

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN  
PENGELOLAAN AIR HUJAN UNTUK PERTANIAN (SPK-PAHP)  
PADA PULAU KECIL KAWASAN KERING INDONESIA  
(Studi Kasus di Desa Daieko, Pulau Sabu)**

Susilawati Cicilia Laurentia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil UNIKA Widya Mandira, Jl. A. Yani 50-52 Kupang  
E-mail: srsusipi@yahoo.com

**ABSTRAK**

Pulau-pulau kecil memiliki permasalahan cukup kompleks berkaitan dengan pengelolaan sumber daya air untuk mendukung kehidupan dan perkembangan daerah. Air hujan merupakan salah satu sumber air tawar yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan, khususnya di kawasan kering. Kondisi geografi menentukan karakteristik hujan yaitu durasi hujan yang singkat tetapi intensitasnya tinggi, curah hujan tahunan rendah, dan lama musim hujan berlangsung beberapa bulan saja, dengan kemarau panjang. Sebaran hujan berupa jumlah hari kejadian hujan, berpotensi menimbulkan kejadian *waterlogging*, ataupun *dry spells*, yaitu situasi kekeringan singkat dalam musim hujan, akan mengakibatkan turunnya produksi tanaman atau bahkan mati. Karakteristik hidrologi lainnya juga menimbulkan masalah adalah berkaitan dengan topografi wilayah, yang berpengaruh pada sistem hidrologi sungai atau alur drainase alam. Keadaan ini menyebabkan air hujan yang jatuh cepat melimpas terbuang ke laut, dan hanya sebagian kecil yang meresap ke dalam tanah. Permasalahan ini menjadi tantangan dikembangkannya sistem pengelolaan air hujan untuk pertanian (PAHP), sehingga dapat memberikan kepastian cukupnya kelembaban tanah, tidak terjadi *dry spells* maupun *waterlogging*, dan lebih efektifnya penggunaan air hujan oleh tanaman. Sistem PAHP juga mengelola air hujan yang jatuh dan melimpas dengan cepat menuju ke alur drainase alam langsung terbuang ke laut, agar dapat dihambat sehingga sempat meresap ke dalam tanah, atau ditampung untuk dapat dimanfaatkan pada musim kemarau. Sistem PAHP diikuti dengan Model SPK-PAHP sebagai alat bantu dalam simulasi dan optimasi rancangan sehingga dapat ditemukan hasil rancangan akhir dari bangunan PAHP sistem makro dan mikro. Dari penerapan model SPK-PAHP ini dapat disimpulkan bahwa opsi PAHP mampu meningkatkan produksi pangan, karena bertambah luasnya lahan pertanian dan ketersediaan air untuk pertanian.

**Kata kunci:** pulau-kecil, kekeringan, hujan, pertanian, sistem-pendukung-keputusan (SPK)

**1. PENDAHULUAN**

Yang dimaksud dengan pulau-pulau kecil adalah pulau-pulau dengan luasan kurang dari 2.000 km<sup>2</sup>, atau mempunyai lebar kurang dari 10 km (UNESCO, 1991). Di Indonesia, dipakai istilah lain dalam mengklasifikasikan pulau berdasarkan ukurannya, yaitu kecil, sangat kecil, dan sangat-sangat kecil, dengan batasannya adalah 2000, 200 dan 20 km<sup>2</sup> (Hehanusa, 2005). Data Departemen Dalam Negeri pada tahun 2004 menyatakan bahwa 7.870 pulau yang bernama, sedangkan 9.634 pulau tak bernama. Dari sekian banyaknya pulau-pulau di Indonesia, yang berpenghuni hanya sekitar 6.000 pulau (Wikipedia, 2009).

Permasalahan pokok yang dihadapi pada wilayah pulau-pulau kecil untuk mengembangkan sumber daya air – dimana air hujan merupakan sumber utama air tawar, berkaitan dengan: (1) karakteristik iklim dan hidrologi, yang sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi – geografi – geologi wilayah dan perubahan iklim global, serta (2) keterbatasan sumber daya sosial ekonomi. Kondisi geografi sangat menentukan karakteristik iklim suatu wilayah, khususnya karakteristik dari hujan yang meliputi durasi, intensitas, dan sebaran hujan selama musim hujan. Karakteristik hujan ini dapat berupa durasi hujan yang singkat tetapi intensitasnya tinggi, curah hujan tahunan yang rendah, dan lama musim hujan yang berlangsung hanya beberapa bulan saja, dengan kemarau panjang.

Sebaran hujan selama musim hujan, berupa jumlah hari kejadian hujan dengan durasi dan intensitasnya, berpotensi menimbulkan kejadian *waterlogging*, ataupun kejadian *dry spells*, yaitu situasi kekeringan singkat dalam musim hujan karena jangka waktu tidak turunnya hujan yang cukup lama, yang akan mengakibatkan turunnya produksi tanaman atau bahkan mati (Susilawati, 1999, Falkenmark et.al. 2001). Sebagai ilustrasi ditampilkan data curah hujan harian dari November 2003 – April 2005 (Tabel 1) di Stasiun Hujan Tardamu Seba, Pulau Sabu.

Tabel 1 Curah Hujan Harian pada Sta Tardamu Seba, November 2003 – April 2005

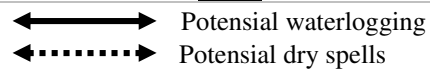
TGL	Curah Hujan (mm)																	
	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr
1				8.8			4								0.4	50.1	4.9	
2		0.5		85	1.5			0.8								1	4.5	
3			10	8	18.9			0.5								9.3	33.9	
4		29.8		122.5				1.5								18	20.4	
5		11.7		1.5				3.7									2.7	1.2
6		7.7	2.9	1.2	1.5													0.2
7		12.8	6.2	3.4													14.8	0.2
8		8.9		38.4					0.2							3	2.6	3.5
9		3.1		5.8												0.7		3.5
10		41.5		1.9	25.2													
11	1.5			0.4									0.1			3.5		
12				32.3	1.5											2.5		
13		36.5		0.3	5.9				4.7							0.2		20
14		19.1		0.2	2.7									0.1	1.5		7.5	
15		6		9.5	9	1									2		8.7	
16		12.2		11.2	34.4										3.8			4.5
17		0.5		6.6														
18		15		7.1	25.3									0.4	0.2			
19		81		6	81.8										0.2			
20		102.1	4.8		12.4										4.8	18.7		
21		19.9	1.1		91.6										1.2	51.5		
22		0.5		1.7										12.5	4.3	7.8		
23		55.3	4.9	4.9	6.5									1.7	16.1	6.7	2	
24	1.6	14.7			17.5									0.7		20.1		0.2
25	4.7	1.3												3.8	13	0.4	0.1	0.5
26							0.5							3.5	13			
27		13.5	8.9	1.4			23.4								3.3			
28		24.6		34.7			43.4								1.5		5.3	
29				3.9											9.7	1.5		1
30			10												9.5			
31			1												5.4			
HH	3	23	9	24	15	1	5	4	2	0	0	0	3	12	12	16	12	9
CH	7.8	518.2	49.8	396.7	335.7	1	73.1	6.5	4.9	0	0	0	7.4	70.8	36.4	198.5	103.5	33.4

Sumber: BMG Kupang, 2004

Keterangan: HH Jumlah hari hujan (hari)  
CH Jumlah curah hujan (mm)

	Tahun 2003
	Tahun 2004
	Tahun 2005

Sumber: BMG Stasiun Tardamu Seba (2007)



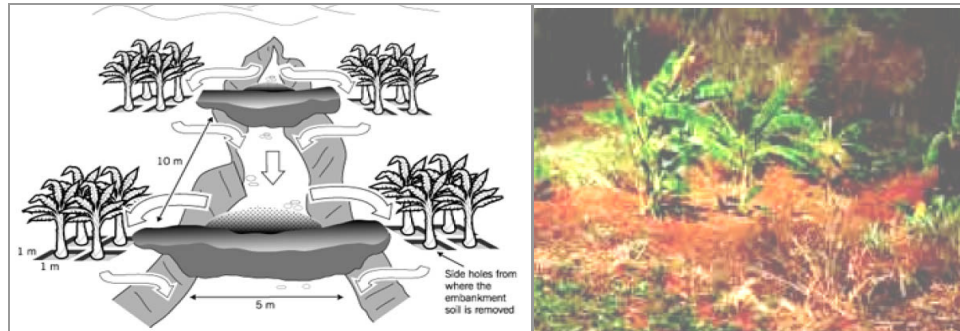
Periode kritis yang berpotensi untuk terjadi *waterlogging*, yaitu situasi dimana tanah sangat jenuh air sehingga tidak ada rongga udara sama sekali, adalah hari-hari hujan dari tanggal 13 – 25 Desember 2003, atau 2 – 12 Pebruari 2004. Hal ini akan mengakibatkan produksi tanaman menurun atau bahkan mati. Sedangkan periode kritis yang berpotensi untuk terjadi *dry spells*, yaitu situasi kekeringan yang mengakibatkan menurunnya produksi tanaman atau bahkan mati, adalah hari-hari kering dari tanggal 8 – 19 Januari 2004.

Karakteristik hidrologi lain yang juga menimbulkan masalah adalah berkaitan dengan topografi wilayah yang berpengaruh pada sistem hidrologi sungai atau alur drainase alam yang ada. Keadaan ini menyebabkan air hujan yang jatuh cepat melimpas terbuang ke laut, dan hanya sebagian kecil yang meresap ke dalam tanah (Susilawati, 2006). Kombinasi antara situasi topografi dan geologi, akan memunculkan masalah erosi dan sedimentasi, yang berkaitan erat dengan usaha konservasi tanah dan air.

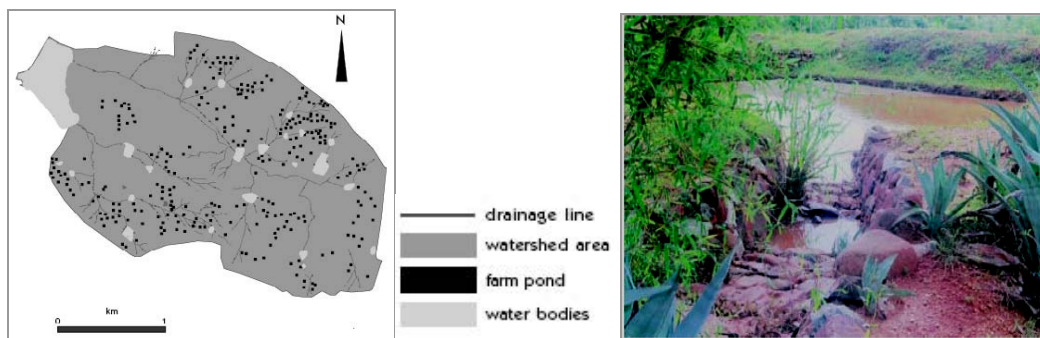
## 2. PENGEMBANGAN MODEL SPK – PAHP

Satu hal penting yang belum disentuh dalam sistem prasarana pengelolaan air hujan untuk pertanian (PAHP) adalah hubungan antara sistem makro berupa cek-dam berantai yang dikembangkan di daerah kering Afrika dan sistem mikro berupa jaringan kolam lahan yang dikembangkan di India. Pada sarana sistem makro berupa cek-dam berantai, bila air dimungkinkan untuk dapat meresap ke dalam tanah menjadi imbuhan dalam cadangan air tanah, maka air tanah ini dapat dimanfaatkan melalui sumur gali yang dibuat di tingkat lahan dalam sistem mikro. Untuk mengembangkan hubungan ini, perlu dikembangkan suatu alat bantu berupa model sistem pendukung keputusan yang mampu menjelaskan hubungan antara sistem makro berupa cek-dam berantai pada alur aliran air sistem Kalekye (Mutunga et.al, 2001) dan sistem mikro seperti model jaringan kolam lahan (Kakade et.al, 2003).

Hubungan ini dapat dikembangkan dengan jalan meresapkan air yang tertampung dalam kolam cek-dam berantai, sebagai imbuhan cadangan air tanah yang dapat dieksploitasi kembali melalui sumur gali di tingkat lahan.



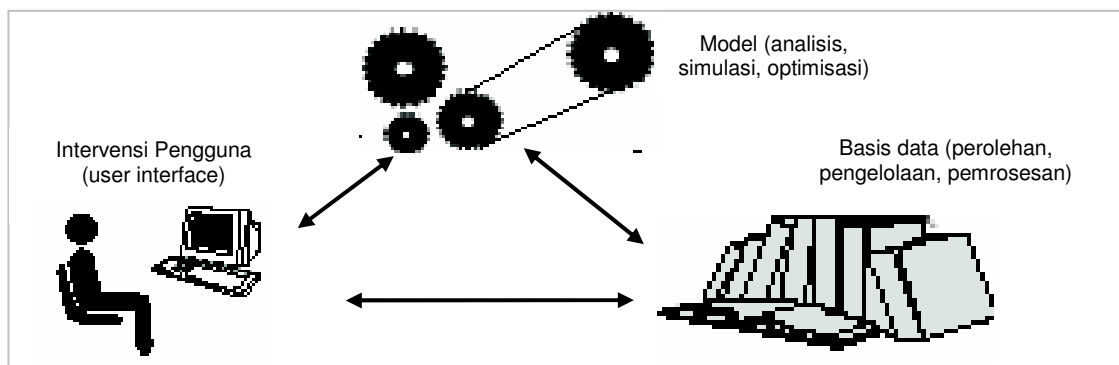
Gambar 2. Reklamasi dari Alur Aliran Air Sistem Kalekye (Mutunga et.al, 2001)



Gambar 3. Model Jaringan Kolam Lahan (*farm ponds*) pada DAS Adihalli – India (Kakade et. al, 2003)

### Sistem Pendukung Keputusan Pengelolaan Air Hujan untuk Pertanian (SPK-PAHP)

Kerangka teoritis pengembangan model SPK-PAHP meliputi 3 komponen seperti dalam Gambar 4, yaitu basis data/informasi, model dan interaksi pengguna (*user interface*) (Larry Brazil, 2005).



Gambar 4. Komponen Utama Sistem Pendukung Keputusan (SPK) (Larry Brazil, 2005)

Data-data yang diperlukan dikelompokkan dalam 2 hal, yaitu:

1. Data yang berkaitan dengan kapasitas ketersediaan air, dan
2. Data yang berkaitan dengan praktek pertanian.

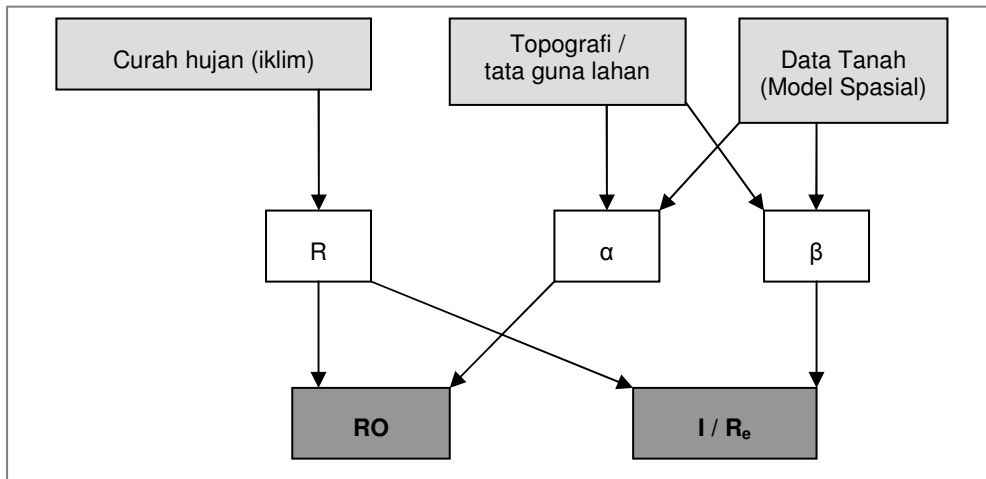
Data yang berkaitan dengan kapasitas ketersediaan air meliputi data klimatologi, topografi untuk menentukan luas daerah tangkapan air hujan untuk seluruh sistem dan koefisien pengaliran limpasan permukaan, serta data tanah untuk menentukan koefisien resapan air atau potensi air yang dapat diresapkan ke dalam tanah.

Data yang dibutuhkan berkaitan dengan praktek pertanian meliputi data spesifikasi tanaman untuk menemukan koefisien tanaman dan masa pertumbuhan tanaman, evapotranspirasi tetapan/referensi yang dihitung dengan menggunakan komputer model *Cropwat4W* (Derek Clarke, 1998), curah hujan efektif, pola tanam dan luas areal pertanian.

Model-model yang dipakai dalam SPK ini meliputi:

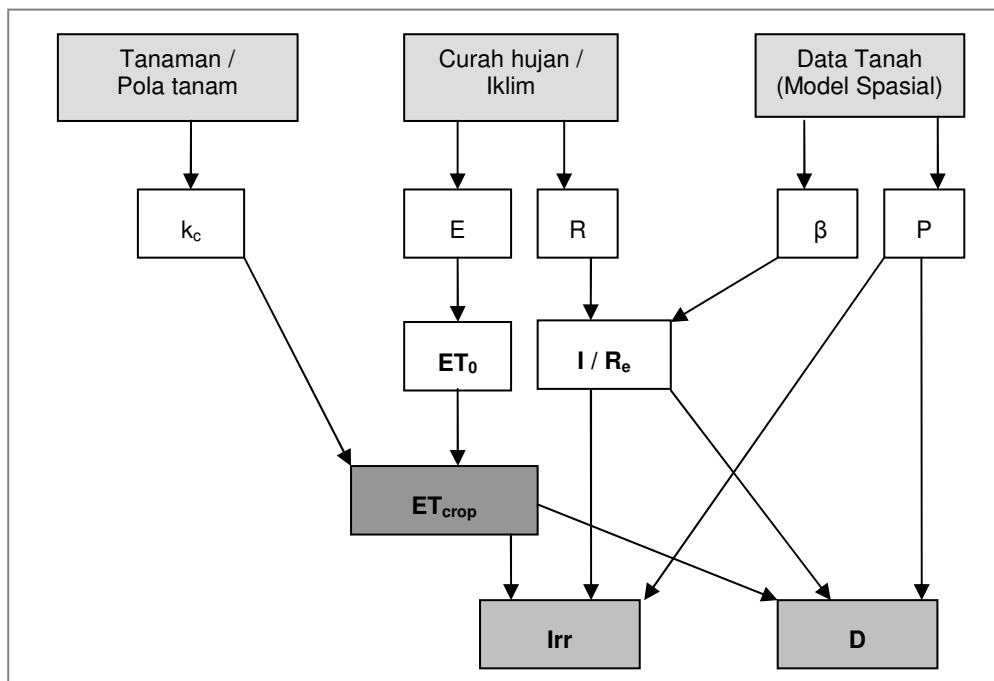
1. Model hubungan antara curah hujan – limpasan air permukaan – infiltrasi
2. Model kebutuhan air tanaman – irigasi – drainase
3. Model pengelolaan air hujan untuk pertanian

Kerangka model dalam SPK-PAHP ini terdiri dari kerangka model 1, model 2 dan model 3 yang diselesaikan dalam Excel (Gambar 5, 6, 7).



Gambar 5. Kerangka Model 1: Curah Hujan – Limpasan Permukaan – Infiltrasi

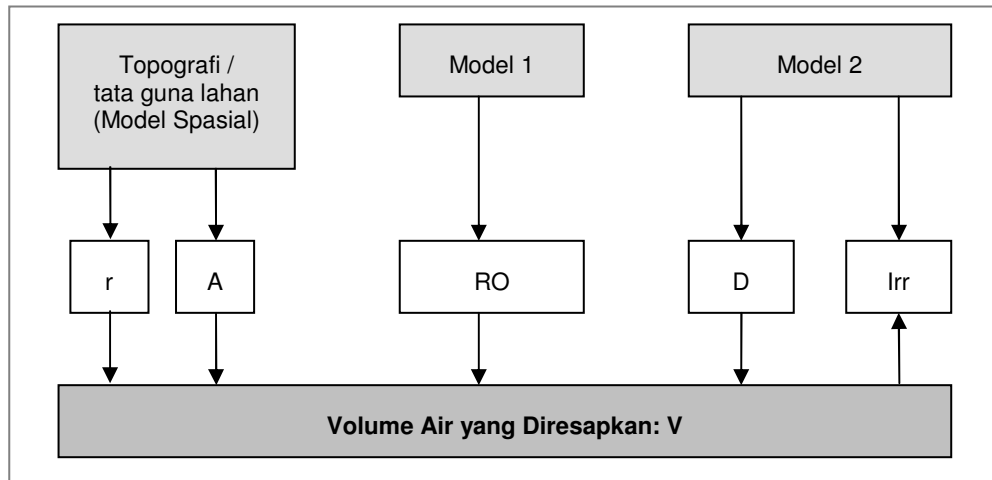
Data yang dibutuhkan dalam model 1 adalah data curah hujan, data topografi/tata guna lahan untuk mencari besarnya koefisien limpasan permukaan  $\alpha$ , dan data tanah untuk mendapatkan besarnya koefisien infiltrasi  $\beta$ . Dari data hujan dan data koefisien limpasan permukaan  $\alpha$ , dapat ditemukan besarnya air limpasan permukaan (RO) mengikuti persamaan 1, dan dari data koefisien infiltrasi  $\beta$  dan data hujan dapat ditemukan besarnya infiltrasi yaitu air yang meresap ke dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman ( $I/R_e$ ) mengikuti persamaan 2.



Gambar 6. Kerangka Model 2: Kebutuhan air Tanaman – Irigasi – Drainase

Data yang dibutuhkan dalam model 2 adalah: (1) data tanaman/pola tanam yang memberikan informasi tentang koefisien tanaman dan waktu mulai tanam, (2) data curah hujan/iklim yang memberikan informasi tentang besarnya curah hujan R dan evaporasi (E), atau dari data iklim dapat ditemukan informasi besarnya evapotranspirasi potensial ( $ET_0$ ) mengikuti persamaan 3, (3) data tanah yang ditemukan dari model spasial memberikan informasi tentang koefisien infiltrasi  $\beta$  dan besarnya perkolasi. Dari informasi tentang besarnya  $ET_0$  dan koefisien tanaman dapat

ditemukan besarnya kebutuhan air untuk tanaman ( $ET_{crop}$ ) mengikuti persamaan 4. Dari informasi tentang koefisien  $\beta$  dan curah hujan ditemukan informasi tentang besarnya infiltrasi atau air yang ada di dalam tanah dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman ( $I/R_e$ ). Dari informasi  $ET_{crop}$ ,  $R_e$  dan  $P$  akan memberikan informasi lebih lanjut tentang besarnya kebutuhan air irigasi atau air drainase, yang mengikuti persamaan 5 dan 6



Gambar 7. Kerangka Model 3: Pengelolaan Air Hujan untuk Pertanian

Data yang dibutuhkan dalam model 3 adalah data topografi/tata guna lahan yang ditemukan dalam model spasial yang akan memberikan informasi tentang luas daerah tangkapan dan koefisien resapan ( $r$ ), informasi tentang limpasan permukaan ( $RO$ ) dari model 1, dan informasi tentang besarnya kebutuhan air drainase dan air irigasi dari model 2. Dari informasi ini dapat dihitung besarnya volume genangan dalam bangunan prasarana PAHP atau volume air yang dapat diresapkan ke dalam tanah sebagai imbuhan cadangan air tanah ( $V$ ). Besarnya air ini mengikuti persamaan 7.

Persamaan yang dipakai dalam model 1, 2 dan 3 adalah:

$$RO = \alpha \times I \times A \quad (1)$$

$$\text{Infiltrasi} = \beta \times I \times A \quad (2)$$

$$ET_0 = K_p \times E_{panci} \quad (3)$$

$$ET_{crop} = k_c \times ET_0 \quad (4)$$

$$Irr = ET_{crop} + P - R_e \quad (5)$$

$$D = R_e - ET_{crop} \quad (6)$$

$$V = RO + D - E - P \quad (7)$$

Keterangan:

RO	: Run Off	$ET_{crop}$	: Evapotranspirasi tanaman
$\alpha$	: koefisien Run Off	$k_c$	: koefisien tanaman
$\beta$	: koefisien Infiltrasi	Irr	: kebutuhan air irigasi
I	: Intensitas hujan	P	: perkolasi
A	: Area daerah tangkapan hujan	$R_e$	: curah hujan efektif
$ET_0$	: Evapotranspirasi tetapan	D	: kebutuhan drainase tanaman
$K_p$	: Koefisien panci	V	: volume
$E_{panci}$	: Evaporasi terbuka pada panci	E	: evaporasi terbuka

Ketersediaan air irigasi yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pertanian adalah:

1. Besarnya air yang dapat diresapkan ke dalam tanah. Air yang diresapkan ini berasal dari air hujan yang dapat ditampung ke dalam jebakan air, sesuai dengan kapasitas tampungan jebakan dan air hujan yang dapat dipanen (tergantung dari luasan daerah tangkapan hujan).
2. Besarnya kebutuhan air drainase pertanian yang dapat menjadi tambahan tampungan pada sumur gali di lahan pertanian

Kedua komponen di atas menjadi komponen ketersediaan air irigasi bagi pertanian pada lokasi studi. Dalam

program Excel dari SPK – PAHP, secara matematis dapat dituliskan sebagai:

$$\text{Ketersediaan air} = (\beta \times V_{\text{jebakan}}) + 10 (D \times A) \quad (8)$$

Dimana:  $\beta$  : koefisien resapan (%)  
 $V_{\text{jebakan}}$  : volume air yang tertampung dalam kolam jebakan air ( $\text{m}^3$ )  
 $D$  : air kebutuhan drainase pertanian (mm)  
 $A$  : luas lahan pertanian (Ha)

Ketersediaan air bagi tanaman dipenuhi dari curah hujan efektif atau besarnya curah hujan yang secara efektif dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Besarnya curah hujan efektif dapat dihitung dengan berbagai metode, yaitu: *fixed percentage*, *dependable rain*, *empirical formula* dan *USDA Soil Conservation Service Method*. Untuk metode persentase yang tetap, besarnya curah hujan efektif adalah:

$$R_{\text{eff}} = \alpha \times R \quad (9)$$

Dimana:  $R_{\text{eff}}$  : curah hujan efektif (mm)  
 $\alpha$  : persentase curah hujan efektif (%)  
 $R$  : besarnya curah hujan (mm)

Kebutuhan air untuk irigasi pertanian adalah selisih dari kebutuhan air untuk tanaman dan ketersediaan air curah hujan efektif yang besarnya adalah:

$$I_{\text{req}} : ET_{\text{crop}} - R_{\text{eff}} \quad (10)$$

Dimana:  $I_{\text{req}}$  : kebutuhan air untuk irigasi pertanian  
 $R_{\text{eff}}$  : curah hujan efektif  
 $ET_{\text{crop}}$  : kebutuhan air untuk tanaman

Dari persamaan 10, bila selisih harga adalah negatif, berarti besaran ini adalah kebutuhan air untuk drainase pertanian (D). Hal ini berarti bahwa curah hujan efektif lebih besar dari pada kebutuhan air untuk tanaman. Berarti pula bahwa kelengasan tanah sangat jenuh air, sehingga perlu dikeringkan agar tanaman tidak mati.

Penyimpanan air di permukaan berupa penyimpanan dalam kolam jebakan air. Air ini diresapkan ke dalam tanah sebagai penyimpanan air di dalam tanah. Volume air yang tersimpan dalam kolam jebakan air dihitung dengan menggunakan neraca keseimbangan air pada kolam jebakan, yaitu neraca air yang melimpas dan yang dapat ditampung dalam jebakan air. Air yang melimpas akan ditampung pada jebakan di sebelah hilir, sedangkan air yang harus ditampung juga diresapkan ke dalam tanah.

Besarnya air yang melimpas adalah debit air masukan dikurangi kapasitas tampung dari kolam jebakan, atau:

$$V_{\text{limpas}} = 10 (\alpha \times R \times A) - V_0 \quad (\text{m}^3) \quad (11)$$

Dimana:  $\alpha$  : koefisien limpasan permukaan (runoff)  
 $R$  : curah hujan (mm)  
 $A$  : luasan daerah tangkapan hujan (Ha)  
 $V_0$  : kapasitas tampung kolam jebakan air ( $\text{m}^3$ )

Air yang tertampung ini mempunyai potensi untuk diresapkan ke dalam tanah, yang besarnya dikalikan dengan koefisien resapan (lihat Persamaan 8). Demikianlah simulasi perhitungan ini terdapat dalam lembar kerja neraca dalam jebakan dari model SPK – PAHP.

Optimasi lahan pertanian berdasarkan neraca air pada lahan pertanian, yang merupakan fungsi dari ketersediaan air, kebutuhan air irigasi pertanian. Ketersediaan air untuk pertanian berdasarkan persamaan 8, yang merupakan fungsi dari variabel luasan lahan pertanian (A).

$$Y = X_t + A * (R_{\text{eff}})_t \quad (12)$$

Kebutuhan air irigasi atau drainase pertanian:

$$(I_{\text{req}} \text{ atau } D) = A * ET_{\text{crop}} - Y \quad \text{Dimana } I_{\text{req}} > 0 \text{ dan } D < 0 \quad (13)$$

Fungsi tujuan: meminimalkan neraca air pada lahan:  $\text{Min} (NA)_t$

Fungsi kendala:

$$\begin{aligned} (NA)_t &= (NA)_{t-1} - (I_{\text{req}})_{\text{MT1}} + (D)_{\text{MT1}} - (I_{\text{req}})_{\text{MT2}} + (D)_{\text{MT2}} - (I_{\text{req}})_{\text{MT3}} - (D)_{\text{MT3}} \\ (NA)_t &= (NA)_{t-1} - \{A * ET_{\text{crop}} - [X_t + A * (R_{\text{eff}})_t]\} \end{aligned} \quad (14)$$

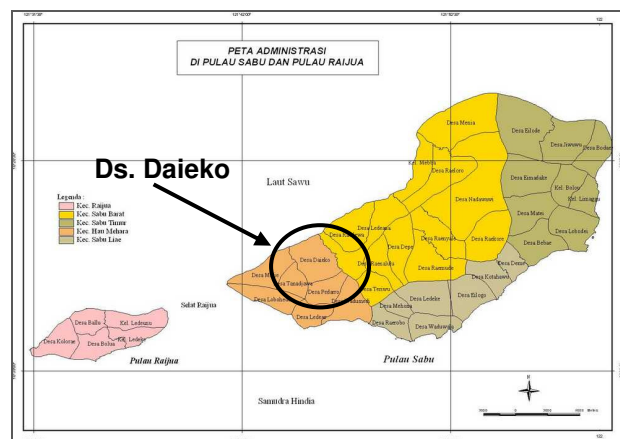
Optimasi nilai A, dimana  $(NA)_t$  adalah minimal atau sama dengan nol

Dimana:  $(NA)_t$  : neraca air pada bulan t (fungsi waktu: bulan 1 – 12)  
 $(NA)_{t-1}$  : neraca air pada bulan sebelumnya  
A : variabel keputusan yang dioptimalkan untuk memperoleh nilai  $(NA)_t$  seminimal mungkin atau sama dengan nol  
 $ET_{crop}$  : evapotranspirasi tanaman  
 $X_t$  : ketersediaan air tanah (yang diresapkan)  
 $(R_{eff})_t$  : hujan efektif untuk tanaman pada bulan t

### Aplikasi model SPK-PAHP

Model pengelolaan SPK-PAHP dikembangkan dengan mengambil lokasi studi di Desa Daieko. Desa ini masuk dalam wilayah Kecamatan Hawu Mehara, Kabupaten Kupang, terletak di ujung barat Pulau Sabu (Gambar 8). Keadaan geografi desa ini mempunyai luas wilayah 1.271,97 Ha atau 12,72 Km<sup>2</sup>. dengan batas-batas di sebelah Utara dengan Laut Sawu, di sebelah Selatan dengan Desa Pedarro, di sebelah Timur dengan Desa Raedewa dan Desa Djadu, wilayah Kecamatan Sabu Barat, dan di sebelah Barat dengan Desa Molie serta Desa Tanajawa.

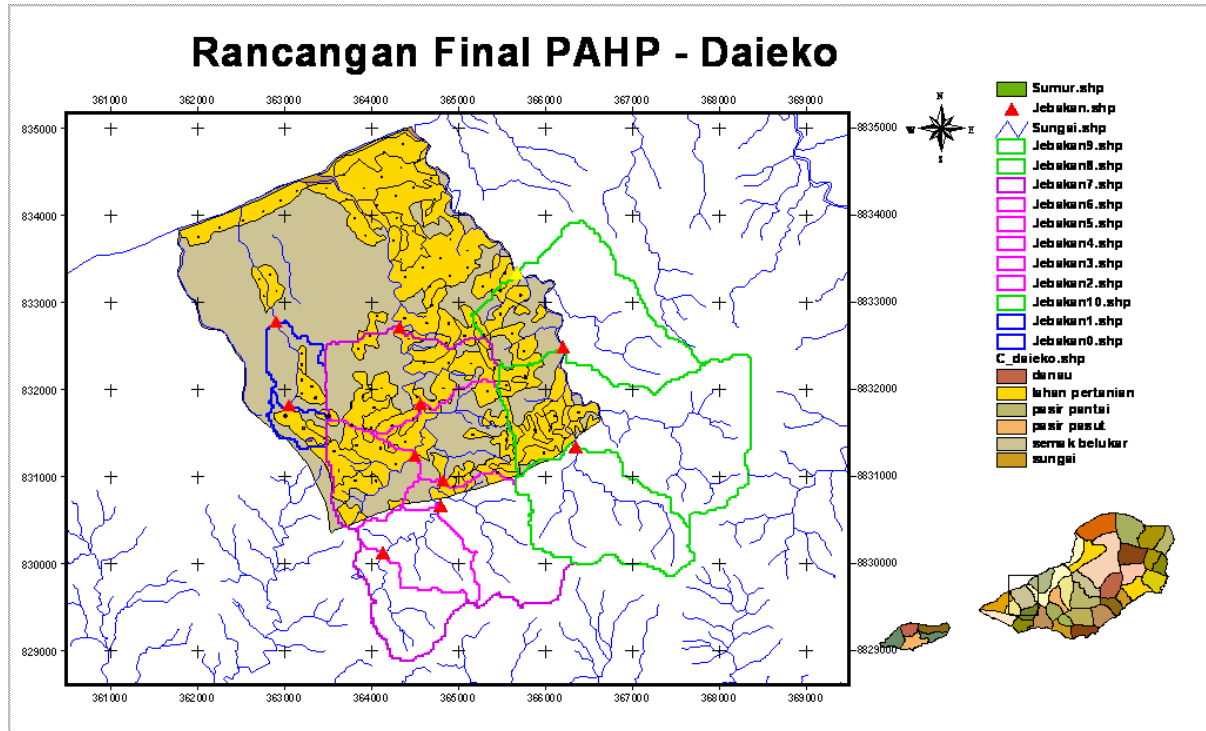
Kondisi topografi desa ini berbukit-bukit dengan lereng yang terjal, kering, tandus dan gersang, dengan kondisi struktur tanah berwarna kekuning-kuningan, tanah liat keabu-abuan, tanah pasir, lempung setebal kurang lebih 1 meter, di atas karang batu cadas. Desa ini berada pada elevasi sekitar 1000 meter di atas permukaan laut, curah hujan rata-rata 55 mm dalam bulan hujan, yaitu bulan Desember dan Januari atau 1200 mm pertahun, suhu udara 34<sup>o</sup> Celcius. Penggunaan lahan desa tersebut terdiri dari lahan sawah tadah hujan (6,64 Ha), tanah kering-ladang dan permukiman (747,12 Ha), perkebunan rakyat (160,75 Ha), fasilitas umum (259,46 Ha), hutan lindung & semak belukar (98 Ha).



Gambar 8. Batas Kecamatan serta Desa/Kelurahan Pulau Sabu dan Pulau Raijua (Menurut Peta Rupa Bumi Digital, 2005)

Di desa ini dikembangkan sistem penampungan air hujan yang disebut jebakan air. Sistem ini merupakan cekdam-cekdam kecil berantai pada alur aliran alam. Alternatif teknis sistem pemanenan air hujan yang akan dikembangkan dan diaplikasikan adalah struktur bangunan air yang terdiri dari jaringan sumur/perigi untuk pemanfaatan air hujan di areal lahan, dan jebakan air berantai untuk pemanfaatan air hujan yang mengalir sebagai aliran permukaan dalam alur-alur aliran alam.

Dengan menggunakan model SPK-PAHP ditentukan letak jebakan air pada alur drainase alam Loko Roalie, Loko Ujula dan Loko Kabila. Hasil simulasi model ditunjukkan dalam Gambar 9. Sedangkan analisa neraca air pada jebakan memberikan perhitungan air yang potensi dapat diresapkan ke dalam tanah sebagai imbuhan cadangan air tanah. Simulasi analisa neraca air dilakukan dalam 3 tahapan. Tahapan pertama adalah simulasi untuk jebakan 1 dan 2. Volume air yang dapat diresapkan melalui jebakan 1 dan 2 secara optimal adalah sebesar 143.602 m<sup>3</sup> pertahun. Untuk resapan minimal, yaitu setelah jebakan berfungsi pada tahun ke-4 dimana koefisien resapan sudah menurun sampai 5 %, adalah sebesar 25.127 m<sup>3</sup> pertahun. Tahapan kedua adalah simulasi untuk jebakan 3,4,5,6,7 dan 8, menghasilkan volume air yang resapan optimal sebesar 520.254 m<sup>3</sup> pertahun, dan minimal dimana koefisien resapan menurun sampai 1 %, sebesar 111.318 m<sup>3</sup> pertahun. Tahapan terakhir adalah simulasi untuk jebakan 9,10 dan 11, menghasilkan volume air resapan optimal sebesar 413.468 m<sup>3</sup> pertahun, dan minimal sebesar 88.741 m<sup>3</sup> pertahun (Tabel 2). Dengan mengkaji kedua analisa neraca air di atas, dapat ditentukan letak jebakan air, sumur/kolam lahan yang diperlukan sehingga memberikan kepastian akan ketersediaan air bagi tanaman. Secara tabularis, hasil simulasi di atas disajikan dalam Tabel 3.



Gambar 9. Rancangan Akhir Prasarana PAHP – Daieko

Tabel 2. Hasil Simulasi Neraca Air pada Jebakan 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 dan 11

Keterangan	Satuan	Jebakan										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Koefisien Run Off	%	19.3	18.7	21.1	20.5	20.6	23	20.8	20.8	20.9	21.1	21.1
Koefisien Infiltrasi	%	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Koefisien Resapan	%	30	30	5	5	5	5	5	15	5	5	5
Luas daerah tangkapan hujan	Km <sup>2</sup>	0.2625	0.55376	0.82876	0.89002	1.46543	0.90876	1.18137	1.61222	1.93441	3.51373	2.65236
Luas lahan pertanian	Ha	51.11				215.42					126.35	
Tinggi tanggul jebakan	m	6	10	4	4	9	5	4	7	5	7	7
Luas area genangan kolam jebakan	Ha	0.6745	0.3125	3.6563	2.1875	3.125	1.75	8.165	2.875	2.625	7.7272	4.9203
Volume genangan kolam jebakan	m <sup>3</sup>	16499	17123	106998	87127	119676	60543	277110	129802	97850	419797	218277
Volume air yang meresap optimal	m <sup>3</sup>	56744	86857	51392	47634	70926	38543	86839	224920	68857	215426	129185
Total volume air resapan optimal	m <sup>3</sup>		143602			520254					413468	
Maximum air yang melimpas/bln	m <sup>3</sup>	11393	25851	63426	69070	115857	72210	91014	99956	154192	267977	207215
Volume air yang meresap minimal	m <sup>3</sup>	9937	15190	11034	10210	15114	8164	18750	48046	14524	46620	27597
Total volume air resapan minimal	m <sup>3</sup>		25127			111318					88741	
Maximum air yang melimpas/bln	m <sup>3</sup>	16391	16894	106917	87040	119531	60454	276994	129343	97661	419454	218018

Tabel 3. Hasil Simulasi Rencana Akhir Bangunan Prasarana PAHP

Nama alur kali (drainase alam)	Bangunan Prasarana PAHP	Volume air yang dapat diresap optimal	Volume air yang dapat diresap minimal	Lahan pertanian optimal	Lahan pertanian rencana	Nilai keamanan usaha PAHP
		m <sup>3</sup> per tahun	m <sup>3</sup> per tahun	Ha	Ha	
Loko Roalie	Jebakan 1	143,602	25,127	64.92	51.11	1.27
	Jebakan 2					
Loko Ujula	Jebakan 3	520,254	111,318	235.21	215.42	1.09
	Jebakan 4					
	Jebakan 5					
	Jebakan 6					
	Jebakan 7					
Loko Kabila	Jebakan 8	413,468	88,741	186.93	126.35	1.48
	Jebakan 9					
	Jebakan 10					
	Jebakan 11					



### 3. KESIMPULAN

Pulau-pulau kecil mempunyai karakteristik hidrologi yang rawan terhadap bencana kekeringan. Curah hujan yang turun dan melimpas ke permukaan tanah akan cepat terbuang ke laut, karena memiliki jarak lintasan yang pendek. Di sisi lain, durasi, sebaran dan intensitas hujan yang jatuh juga dapat menyebabkan situasi *waterlogging* atau *dryspell* yang sangat merugikan tanaman yang bergantung pada air hujan. Permasalahan tersebut semakin kritis dihadapi oleh pulau-pulau kecil di daerah kering karena terbatasnya ketersediaan sumber daya air dan singkatnya curah hujan.

Sistem Pendukung Keputusan Pengelolaan Air Hujan untuk Pertanian (SPK-PAHP) merupakan program model yang terdiri dari 3 komponen yaitu data, model dan interaksi pengguna. Data yang dibutuhkan dalam model ini berkaitan dengan data ketersediaan air yang meliputi data klimatologi, dan data yang dibutuhkan dalam praktek pertanian. Kerangka model SPK-PAHP terdiri dari model curah hujan – limpasan permukaan – infiltrasi, model kebutuhan air tanaman – irigasi – drainase, dan model pengelolaan air hujan untuk pertanian.

SPK-PAHP merupakan alat bantu dalam simulasi dan optimalisasi untuk menemukan ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian, letak jebakan air yang dapat memberikan ketersediaan air berupa imbuhan air tanah, kebutuhan air tanaman dan neraca air sehingga dapat ditentukan lahan pertanian yang optimal. SPK-PAHP ini dibangun dari program sederhana *Microsoft Excel* yang dihubungkan dengan sistem informasi geografis untuk menemukan informasi daerah tangkapan hujan, koefisien limpasan permukaan, koefisien lain yang berhubungan dengan topografi dan geologi, serta letak, dimensi dan volume genangan dari cek dam yang berhubungan dengan informasi geografis.

### DAFTAR PUSTAKA

- Clarke D, 1998. *CropWat for Windows : User Guide*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 46, Rome.  
<http://www.fao.org:80/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGL/aglw/CROPWAT.htm>
- Falkenmark, Malin Fox, Patrick Persson, Gunn Rockström, Johan, 2001. *Water Harvesting for Upgrading of Rainfed Agriculture, Problem Analysis and Research Needs*, SIWI Report 11 Published 2001 by Stockholm International Water Institute.  
[http://www.siwi.org/documents/Resources/Reports/Report11\\_Water\\_Harvesting\\_for\\_Upgrading\\_Rainfed\\_Agriculture\\_2001.pdf](http://www.siwi.org/documents/Resources/Reports/Report11_Water_Harvesting_for_Upgrading_Rainfed_Agriculture_2001.pdf)
- Kakade, B., Ganesh Neelam, Kiran Petare, Chinnanna Doreswamy, 2003. *Revival of A Traditional Water Management System – An Innovative Farm Pond Network Approach A Case Study from Adihalli-Myllanhalli Villages in Hassan District, Karnataka, India*. BAIF Development Research Foundation, India.  
[http://www.soil-water.org.au/acrobat/revival\\_of\\_a\\_traditional\\_water\\_management\\_system.pdf](http://www.soil-water.org.au/acrobat/revival_of_a_traditional_water_management_system.pdf)
- Larry Brazil, 2005. *Decision Support Systems: Role in Planning and Management*. Ford Collins, CO.  
<http://watercenter.colostate.edu/CSUSeminars/Brazil%20Decision%20Support%20system.mht.pdf>
- Mutunga, K. And Critchley, W., 2001 *Farmers' Initiatives in Land Husbandry: Promising Technologies for The Drier Areas of East Africa*. Nairobi: Regional Land Management Unit (RELMA), Swedish International Development Cooperation Agency (Sida), (RELMA Technical Report Series ;27).  
[http://www.prolinnova.net/Downloadable\\_files/TR27.pdf](http://www.prolinnova.net/Downloadable_files/TR27.pdf) atau  
[http://www.wca-infonet.org/cds\\_upload/1062415739024\\_farmers.pdf](http://www.wca-infonet.org/cds_upload/1062415739024_farmers.pdf)
- Susilawati, 1999. "Analisa Produksi Tanaman Pangan di UPT Weberek, Timor Timur". *Seri Kajian Ilmiah* Vol.: 9 No. 1,102-110. Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang
- UNESCO, 1991. *Hydrology and Water Resources of Small Islands, a Practical Guide*. Studies and reports on hydrology No 49. Prepared by A. Falkland (ed.) and E. Custodio with contributions from A. Diaz Arenas & L. Simler and case studies submitted by others. Paris, France, 435pp.  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000904/090426eo.pdf>
- Wikipedia, the free encyclopedia, 2009. *Pulau – Pulau Kecil Indonesia*  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar\\_pulau-pulau\\_Indonesia#Pulau\\_kecil](http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_pulau-pulau_Indonesia#Pulau_kecil)

KoNTekS 4, UNUD-UAJY-UPH  
Sanur, 2-3 Juni 2010