tetap betah tinggal di desa. Peran ketiga sarana sosial sebagai faktor pendorong pertumbuhan sosial ekonomi di pedesaan. Sarana pemasaran hasil pertanian yang baik dan kemudahan dalam pelayanan faktor produksi pertanian, adalah faktor utama yang dapat mendorong laju pertumbuhan ekonomi pedesaan.

Hubungan yang nyata antara peubah X_5 dengan peubah X_{13} menunjukkan adanya kecenderungan semakin tinggi harga lahan di suatu desa semakin mantap pula pertumbuhan desa tersebut. Pada saat desa masih merupakan bukaan baru harga lahan masih relatif rendah, karena permintaan akan lahan masih sedikit. Harga lahan yang rendah akan menarik lagi orang untuk membeli lahan di desa bukaan baru. Dengan demikian seiring dengan perkembangan desa baru menjadi desa yang lebih mantap, maka permintaan lahanpun meningkat. Oleh karena itu harga lahan di desa yang relatif lebih mantap pertumbuhannya menjadi lebih tinggi daripada harga lahan di desa bukaan baru.

Hubungan yang nyata antara peubah X_8 dengan peubah X_{13} menunjukkan adanya kecenderungan semakin baik tingkat teknologi pertanian yang digunakan, semakin mantap pula pertumbuhan suatu desa. Tingkat penggunaan teknologi di bidang pertanian menunjukkan suatu tingkat pemanfaatan sumberdaya lahan. Pada desa-desa yang telah mantap perkembangannya peningkatan produksi pertanian melalui perluasan areal tanaman sudah semakin sulit, karena jumlah lahan yang tersedia semakin terbatas. Oleh karena itu untuk meningkatkan produksi pertanian di daerah yang telah maju, orang cenderung mengintensifkan penggunaan sumberdaya lahan dengan menggunakan teknologi yang lebih maju, yaitu dengan menggunakan pupuk Nitrogen dan Phosphat serta insektisida. Sebaliknya pada desa yang merupakan bukaan baru, orang masih mudah mendapatkan lahan untuk pertanian, usaha peningkatan produksi pertanian ditempuh melalui perluasan areal tanaman. Dengan demikian penggunaan teknologi, dalam hal ini teknologi kimia (pupuk dan insektisida), di daerah bukaan baru relatif masih rendah.

Berikut ini dibahas hubungan antara peubah-peubah tingkat II dengan peubah perubahan tataguna lahan (X_{13}). Terdapat hubungan timbal balik antara peubah X_2 dengan X_6 , peubah X_5 dengan X_4 dan peubah X_8 dengan X_{12} .

Hubungan yang nyata antara peubah X_2 dengan X_6 menunjukkan adanya kecenderungan semakin baik sarana sosial ekonomi desa semakin besar kesempatan kerja di desa tersebut. Sebagaimana telah dibicarakan terdahulu bahwa sarana sosial ekonomi mempunyai fungsi pendorong pertumbuhan ekonomi desa. Di sektor pertanian tumbuhnya pasar bagi hasil produksi pertanian sangat merangsang petani untuk meningkatkan produksinya. Peningkatan produksi pertanian sangat ditunjang oleh kemudahan-kemudahan untuk mendapatkan pelayanan faktor produksi seperti bibit, pupuk, obat-obatan dan peralatan pertanian. Pertumbuhan di sektor pertanian akan meningkatkan kesempatan kerja di dalam usahatani, dan juga menciptakan lapangan kerja baru yaitu di bidang jasa pelayanan/industri faktor produksi pertanian, jasa pemasaran, jasa angkutan, dan industri pengolahan hasil produksi pertanian. Jadi secara langsung ataupun tidak langsung peningkatan sarana sosial ekonomi memberikan dampak positif terhadap penyediaan lapangan kerja di pedesaan.

Hubungan yang nyata antara peubah X_5 dengan peubah X_4 menunjukkan adanya kecenderungan semakin tinggi harga lahan di suatu desa, semakin baik pula status hukum atas lahan di desa tersebut. Harga lahan sebenarnya bisa ditinjau dari beberapa segi, diantaranya dari segi ekonomi dan segi status hukum lahan tersebut. Dari segi ekonomi harga lahan mencerminkan nilai produktivitas lahan tersebut. Dari segi hukum, status hukum atas lahan juga menentukan harga lahan tersebut. Walaupun nilai produktivitasnya tinggi, tetapi harga lahan dapat menjadi lebih rendah jika tidak ada kepastian hukum atas lahan tersebut. Sebagai contoh lahan hak milik akan lebih mahal daripada lahan hak pakai atau hak guna garapan, walaupun misalnya kesuburan lahan tersebut sama. Jadi dengan meningkatkan pengaturan hak atas lahan di daerah tamping, harga lahan pun akan berpengaruh pula.

Hubungan negatif yang nyata antara peubah X_8 dengan peubah X_{12} menunjukkan bahwa ada kecenderungan semakin baik penggunaan teknologi pertanian di suatu desa semakin rendah kepadatan penduduk di desa tersebut. Masalah penggunaan teknologi sebenarnya juga merupakan sikap tanggap masyarakat terhadap teknologi baru. Kasus di daerah tamping Way Rarem bahwa pada daerah yang padat penduduknya sarana pelayanan informasi pertanian dan pengadaan faktor produksi tidak memadai. Keadaan demikian tidak menunjang adaptasi teknologi baru terutama di desa yang padat penduduknya.

Pada kelompok peubah tingkat III terhadap peubah perubahan tataguna lahan (X_{13}), terdapat hubungan negatif antara peubah X_{12} dengan X_7 , X_9 dan X_{10} . Disamping itu terdapat pula hubungan positif antara peubah X_7 dengan X_9 .

Hubungan negatif antara peubah X_{12} dengan peubah X_7 menunjukkan adanya kecenderungan semakin tingginya kepadatan penduduk di suatu desa semakin rendah tingkat pendapatan perkapita di desa tersebut. Ada dua faktor yang mempengaruhi pendapatan perkapita, faktor pertama adalah jumlah pendapatan masyarakat desa, dan faktor kedua adalah jumlah penduduk yang tinggal di desa tersebut. Oleh karena itu pembahasan hubungan antara peubah X_{12} dengan X_7 tidak lepas dari pembahasan hubungan antara kedua peubah tersebut dengan peubah X_9 , yaitu produktivitas lahan pertanian.

Desa-desanya di daerah tamping Way Rarem umumnya tergantung pada sektor pertanian, sehingga produktivitas lahan pertanian sangat menentukan pendapatan bagi masyarakat setempat. Pada penelitian ini terlihat bahwa ada kecenderungan semakin tinggi kepadatan penduduk suatu desa, semakin rendah produktivitas lahannya. Dengan demikian dapat diduga bahwa desa-desanya yang padat penduduk adalah desa-desanya yang rendah jumlah pendapatan masyarakatnya. Oleh karena itu desa yang padat penduduk juga merupakan desa yang rendah tingkat pendapatan perkapitanya.

Hubungan negatif antara peubah X_{12} dengan peubah X_{10} menunjukkan bahwa semakin padat penduduk suatu desa, semakin rendah laju pertumbuhan penduduknya. Keadaan ini menunjukkan bahwa secara alami laju pertumbuhan penduduk dibatasi oleh daya dukung alam. Desa yang masih terkebelakang dan padat penduduknya pada umumnya mempunyai ciri-ciri tingginya angka kelahiran yang diikuti dengan tingginya angka kematian pada usia muda. Keadaan ini secara alami akan menghambat laju pertumbuhan penduduk. Hal lain yang dapat mengurangi laju pertumbuhan penduduk adalah rendahnya produktivitas lahan pertanian di desa padat penduduk. Rendahnya produktivitas lahan di suatu desa akan mengurangi daya tarik desa tersebut bagi pendatang baru. Dengan demikian laju pertumbuhan penduduk di desa padat penduduk akibat pendatang baru pun menjadi berkurang.

Jika tujuan pengelolaan daerah tampung adalah memperbaiki tataguna lahan untuk memperbaiki tata air dan mengendalikan erosi tanah, maka dari pembahasan di atas dapat ditentukan tiga peubah yang dapat dijadikan peubah kebijaksanaan (*policy variables*) yaitu peubah sarana sosial ekonomi (X_2), peubah status hukum atas lahan (X_4) dan peubah kependudukan (X_{12}).

Sasaran dari pengelolaan daerah tampung ini adalah menghambat pertumbuhan desa-desa di daerah tampung dan/atau merubah sama sekali desa tersebut menjadi hutan lindung, jika tumbuhnya desa itu nyata-nyata membahayakan kelestarian fungsi daerah tampung.

Tindakan pengamanan pertama, jika hendak membatasi pertumbuhan desa-desa di daerah tampung Way Rarem, adalah dengan tidak membangun sarana sosial ekonomi, khususnya sarana jalan dan jembatan yang memungkinkan terjadinya perhubungan desa-desa di daerah pedalaman.

Tindakan pengamanan yang kedua adalah memberikan status hukum atas lahan yang lebih ketat dan selektif. Banyaknya pembukaan desa baru di pedalaman daerah tampung merupakan salah satu gejala melemahnya pelaksanaan peraturan dan perundangan agraria. Oleh karena itu pengaturan status hukum atas lahan harus lebih ditingkatkan.

Pemberian status hukum atas lahan kepada perorangan harus selalu mempertimbangkan kesesuaian lahan tersebut untuk daerah pemukiman dan/atau daerah pertanian. Daerah yang memang seharusnya menjadi hutan lindung, tetapi masih ditempati oleh penduduk, harus segera dikonversikan kembali menjadi hutan lindung dengan mengikutkan mereka dalam program pemukiman kembali.

Tindakan pengamanan ketiga merupakan kebijaksanaan kependudukan yang tujuannya mengendalikan kepadatan penduduk di daerah tampung. Tindakan yang bersifat preventif adalah menggalakkan program keluarga berencana (KB) dan pemindahan penduduk melalui program pemukiman kembali. Tindakan

pengamanan lain yang dapat dilakukan adalah menutup daerah tampung dari pendatang baru, tetapi tindakan ini sering tidak efektif karena lemahnya sistem pengawasan.

Penggunaan Sumberdaya yang Optimal

Dalam analisa optimasi sumberdaya daerah tampung Way Rarem dipakai tiga model utama. Model pertama terdiri dari tiga sub Model (SM) yaitu : SM I, SM II dan SM III. Perhitungan pada model pertama berdasarkan atas kendala tingkat erosi tanah yang dapat menjamin fungsi Waduk Way Rarem agar dapat mencapai 60 tahun. Model kedua terdiri dari SM IV, SM V, SM VI. Model ini mendasarkan perhitungannya atas kendala tingkat erosi tanah yang dapat menjamin fungsi waduk agar dapat mencapai 50 tahun. Sedangkan model ketiga (SM VII, SM VIII dan SM IX) mendasarkan perhitungannya atas kendala tingkat erosi tanah yang dapat menjamin fungsi waduk 70 tahun.

Pembuatan sub model dalam tiap model dilakukan untuk mengetahui kepekaan model terhadap perubahan harga keluaran produksi pertanian alternatif. Perbedaan harga keluaran alternatif tiap-tiap sub model dalam satu model utama adalah 15%.

Hasil lengkap dari analisa optimasi penggunaan sumberdaya dengan metoda rancangan linier dapat dilihat pada Tabel 2.

Pembahasan hasil penelitian akan ditekankan kepada SM I, karena SM I merupakan dasar analisa. Dengan demikian hasil optimasi penggunaan sumberdaya lahan SM I selanjutnya akan menjadi dasar rekomendasi penggunaan sumberdaya lahan dalam rangka pengelolaan daerah tampung Way Rarem.

Jika dilihat dari hasil optimasi penggunaan sumberdaya lahan di daerah tampung untuk kegiatan usahatani perkebunan rakyat menurut SM I dan sub model lainnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa di daerah ini optimal diusahakan untuk perkebunan rakyat tanaman kopi dan lada. Aktivitas penggunaan lahan yang optimal adalah sebagai berikut: (1) KKL (Kelas Kemampuan Lahan) II untuk tanaman kopi seluas 4 771 ha, (2) KKL III untuk tanaman kopi seluas 1 855 ha, (3) KKL IV untuk tanaman lada seluas 7 644 ha, (4) KKL VI untuk tanaman kopi seluas 9 450 ha, dan (5) KKL VII optimal untuk tanaman kopi seluas 3 097 ha. Di samping itu aktivitas reboisasi optimal untuk dilaksanakan di KKL VI seluas 1 146 ha. Sehubungan dengan kegiatan reboisasi, maka diperlukan kegiatan untuk pemukiman kembali sebanyak 573 KK bagi penduduk yang tinggal di KKL VI.

VI.

Hasil analisa kepekaan SM I terhadap perubahan fungsi pembatas erosi lahan dapat dilihat pada Gambar 4. Terlihat bahwa jika fungsi pembatas erosi diper-

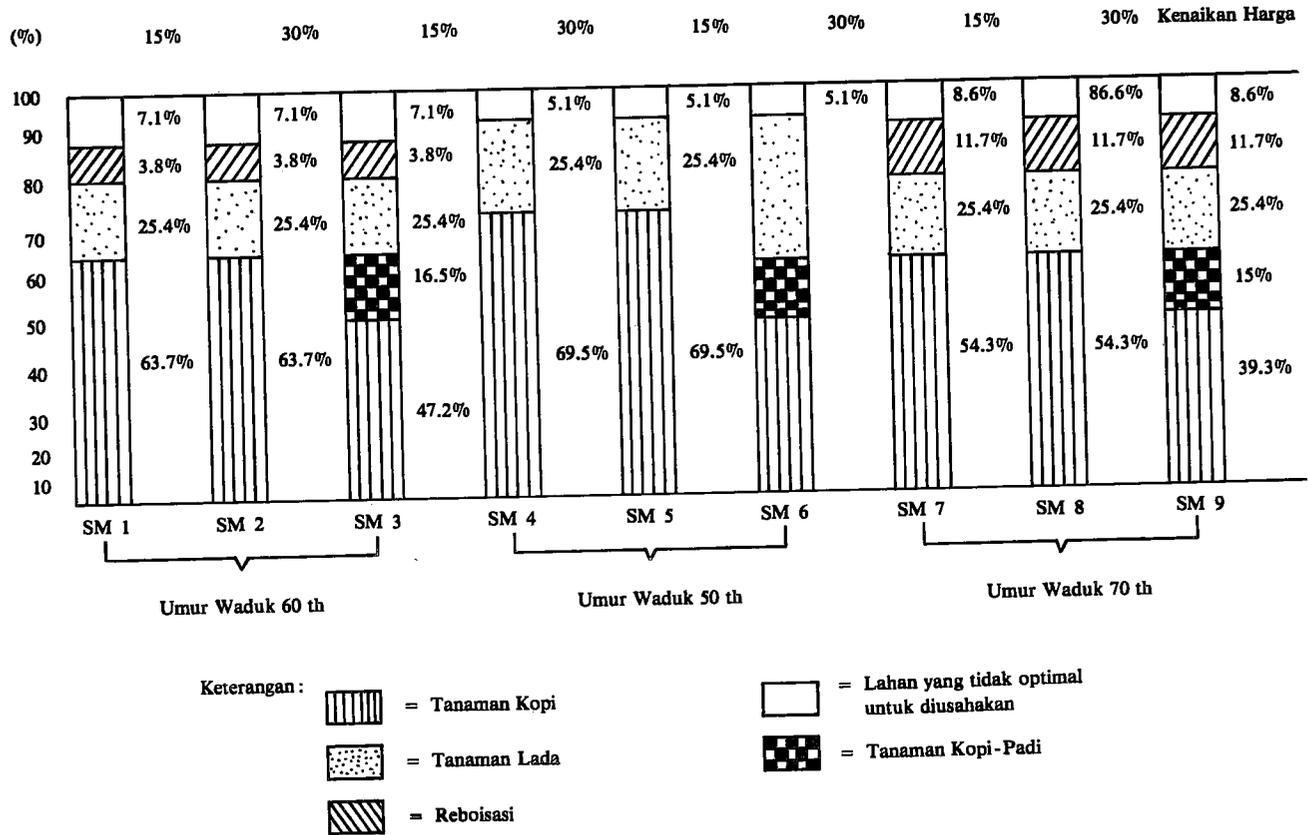
Tabel 2. Aktivitas Pengelolaan Daerah Tampung Way Rarem yang Optimal, 1980.

Kode	Keterangan	Aktivitas									Satuan
		SM I	SM II	SM III	SM IV	SM V	SM VI	SM VII	SM VIII	SM IX	
X007	Kopi KKL II	4 771.4	4 771.4	4 771.4	4 771.4	4 771.4	4 771.4	4 771.4	4 771.4	4 771.4	ha
X021	Kopi KKL III, TPS ¹⁾	1 855.6	1 855.6	—	1 855.6	1 855.6	—	1 855.6	1 855.6	—	ha
X022	Kopi Padi KKL III, TPS	—	—	1 855.6	—	—	1 855.6	—	—	1 855.6	ha
X033	Lada KKL IV, TPB ²⁾	7 644.5	7 644.5	7 644.5	7 644.5	7 644.5	7 644.5	7 644.5	7 644.5	7 644.5	ha
X037	Kopi KKL VI, TPB	9 450.9	9 450.9	9 450.9	10 597.0	10 597.0	10 597.0	10 597.0	10 597.0	10 597.0	ha
X045	Reboisasi KKL VI	1 146.1	1 146.1	1 146.1	—	—	—	3 529.0	3 529.0	3 529.0	ha
X047	Kopi KKL VII, TPB	3 097.4	3 097.4	—	3 716.8	3 716.8	—	4 646.0	4 646.0	—	ha
X048	Kopi-Padi KKL VII, TPB	—	—	3 097.4	—	—	3 716.8	—	—	4 646.0	ha
X057	Reboisasi KKL VIII	—	—	162.4	—	—	162.4	—	—	162.4	ha
X046	Pemukiman KKL VI	573	573	573	—	—	—	1 765	1 765	1 765	KK
X068	Pemukiman KKL VIII	—	—	81	—	—	81	—	—	81	KK
X060	Tenaga Kerja	3 778.6	3 778.6	4 465.8	4 036.2	4 036.2	4 802.7	3 372.9	3 372.9	4 003.4	1000 ha
X061	Benih Padi	—	—	134.7	—	—	151.8	—	—	122.5	ton
X065	Obat Pemberantas Hama	4 743.8	4 743.8	4 743.8	5 087.7	5 087.7	5 087.7	4 029.0	4 029.0	4 029.0	liter
X066	Penjualan Kopi	5 845.1	5 845.1	5 845.1	6 364.7	6 364.7	6 364.7	5 086.2	5 086.2	5 086.2	ton
X067	Penjualan Lada	11 587.5	11 587.5	11 587.5	11 587.5	11 587.5	11 587.5	11 587.5	11 587.5	11 587.5	ton
X068	Penjualan Padi	—	—	6 142.0	—	—	6 787.3	—	—	5 681.1	ton
X059	Kredit	1 597.6	1 597.6	1 597.6	1 869.0	1 869.0	2 623.3	1 172.1	1 172.1	1 801.2	Juta Rp
X110	Debit Air	716.6	716.6	716.6	761.0	761.0	761.0	651.8	651.8	651.8	Juta m ³
Z	Keuntungan Sosial	16.5	19.8	23.7	17.4	20.9	25.0	15.0	18.1	21.8	Milyar Rp

Keterangan:

1) TPS : Tingkat Pengelolaan Sedang

2) TPB : Tingkat Pengelolaan Baik.



Gambar 4. Grafik Pola Penggunaan Lahan Menurut Umur Pakai Waduk dan Peningkatan Harga 15% dan 30%.

longgar 20% (SM IV), yang berarti umur waduk diperkirakan dapat bertahan sampai dengan 50 tahun, maka luas lahan yang optimal untuk ditanami kopi semakin bertambah, luas tanaman lada tetap, dan kegiatan reboisasi sudah tidak optimal untuk dilakukan. Pada SM IV juga terlihat bahwa lahan yang tidak optimal untuk diusahakan menjadi semakin sempit.

Jika fungsi pembatas erosi tanah diperkecil 14,3% (SM VI) sehingga umur waduk diperkirakan dapat bertahan sampai dengan 70 tahun, maka luas lahan yang optimal untuk ditanami kopi menurun dan luas lahan yang ditanami lada tetap. Di samping itu terlihat bahwa areal reboisasi yang optimal meningkat dan luas lahan yang tidak optimal untuk diusahakan juga meningkat.

Uji kepekaan model terhadap perubahan harga proporsional yang naik 15% secara umum tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata kepada alokasi penggunaan lahan yang optimal. Sedangkan perubahan harga sebanyak 30% menunjukkan adanya perubahan alokasi sumberdaya lahan, yaitu aktivitas penanaman kopi - padi telah menggantikan sebagian areal yang optimal untuk tanaman kopi (monokultur).

Ada dua komponen utama faktor produksi yang dibutuhkan dalam proses produksi pertanian, yaitu tenaga kerja dan obat-obatan pemberantas hama tanaman kopi dan lada. Untuk kegiatan produksi pertanian yang optimal pada SM I dibutuhkan tenaga kerja total sebanyak 3 778.6 ribu hari orang, dan obat-obatan (Diazinon) sebanyak 4 743.8 liter. Dari segi penggunaan tenaga kerja untuk seluruh aktivitas produksi pertanian yang optimal, masih ada tenaga kerja yang tidak digunakan dalam proses produksi sebanyak 1 617.4 ribu hari-orang. Hal ini berarti bahwa sektor pertanian tidak dapat menampung angkatan kerja di daerah tampung. Dalam rangka memecahkan masalah pengangguran ini perlu ditempuh tiga cara :

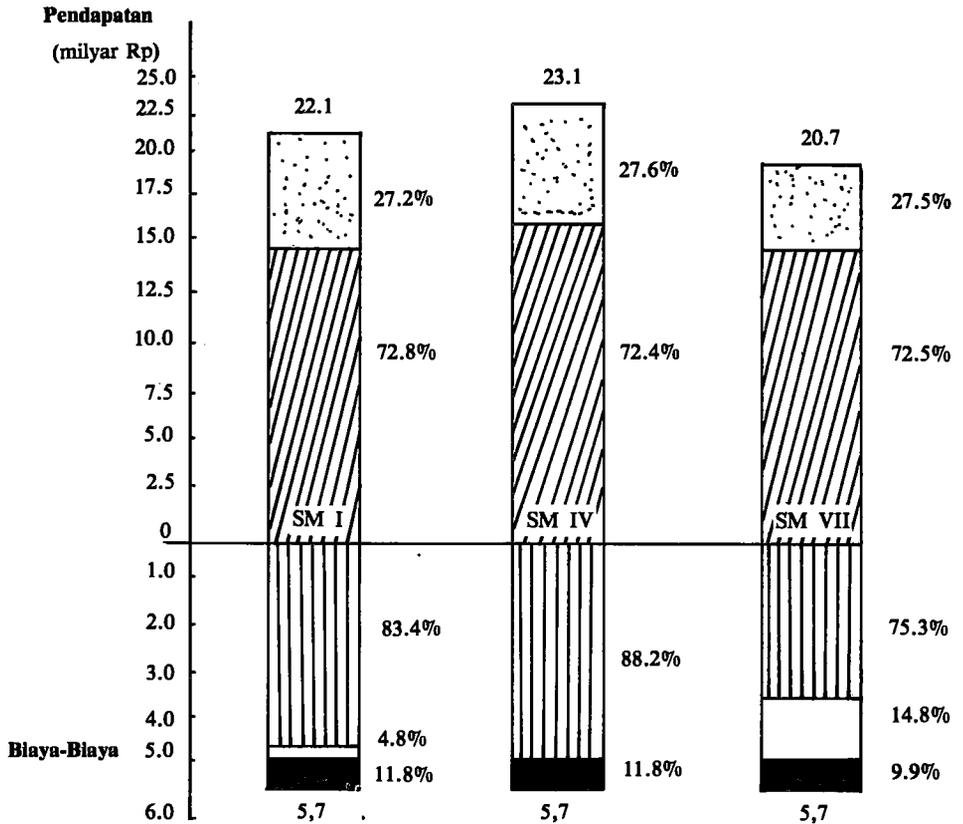
- (1) Mengintensifkan usaha tani perkebunan rakyat.
- (2) Menciptakan lapangan kerja baru di sektor industri kecil (pengolahan hasil pertanian, kerajinan rumah tangga dan lain-lain).
- (3) Meningkatkan usaha pemukiman kembali bagi tenaga kerja yang tidak produktif.

Uji kepekaan model terhadap perubahan harga dalam pengaruhnya terhadap penyerapan tenaga kerja, menunjukkan bahwa peningkatan harga 30% dapat meningkatkan penyerapan tenaga kerja. Hal ini terjadi karena adanya kegiatan produksi kopi-padi yang optimal. Kegiatan tumpang sari antara tanaman kopi sewaktu masih muda dengan tanaman padi ladang dapat meningkatkan penyerapan tenaga kerja di samping meningkatkan pendapatan usahatani.

Keluaran dari hasil produksi pertanian yang optimal (SM I) terdiri dari dua komoditi utama yaitu kopi 5 845.1 ton dan lada 11 587.5 ton. Peningkatan harga

tidak mempengaruhi hasil produksi kopi dan lada, kecuali pada harga-harga komoditi yang secara proporsional naik 30% dihasilkan padi sebanyak 6 142.0 ton.

Perincian biaya-biaya dan pendapatan daerah tampung yang optimal dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Biaya dan Penerimaan Kegiatan Ekonomi di Daerah Tampung Way Rarem.

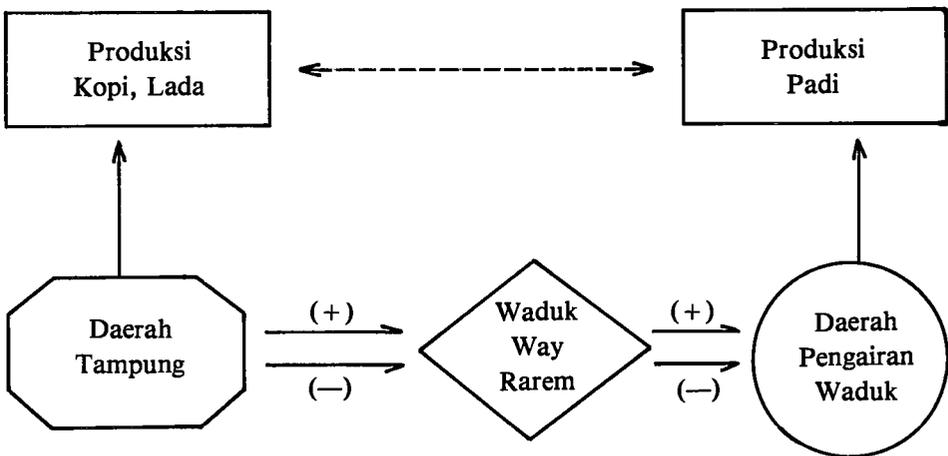
- = Nilai Air
- = Pendapatan dari Produk Pertanian
- = Biaya Produksi Pertanian
- = Biaya Reboisasi dan Pemukiman kembali
- = Biaya Erosi Tanah

Pada tingkat yang optimal, biaya total yang dikeluarkan pada SM I adalah 5.7 milyar rupiah. Biaya tersebut dapat diperinci sebagai berikut: (1) untuk pembayaran faktor produksi 83.4%, (2) biaya Reboisasi dan Pemukiman Kembali 4.8%, dan (3) biaya yang ditimbulkan akibat erosi tanah 11.8%.

Pada tingkat yang optimal jumlah penerimaan dari SM I adalah sebesar 22.1 milyar rupiah. Penerimaan tersebut terdiri dari dua komponen, yaitu komponen penerimaan dari hasil penjualan kopi dan lada sebesar 72.8% serta penerimaan dari nilai air yang disubsidikan kepada daerah pengairan Waduk Way Rarem yaitu 27.2%.

Hasil yang disajikan dalam SM IV dan VII hanya menunjukkan perubahan penerimaan dan biaya dalam angka mutlak dan relatif, jika pembatas erosi tanah diperlonggar 20.0% (SM IV) dan diperketat 14.3% (SM VII). Secara umum dapat dikatakan bahwa pelonggaran fungsi pembatas erosi pada SM IV cenderung menaikkan pendapatan, sedangkan biaya total yang harus dikeluarkan tetap. Dilain pihak, pengetatan fungsi pembatas erosi pada SM VII cenderung menurunkan pendapatan, sedangkan jumlah biaya yang dikeluarkan tetap.

Dari pembahasan di atas dapat digambarkan secara skematis dampak kegiatan ekonomi di daerah tampung terhadap Waduk Way Rarem dan daerah irigasi-nya sebagai berikut (Gambar 7).



Gambar 7. Skema Dampak Kegiatan Ekonomi di Daerah Tampung Way Rarem

Keterangan: (+) = Dampak positif
 (—) = Dampak negatif

Tabel 3. Erosi Tanah KKL pada SM I, SM IV dan SM VII di Daerah Tampung Way Rarem (1980).

Kode	Uraian	Erosi rata-rata (ton/ha/th)	SM I		SM IV		SM VII	
			Erosi total (ton/th)	Tingkat tdk digunakan (ton/th)	Erosi total (ton/th)	Tingkat tdk digunakan (ton/th)	Erosi total (ton/th)	Tingkat tdk digunakan (ton/th)
R ₂₁	Erosi KKL II	84,2	401 751,9	219 588,9	401 751,8	343 857,1	401 751,9	130 825,4
R ₃₁	Erosi KKL III	92,0	170 715,2	70 924,8	178 715,2	119 252,6	170 715,2	36 404,6
R ₄₁	Erosi KKL IV	101,9	778 974,6	216 506,8	778 974,6	416 603,1	776 974,6	74 295,2
R ₄₈	Erosi KKL VI	130,0 ¹⁾ /142,8 ²⁾ / 104,1 ³⁾	1 379 961,5	0,0	1 513 251,5	142 702,2	1.102 824,1	0,0
R ₅₆	Erosi KKL VII	214,0	663 454,5	0,0	796 145,4	0,0	568 675,3	0,0

Keterangan: ¹⁾ untuk SM I
²⁾ untuk SM IV
³⁾ untuk SM VII.

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa kegiatan produksi kopi dan lada di daerah tampung mempunyai dampak positif (ekonomi eksternal) berupa air yang disubsidikan kepada waduk dan akhirnya ke daerah pertanian di daerah pengaliran waduk. Disamping itu kegiatan produksi kopi dan lada di daerah tampung juga mempunyai dampak negatif (disekonomi eksternal) terutama kepada waduk yaitu berupa erosi tanah yang dapat mendangkalkan waduk dan saluran-saluran irigasi-nya.

Besarnya erosi tanah akibat aktivitas penggunaan lahan di daerah tampung Way Rarem terlihat pada Tabel 3.

Secara umum dapat dikatakan bahwa jumlah erosi tanah pada masing-masing KKL masih berada di bawah batas erosi maksimum yang dapat diterima Waduk Way Rarem, kecuali pada KKL VI dan VII. Pelonggaran batas erosi pada SM IV menunjukkan bahwa jumlah erosi tanah pada KKL VI masih di bawah batas erosi maksimum. Artinya jika diinginkan umur Waduk Way Rarem hanya mencapai 50 tahun, maka KKL VI masih dapat ditanami kopi tanpa mengurangi umur waduk tersebut. Pengketatan batas erosi pada SM VII, menunjukkan bahwa erosi tanah di KKL VI tepat pada batas maksimum, sehingga kegiatan penanaman kopi sudah mulai membahayakan kelestarian waduk.

Walaupun erosi tanah rata-rata per tahun umumnya masih di bawah batas erosi tanah yang dapat diterima oleh waduk, tetapi erosi tanah rata-rata yang terendah 84.2 ton/ha/tahun, masih jauh di atas batas erosi tanah yang dapat dipertahankan kelestariannya sampai 400 tahun yaitu sebesar 56.25 ton/ha/tahun (Hamer, 1981). Jika batas erosi 56.25 ton/ha/tahun dipakai, maka tidak ada pilihan lain penggunaan lahan di daerah tampung kecuali mereboisasikannya, karena tingkat erosi tanah hutan terkecil sebesar 25.5 ton/ha/tahun pada KKL VI dan terbesar 53.1 ton/ha/tahun pada KKL VIII.

Model pengelolaan yang diajukan secara umum dapat menjamin kelestarian fungsi Waduk Way Rarem, tetapi untuk kepentingan konservasi tanah di daerah tampung masih perlu dilakukan tindakan reboisasi terutama untuk KKL VI, VII dan VIII. Adapun rekomendasi pengelolaan daerah tampung dapat dilihat pada Tabel 4.

Tindakan pengelolaan dan reboisasi diperlukan dalam rangka untuk lebih memperkecil tingkat erosi lahan di daerah tampung. Yang dimaksud dengan pengelolaan sedang adalah penanaman pohon menurut garis kontur dan membiarkan penutupan tanah dengan tumbuhan penutup (*ground cover*). Sedangkan yang dimaksud dengan tingkat pengelolaan baik di sini adalah penanaman menurut garis kontur, membiarkan tumbuhan penutup, pemberian mulsa tanaman, pemberian pohon pelindung dan pembuatan teras guludan. Biaya yang diperhitungkan

dari kerugian akibat erosi merupakan dana yang dapat dipergunakan untuk pengelolaan tanaman kopi dan lada ini.

Dengan pertimbangan di atas maka jumlah lahan yang dianjurkan untuk direboisasi adalah seluas 6 403 ha (21.2%). Sedangkan lahan seluas 23 722 ha (78.8%) yang tersebar pada KKL II, III, IV dan VI dapat digunakan untuk perkebunan kopi dan lada dengan tingkat pengelolaan tertentu.

Tabel 4. Rekomendasi Pola Penggunaan Lahan di Daerah Tampung Way Rarem (1980).

KKL	Penggunaan lahan	Tingkat Pengelolaan	Luas (Ha)	Persentase dari Luas Daerah Tampung (%)
II	Kopi	—	4 771	15.8
III	Kopi	Sedang	1 855	6.2
IV	Lada	Baik	7 644	25.4
VI	1. Kopi	Baik	9 450	31.4
	2. Hutan	—	1 146	3.8
VII	Hutan	—	5 094	16.9
VIII	Hutan	—	162	0.5

Keterbatasan Dalam Penelitian

Dalam menduga nilai tanah yang tererosi di samping dipakai konsep kerugian akibat berkurangnya umur pakai waduk karena pengendapan lumpur (sedimentasi), juga dipakai nilai depresiasi tanah di daerah tampung yang ditanami dengan tanaman tertentu. Khusus untuk menghitung depresiasi tanah dipakai perhitungan masa habis pakai lahan berdasarkan atas tenggang waktu habisnya lapisan tanah akibat erosi. Dalam penelitian ini penurunan produksi tanaman akibat adanya erosi pada tenggang waktu masa pakai lahan dianggap linier. Sedangkan kenyataannya, setelah lapisan atas tanah (top soil) yang penuh dengan zat hara habis tererosi, tanaman akan menjadi merana dan produksinya pun menurun dengan drastis.

Kelemahan kedua dalam penelitian ini adalah sifat analisa yang komparatif statik. Artinya model yang dipakai dalam rancangan linier tidak memperhatikan unsur dinamika yang terjadi di alam. Ada dua hal pokok yang menjadi permasalahan yang tidak dapat ditampung dalam model rancangan linier yang digunakan.

Masalah pertama adalah bahwa penelitian tidak dapat mengungkapkan terjadinya fluktuasi debit air akibat adanya perbedaan curah hujan (musim) sepanjang tahun. Fluktuasi curah hujan yang besar di daerah tampung akan mempenga-

ruhi pula fluktuasi tingkat erosi aktual pada suatu saat. Disamping itu fluktuasi debit air yang besar juga dapat membahayakan kelestarian fungsi waduk dan daerah pengairannya karena dapat menimbulkan banjir.

Masalah kedua adalah bahwa pengelolaan daerah tampung mempunyai jangka waktu panjang. Investasi yang dikeluarkan pada suatu tahun untuk kegiatan pengelolaan baru mempunyai dampak pada beberapa tahun kemudian. Dengan demikian nilai ekonomis dari uang yang diinvestasikan dalam model perencanaan linier yang dipakai secara eksplisit tidak diperhitungkan.

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan terdahulu dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ada tiga buah peubah penentu yang dapat dijadikan peubah kebijaksanaan dalam rangka mengarahkan proses perubahan tataguna lahan di daerah tampung Way Rarem, yaitu peubah sarana sosial ekonomi (X_2), peubah status hukum atas lahan (X_4) dan peubah kependudukan (X_{12}).
2. Pembangunan sarana sosial ekonomi, khususnya sarana perhubungan (jalan dan jembatan) di daerah tampung Way Rarem, dapat mempercepat proses pertumbuhan desa-desa di daerah pedalaman yang sangat membahayakan kelestarian fungsi daerah tampung.
3. Lemahnya sistem pemberian status hukum atas lahan di daerah tampung akan mempercepat perubahan status lahan kawasan hutan menjadi lahan pribadi, dan secara langsung atau tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan desa-desa di daerah pedalaman Way Rarem.
4. Kepadatan penduduk yang tinggi di daerah tampung Way Rarem, disamping mempunyai dampak negatif kepada kehidupan sosial-ekonomi di daerah ini, juga secara tidak langsung akan mempunyai dampak negatif kepada kelestarian fungsi daerah tampung.
5. Dengan memperhatikan kelestarian fungsi daerah tampung sebagai pengatur tingkat erosi tadah dan aliran air, maka didapatkan pola penggunaan lahan di daerah tampung Way Rarem yang optimal sebagai berikut :
 - (1) Tanaman kopi untuk KKL II 4 771 ha (15.8%).
 - (2) Tanaman kopi dengan tingkat pengelolaan sedang untuk KKL III 1 885 ha (6.2%).
 - (3) Tanaman lada dengan tingkat pengelolaan baik untuk KKL IV 7 644 (25.4%).
 - (4) Tanaman kopi dengan tingkat pengelolaan baik untuk KKL VI 9 450 ha (31.4%).

- (5) Reboisasi KKL VI 1 146 ha (3.8%) dan pemukiman kembali penduduk sebanyak 573 KK.
- (6) Tanaman kopi dengan tingkat pengelolaan baik untuk KKL VII 3 097 (10.3%).
- (7) Keuntungan sosial maksimum yang didapat dari aktivitas penggunaan lahan yang optimal adalah 16.4 milyar rupiah per tahun. Penerimaan sosial per tahun dari kegiatan pengelolaan daerah tampung adalah 22.1 milyar rupiah dan biaya sosial yang dikeluarkan dalam pengelolaan ini adalah 5.7 milyar rupiah.
- (8) Uji kepekaan SM I terhadap perubahan harga secara proporsional 30% akan menggantikan kegiatan kopi padi menggantikan tanaman kopi pada KKL III dan KKL VII.
- (9) Uji kepekaan SM I terhadap pelanggaran fungsi pembatas erosi waduk 20.0% cenderung menaikkan keuntungan sosial, sedangkan uji kepekaan SM I terhadap pengetatan fungsi pembatas erosi waduk 14.3% cenderung menurunkan keuntungan sosial.
- (10) Disarankan untuk mereboisasikan KKL VII seluas 5 094 ha (16.9%) dan KKL VI seluas 1 146 (3.8%), untuk menjamin kelestarian fungsi daerah tampung Way Rarem sebagai pengatur besarnya erosi tanah yang akan diendapkan di waduk.

Daftar Pustaka

- Frohberg, K.K. and C.R. Taylor. 1979. Society Optimal Agricultural Erosion. Sedimentation Control Considering Both Soil Conservation and Water Quality. International Institute for Applied Systems Analysis A-2361, Laxenburg, Austria.
- Hamer, W.I. 1981. Soil Conservation Consultant. 2nd A 60F/IWS 178/006. Technical Note No. 10. Centre for Soil Research, Bogor, Indonesia.
- Henderson, J.M. and R.E. Quandt. 1971. Microeconomic Theory, A Mathematical Approach. 2nd edition. Mc.Graw-Hill Kogakusha Ltd. Tokyo.
- Krutilla, J.V. and A.C. Fisher. 1975. The Economics of Natural Environment; Studies in The Valuation of Commodity and Amonity Resource. Public for Resources for Future, Inc. John Hopkins Univ. Press.
- Pavelis, G.A., H.P. Johnsons, W.P. Shrader and J.F. Tummons. 1961. Methodology of Programming Small Watershed Development. Agriculture and Home Economics Experiment Station. Iowa State University of Science and Technology. Ames. Iowa Res. Bull. 493. April 1961.
- Smith, G. 1977. Watershed Organization and Socio Economic Factors in Guidelines for Watershed Management Food and Agricultural Organization of The United Nation. Rome. p: 263 - 270.
- Taylor, C.R. 1980. Model specications for Analyzing The Role and Long-Run Impacts of Resources, The environment, and Technological Change on The Food Production System. Working Paper, International Institute Fore Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria.
- Visher, S.S. 1965. The Public Domain *in* Conservation of Resources. G.H. Smith (*ed*). John Wiley and Sons Inc. New York. p: 4 - 15.

Lampiran 1. Tabel Matriks Ringkas Awal Perencanaan Linier di DTAS Way Rarem, 1980.

Aktivitas	Penggunaan Lahan Pada KKL						Pembelian Masukan				Pembiayaan		Nilai Eksternal		Penjualan Keluaran			Bunga Pinjaman dan Sewa Tenaga Kerja		Tanda R H S	
	II	III	IV	VI	VII	VIII	UTK	BPK	BIS	BBN	ARB	ARS	NEE	NAP	PKP	PLD	PPD	BPU	STK	N	O
FTJ	-C1	-C2	-C3	-C4	-C5	-C6	-C7	-C8	-C9	-C10	-C11	-C12	-C13	C14	C15	C16	C17	-C18	-C19	N	0
MDL	C1	C2	C3	C4	C5	0	C7	C8	C9	C10	0	0	0	0	0	0	0	-1	C19	L	B01
LHN	a11	a12	a13	a14	a15	a16	0	0	0	0	0	-q	0	0	0	0	0	-0	0	E	B02
TKM	a21	a22	a23	a24	a25	0	-1	0	0	0	0	q	0	0	0	0	0	0	-1	L	B03
PPK	a31	a32	a33	a34	a35	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E	0
IST	a41	a42	a43	a44	a45	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E	0
BNH	a51	a52	a53	a54	a55	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E	0
DRB	0	0	0	r04	r05	r06	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	L	B07
DRS	0	0	0	s04	s05	s06	0	0	0	0	q	-1	0	0	0	0	0	0	0	L	B08
BEA	e01	e02	e03	e04	e05	e06	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	L	B09
TAP	-p01	-p02	-p03	-p04	-p05	-p06	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E	0
TKP	-j11	-j12	-j13	-j14	-j15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E	0
TLD	-j21	-j22	-j23	-j24	-j25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E	0
TPD	-j31	-j32	-j33	-j34	-j35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E	0
TPM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	G	0
TST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	G	0

AKTIVITAS

- PP1 : Pola Penggunaan Lahan (Kopi, Lada, Padi, Jagung, Ubikayu) di KKL II
PP2 : Pola Penggunaan Lahan (Kopi, Lada, Padi, Jagung, Ubikayu) di KKL III
PP3 : Pola Penggunaan Lahan (Kopi, Lada, Padi, Jagung, Ubikayu) di KKL IV
PP4 : Pola Penggunaan Lahan (Kopi, Lada, Padi, Jagung, Ubikayu dan Reboisasi) di KKL VI
PP5 : Pola Penggunaan Lahan (Kopi, Lada, Padi, Jagung, Ubikayu) di KKL VII
PP6 : Pola Penggunaan Lahan (Reboisasi) di KKL VIII
UTK : Upah Tenaga Kerja
BPK : Pembelian Pupuk
BIS : Pembelian Insektisida
BBN : Pembelian Benih Padi
ARB : Aktivitas Reboisasi
ARS : Aktivitas Resettlement
NEE : Nilai Eksternal Erosi Tanah
NAP : Nilai Eksternal Aliran Air Permukaan
PKP : Penjualan Kopi
PLD : Penjualan Lada
PPD : Penjualan Padi
BPU : Bunga Pinjaman Uang
STK : Sewa Tenaga Kerja dari luar daerah tampung

PEMBATAS

- FTJ : Fungsi Tujuan Memaksimumkan Keuntungan Sosial
MDL : Modal yang tersedia dalam masyarakat
LHN : Lahan yang tersedia pada setiap KKL
TKM : Tenaga Kerja yang tersedia di dalam DTAS
PPK : Transfer pembelian pupuk
IST : Transfer pembelian insektisida
BNH : Transfer pembelian benih padi
DRB : Dana untuk Reboisasi
DRS : Dana untuk Resettlement
BEA : Batas Erosi Aktual
TAP : Transfer aliran air Permukaan
TKP : Transfer penjualan kopi
TLD : Transfer penjualan lada
TPM : Transfer peminjaman modal
TST : Transfer Sewa Tenaga Kerja

Lampiran 2. Matriks Korelasi Antara Peubah-peubah Sosial-Ekonomi Daerah Tampung Way Rarem (1980).

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
X ₁	—	0.086	0.557	0.329	0.257	0.029	0.319	0.116	0.145	-0.232	0.257	0.145	0.486
X ₂		—	-0.529	0.557	0.943***	0.823**	-0.145	0.928***	0.203	0.232	0.371	-0.377	0.714*
X ₃			—	0.086	-0.471	0.329	0.271	-0.471	0.243	0.221	0.129	0.429	-0.214
X ₄				—	0.643*	0.757**	-0.471	0.329	-0.386	-0.329	0.500	0.514	0.471
X ₅					—	0.736**	-0.290	0.783**	-0.058	0.232	0.314	-0.087	0.771**
X ₆						—	0.090	0.836**	0.343	-0.119	0.765**	-0.582	0.600
X ₇							—	0.191	0.779**	0.015	0.261	-0.706*	-0.371
X ₈								—	0.544	0.250	0.377	-0.662*	0.771**
X ₉									—	0.074	0.290	-0.822**	0.200
X ₁₀										—	-0.638*	-0.882***	-0.200
X ₁₁											—	-0.406	0.429
X ₁₂												—	-0.443
X ₁₃													—

Keterangan :

*** : Nyata pada tingkat kepercayaan 99%.

** : Nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

* : Nyata pada tingkat kepercayaan 90%.