

# PROSIDING KOLOKIUUM HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR

Bandung, 27 - 28 November 2006

**Peran Litbang Sumber Daya Air dalam Mendukung  
Upaya Konservasi dan Mitigasi Bencana**

**EDISI KHUSUS**  
70 thn Puslithang SDA  
1936 - 2006



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR

Jl. Ir. H. Juanda No. 193 Bandung (40135), Telp.: (022) 2501083; 2504053; 2501554; 2500507, Fax: (022) 2500163,  
PO Box 841, E-mail : pusat@pusair-pu.go.id; http : //www.pusair-pu.go.id

## PENGELOLAAN AIR HUJAN DI DAERAH PEDESAAN SEMI-KERING PROPINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Susilawati dan R. W. Triweko  
Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

*Pengelolaan air hujan di daerah kering Propinsi Nusa Tenggara Timur sangat diperlukan, karena NTT mempunyai ketidakpastian iklim yang tinggi. Curah hujan di daerah tersebut sebenarnya cukup untuk memenuhi kebutuhan pertanian maupun rumah tangga, namun karena curah hujan yang jatuh sebagai hujan badai dalam durasi yang singkat, banyak air hujan yang terbuang ke laut dan hanya sebagian kecil saja yang sempat meresap ke dalam tanah dan menjadi aliran dasar. Makalah ini akan membahas pola pengelolaan air hujan di daerah pedesaan kawasan tersebut. Penelitian secara komprehensif terhadap pengembangan embung di Propinsi NTT perlu dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor penentu keberhasilan dan kegagalannya. Sementara pengalaman dari berbagai negara memberikan inspirasi dalam pengembangan model pemanenan air hujan (water harvesting) dalam bentuk kolam lahan (farm ponds). Pendekatan ini dimaksudkan untuk mewujudkan pengelolaan sumberdaya air secara terpadu di daerah kering seperti di Propinsi NTT tersebut.*

**Kata kunci:** pemanenan air hujan, embung, pendekatan komprehensif

### Pendahuluan

Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang terletak pada 8°–12° Lintang Selatan dan 118°–125° Bujur Timur, merupakan kepulauan yang tersebar dengan jarak terjauh Utara–Selatan 300 km dan jarak terjauh Barat–Timur 660 km. Luas wilayah daratan 47.349,9 km<sup>2</sup> tersebar pada 566 pulau kecil sampai besar dan hanya 43 pulau yang berpenghuni. Pulau yang besar adalah Pulau Timor, Flores, Sumba, Alor, Lomblen, Rote, Pantar, Adonara.

Keadaan alam dan topografinya berbukit dan diperberat lagi dengan faktor geomorphologi, yaitu 70% daerahnya mempunyai kemiringan lebih dari 59%, yang menyebabkan air hujan dengan cepat terbuang ke laut. Iklim kawasan ini pada umumnya cukup kering. Evapotranspirasi tahunan terhitung kira-kira 1.800-1.850 mm di daerah pantai dan 1.400-1.600 mm di daerah pedalaman yang merupakan perbukitan. Musim hujan umumnya berlangsung selama 3-5 bulan, sedangkan musim kering berlangsung selama 7-9 bulan. Besarnya curah hujan tahunan tidak merata di antara pulau-pulau tersebut. Pada tahun 2003, misalnya, jumlah curah hujan setahun tertinggi terjadi di Kabupaten Ngada (4.081 mm), yang diikuti oleh Kabupaten Kupang (2.385 mm), Sumba Barat (1.748 mm), Rote Ndao (1.643 mm), Alor (1.356 mm) dan terendah Belu (1.061 mm). Sebagian curah hujan terjadi dalam hujan badai yang berlangsung singkat, sehingga menyebabkan banjir bandang dan dengan cepat terbuang ke laut.

Jumlah sungai di Provinsi NTT tercatat 690 buah, terdapat di Pulau Flores 327 buah, Sumba 122 buah, Timor 92 buah serta Alor dan pulau kecil lainnya 149 buah, dengan luas DAS 40.624 km<sup>2</sup> dan total panjang sungai 8.510 km. Di samping potensi sumberdaya air yang ada pada sungai tersebut sebagian mempunyai potensi merusak dengan adanya luas daerah rawan banjir seluas 22,136 Ha. Mataair yang merupakan sumber aliran dasar sungai jarang sekali dijumpai pada musim kering.

Untuk mengatasi ketersediaan sumber daya air di daerah pedesaan Propinsi Nusa Tenggara Timur yang mempunyai iklim kering dengan karakteristik hujan badai yang terjadi beberapa kali dalam waktu singkat, maka dikembangkan suatu sistem embung yang berfungsi menampung air pada musim hujan dan memanfaatkannya pada musim kering. Namun sayangnya, banyak bangunan embung ini tinggal sebagai monumen karena dirusak oleh masyarakat yang kurang merasakan manfaat dari embung ini. Akibatnya, bencana kekeringan sering dialami, yang mengakibatkan pada gagalnya hasil pertanian, serta lebih jauh lagi timbulnya bencana kelaparan.

Permasalahan sumberdaya air di Provinsi NTT seperti digambarkan di atas, membawa kita pada pertanyaan tentang pola pengelolaan air hujan yang sesuai dengan kondisi alam, karakteristik hidrologi, pola kebutuhan air untuk pertanian dan rumah tangga, serta pola perilaku masyarakat terhadap air. Makalah ini bermaksud mengulas pengalaman dalam pengelolaan air hujan, baik di Propinsi NTT maupun di tempat lain, untuk menyarikan pelajaran bagi pengembangan model pengelolaan air hujan di wilayah tersebut ke depan, khususnya di daerah pedesaan.

## **Pengembangan Embung di Propinsi NTT**

Keberadaan embung sebetulnya sudah sejak lama dikembangkan di Propinsi NTT. Heru et. al. (2005) melaporkan bahwa pembangunan embung di NTT pada umumnya diprakarsai oleh pemerintah pusat ataupun propinsi, dan dikategorikan sebagai embung kecil dan embung irigasi. Embung kecil berfungsi untuk pemenuhan air bersih penduduk, air minum ternak dan pekarangan. Umumnya untuk kebutuhan masyarakat dalam 1 dusun dengan asumsi 1 KK terdiri dari 5 orang dan mempunyai ternak 2 ekor serta luas pekarangan 200 m<sup>2</sup> memerlukan kapasitas tampungan antara 5.000-60.000 m<sup>3</sup>. Embung irigasi berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air bagi daerah pertanian. Sebuah embung dapat melayani luas sawah antara 50 - 400 Ha, pada saat tidak ada lagi hujan yang turun atau setelah musim hujan berakhir. Kapasitas tampungannya biasanya lebih besar dari 100.000 m<sup>3</sup>. Sampai dengan tahun 2004, jumlah embung kecil di Provinsi NTT adalah 318 buah dengan total volume tampungan 7.900.676 m<sup>3</sup> dan embung irigasi adalah 24 buah dengan total volume tampungan 13.904.851 m<sup>3</sup>.

Di antara banyak embung yang dibangun tersebut, beberapa embung terlihat berhasil sementara yang lain mengalami kegagalan. Beberapa contoh kasus berikut ini memberikan gambaran sejauh mana usaha pengembangan embung di Propinsi NTT telah berhasil memperbaiki taraf hidup masyarakat di sana. Sebagai contoh, Embung Oemasi di Kabupaten Kupang, dengan luas DAS 16,2 Ha, panjang tanggul 80 m, tinggi tanggul 10 m dan daya tampung 30.000 m<sup>3</sup>, yang dibangun pada tahun 1992 melalui Proyek Konservasi Sumber Air Timor (PKSA-Timor) secara swakelola dengan acuan desain tipikal cara Australia untuk kebutuhan air minum penduduk 111 KK, hewan/ternak equivalen sapi 333 ekor dan kebun pekarangan 5,55 Ha. Embung ini menjadi percontohan yang sangat ideal dalam pemakaian hemat air, yaitu dengan perencanaan pemanfaatan yang komprehensif.

Embung Boneana di Kupang, yang mempunyai luas DAS 7 Ha, panjang tanggul 88,5 m, tinggi tanggul 10 m dan daya tampung 34.020 m<sup>3</sup>, target pelayanan air minum 126 KK, ternak 378 ekor dan kebun 6.3 ha. Setahun setelah Embung Boneana berfungsi pada tahun 1999, penduduk menggali sumur dangkal ± 1 km dibagian hilir embung. Hal ini untuk memperoleh air bagi kebutuhan tanaman pekarangan (bawang merah, cabe, jagung dan sayuran) dan tanaman pada lahan tidur yang selama ini tidak dimanfaatkan masyarakat. Hasil kerja keras masyarakat sekitar Embung Boneana ini, menjadikan daerah ini sebagai salah satu pemasok sayuran untuk masyarakat Kota Kupang.

Embung di Pulau Sabu yaitu Embung Lere dan Embung Depe. Embung Lere merupakan embung irigasi memiliki tinggi tanggul 7 m, volume tampungan 922.324 m<sup>3</sup> dengan target pelayanan irigasi 129 Ha dan air minum 105 KK. Embung Depe memiliki tinggi tanggul 10,4 m, volume

tampungan 252.700 m<sup>3</sup> dengan target pelayanan irigasi 75 Ha dan air minum 15 KK. Kaum perempuan mengolah lahan tidur di sekitar lokasi embung dengan menanam tanaman bawang, sayuran dan cabe.

Embung JICA (Hibah Jepang) ada 5 buah, yaitu Embung Bimoku (Kota Kupang), Embung Oeltua (Kab. Kupang), Embung Matasio (Kab. Rote-Ndao), Embung Oebuain dan Embung Benkoko (Kab. Timor Tengah Selatan). Dari kelima embung bantuan tersebut yang masih berfungsi baik adalah Embung Benkoko, Oeltua dan Matasio. Embung Oeltua mempunyai tinggi tanggul 12 m, daya tampung 81.200 m<sup>3</sup> dan target pelayanan untuk memenuhi kebutuhan air minum, ternak dan menyiram tanaman pekarangan. Volume tampungan embung ini tidak sebanding dengan banyaknya bak distribusi yang diberikan kepada masyarakat, sehingga menjadikan bak distribusi ini tidak terawat dan bahkan tidak terpakai. Selain itu tingkat kebocoran dan sedimentasi yang masuk pada daerah genangan cukup besar.

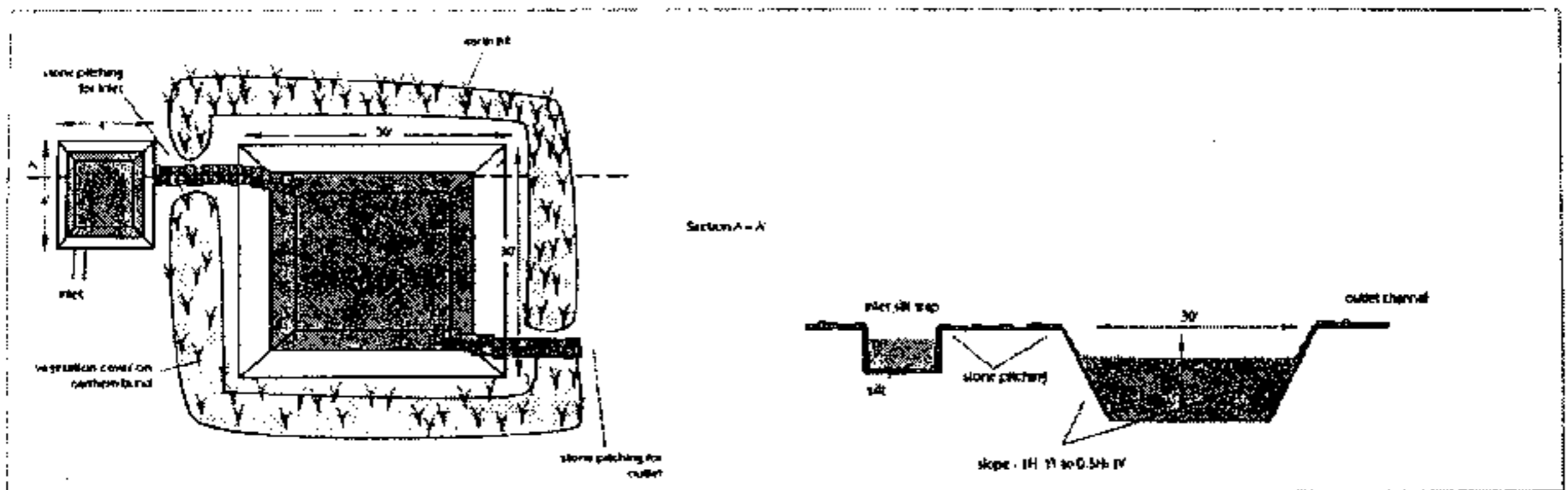
Embung dengan lapisan *Rubber-Sheet* di Pulau Rote sebanyak 9 buah. Kesembilan embung irigasi tersebut merupakan hasil survey dan desain oleh Pemerintah Pusat melalui Proyek Embung Irigasi. Keadaan geologi daerah genangan mempunyai lapisan yang porous, sehingga menimbulkan masalah kebocoran. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dipasang lembaran karet (*rubber sheet*) setebal ± 0,15 mm, yang tidak tahan terhadap perubahan iklim yang drastis, sehingga terjadi retak-retak dan pecah. Kegiatan merendam kerbau pada embung dengan lapisan karet ini justru membahayakan kerbau, karena lumpur yang dibawa kerbau membuat tergelincir dalam embung dan mati. Akibatnya, masyarakat pemilik kerbau melepaskan air pada intake dan memotong lembaran karet tersebut sebagai tikar jemuran padi hasil panen atau digunakan sebagai atap rumah.

## Pemanenan Air Hujan di Berbagai Negara

Berbagai negara yang berada di daerah kering dan semi kering telah berusaha mengembangkan sistem pemanenan air hujan (*water harvesting*) dengan berbagai pendekatan. Singh et.al. (1994), misalnya, melaporkan bahwa kekeringan yang cukup lama dalam musim hujan (*dry spells*) sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Miskinnya distribusi hujan dapat berakibat terjadinya *dry spells* dan *waterlogging* yang merupakan faktor paling kritis bagi pertumbuhan tanaman (Hatibu et.al. 2000). Bech (2005) menyebutkan bahwa penurunan hujan sampai 50% dapat mengakibatkan gagal panen, dan pemanenan air hujan adalah alternatif biaya rendah untuk irigasi dan menurunkan laju erosi. Tetapi perlu dipertimbangkan bahwa tanaman jagung sangat peka terhadap kelebihan air (Heisy dan Edmeades, 1998). Keberhasilan sistem irigasi berdasarkan pemanenan air hujan di Meksiko sangat didukung adanya gerakan kolektif dari masyarakat (Scott & Silva, 2001). Di India, Kolam Suci (*Sacred Tanks*) yang biasanya merupakan bagian tak terpisahkan dari sebuah kuil juga berfungsi sebagai sistem pemanenan air hujan (CPREEC, 2002). Pemanenan air hujan yang dapat memberi kontribusi penting dalam pengelolaan air untuk pertanian, juga merupakan upaya konservasi tanah dan air (The World Bank, 2005).



Gambar 1:  
Model jaringan kolam lahan (*farm ponds*)  
di DAS Adihalli – Mullanhalli, India.  
(Kakade et. al, 2003)



Gambar 2: Denah dan potongan melintang dari kolam lahan (Kakade et. al, 2003)

Kakade et.al (2003) melaporkan pendekatan inovatif model jaringan kolam di lahan pertanian (*farm ponds network*) yang dilakukan di desa-desa Adihalli-Myllanhalli, Distrik Hassan, Karnataka, India. Dasar dari model ini adalah konservasi tanah dan air setempat yang dikombinasikan dengan partisipasi aktif dari masyarakat. Di daerah studi ini telah dibangun 350 kolam-kolam pada areal 700 Ha yang perlu diperbaiki dalam daerah tangkapan seluas 1004 Ha. Dimensi kolam bervariasi dari 6 m x 6 m x 3 m sampai 9 m x 9 m x 3 m. Setiap kolam mempunyai suatu masukan (*inlet*) dengan dilengkapi kolam tangkapan sedimen, dan keluaran (*outlet*) yang dilandasi batuan untuk memungkinkan melimpasnya air lebih.

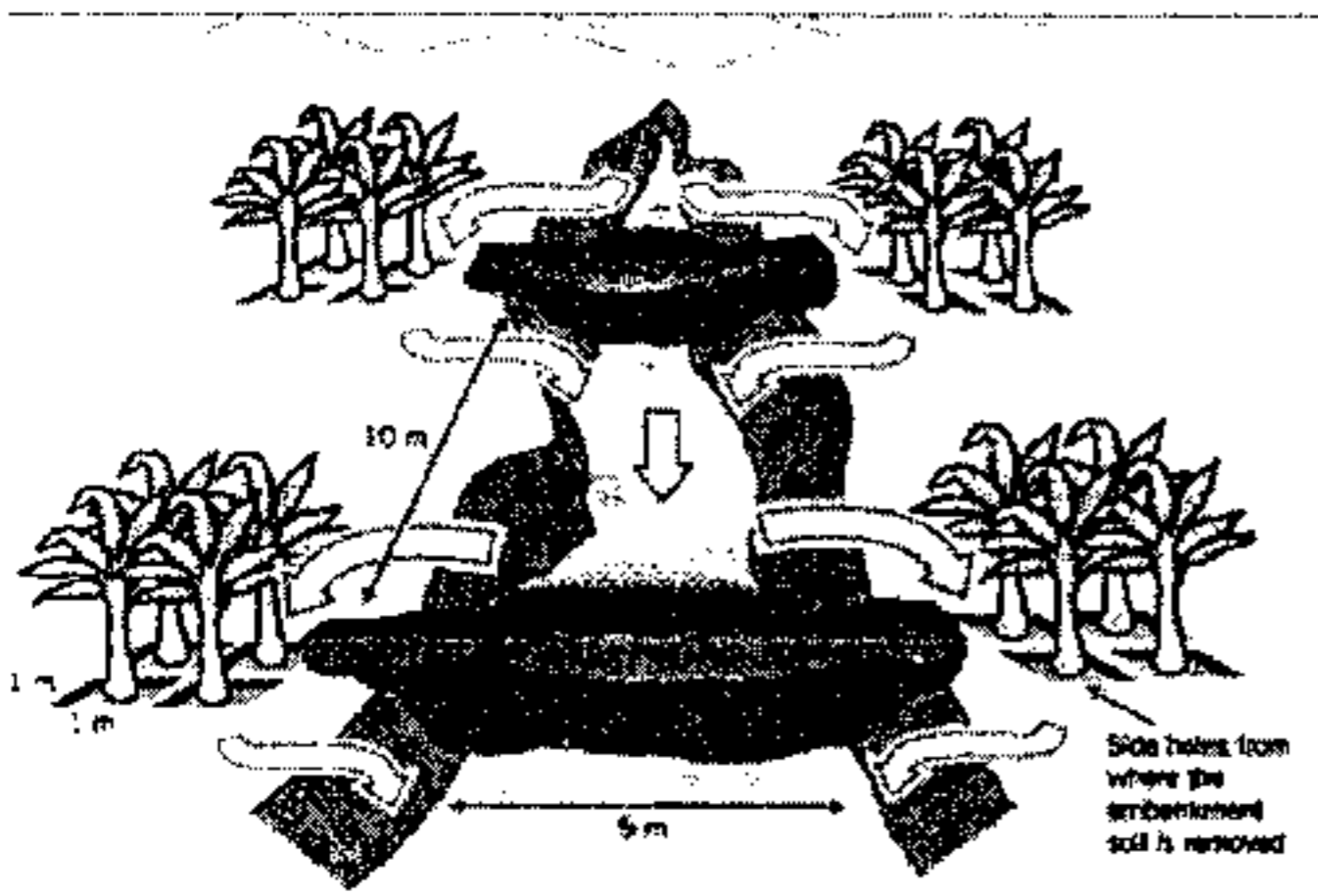
Di Provinsi Gansu, China, dikenal suatu proyek pengelolaan air hujan yang disebut sebagai Proyek 1-2-1 Air Hujan, karena tiap keluarga harus menyediakan 1 luasan atap genteng untuk menangkap air hujan, 2 bak penampung air dari semen dan lembaran plastik untuk mengumpulkan limpasan air hujan pada 1 lahan. Bak penampung air tradisional (*Shuijiao*) yang terbuat dari tanah liat ditingkatkan dengan melapisi lapisan semen atau beton dan ditambahkan pompa kecil dari logam. Tangkapan atap dari genteng dan pelataran berlapis semen, menggantikan tangkapan pelataran tanah telanjang, dan lembaran plastik yang kuat ditempatkan di atas alur-alur pada lahan untuk mengalirkan limpasan air hujan ke tanaman. Sebuah selokan digali mengelilingi rumah ini digunakan untuk mengumpulkan air hujan untuk menyirami sayur-sayuran (Gould, 1999).

Sharma dan Smakhtin (2006) mencatat beberapa teknik konservasi air dan pemanenan air hujan untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat dan meningkatkan ketahanan pangan serta kehidupan. Beberapa teknik tersebut antara lain: (1) Pemanenan air hujan setempat, (2) Tangki penampung tradisional, (3) Pertanian berdasarkan pemanenan air limpasan permukaan, (4) Kolam-kolam di pedesaan, (5) Sederetan cek dam pada alur aliran alamiah, (6) Tangki-tangki perkolasi, (7)

Penahan di bawah permukaan tanah (*Sub-surface Barriers – SSB*), dan (8) Sumur-sumur resapan (*Recharge tube wells*)

Beberapa pengalaman di daerah kering Afrika dengan inovasi-inovasi yang cukup berarti antara lain di Kenya, Tanzania dan Uganda (Mutunga et.al, 2001). Di Kenya telah dikembangkan antara lain oleh Musyoka di Kyethani – Distrik Mwingi, yang dikenal sebagai pemanenan limpasan air hujan dari jalan raya (*road runoff harvesting*). Limpasan air hujan dari jalan raya ini dialirkan ke lahan pertanian untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Kalekye Mutua mengembangkan sistem untuk merehabilitasi alur aliran air (*gully rehabilitation*) di Kyuso – Distrik Mwingi yang berupa deretan cek dam dengan tanaman sekitar dam seperti nampak dalam Gambar 3.

Beberapa permasalahan dalam pengelolaan air hujan di daerah pedesaan dapat dikelompokkan kedalam beberapa keadaan, antara lain: (1) iklim, (2) daerah tangkapan, (3) struktur tanah pada daerah tangkapan, dan (4) teknik pengelolaan air hujan. Karakteristik curah hujan yang sangat tidak menentu merupakan masalah dasar dari pengelolaan air hujan. Koordinasi dengan lembaga pemantauan iklim atau BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika) akan sangat membantu dalam memprediksi curah hujan yang akan terjadi, sebarannya maupun intensitasnya, sehingga dapat membantu para pengambil keputusan dalam menentukan strategi pengelolaan air hujan di daerah yang bersangkutan. Permasalahan yang berhubungan dengan daerah tangkapan sangat dipengaruhi oleh topografi tanah dan tata guna lahan. Kemiringan lahan yang besar memberikan jumlah air limpasan yang besar, namun sedikit air yang meresap ke dalam tanah. Hal ini menentukan strategi pemanenan air hujan maupun tampungan tangkapan air hujan. Tata guna lahan juga mempengaruhi strategi ini, terlebih menyangkut masalah erosi dan sedimentasi. Permasalahan ini sangat erat berkaitan dengan struktur tanah pada daerah tangkapan, apakah lapisan tanah yang kedap air ataupun lolos air. Permasalahan yang berhubungan dengan teknik pengelolaan air hujan akan erat kaitannya dengan masalah ekonomi, sosial budaya, dan masalah adaptasi dari teknik pengelolaan yang telah ditetapkan serta memungkinkan keberlanjutan dari sistem atau kebijakan yang telah dipilih.



Gambar 3:  
Reklamasi dari alur aliran air  
sistem Kalekye  
(Mutunga et.al, 2001)

Falkenmark et. al (2001) menyatakan bahwa pemanenan air hujan untuk meningkatkan pertanian yang mengandalkan air hujan, tergantung pada dua bentuk pemanenan air hujan yaitu: (1) pemanenan air hujan secara setempat, dan (2) pemanenan air hujan secara eksternal. Pemanenan air hujan secara setempat mengumpulkan air hujan dimana ia jatuh, untuk dimanfaatkan lebih efisien pada lahan yang sama. Hal ini sering mengacu pada usaha konservasi air. Pemanenan air hujan secara eksternal mengumpulkan air hujan pada suatu permukaan tanah dalam suatu daerah tangkapan, dan akan dimanfaatkan oleh daerah lain. Hal ini mengacu pada pengumpulan air limpasan dan tampungan.

Pada waktu curah hujan tinggi, maka selain limpasan air permukaan yang besar, juga terjadi bahwa lensa air dalam tanah menjadi jenuh sehingga tanaman akan mati, karenanya perlu dikeringkan. Kelebihan air ini diarahkan ke dalam saluran-saluran pengumpul, dialirkan ke dalam kolam-kolam air dalam lahan pertanian. Kolam-kolam air akan menampung air dari limpasan permukaan (RO) dan pengeringan kelebihan air dalam tanah (D), merupakan air yang tersedia bagi tanaman, dengan mempertimbangkan pula adanya perkolasi dan penguapan. Jumlah air hujan yang tertampung dapat diperkirakan dengan persamaan:

$$V = RO + D - E - P$$

dimana: V = volume air yang tertampung E = penguapan air terbuka

RO = limpasan air permukaan P = laju perkolasi

D = kebutuhan drainase

## Pemanenan Air Hujan di Daerah Pedesaan Semi Kering, Propinsi Nusa Tenggara Timur

Pengalaman dalam pengelolaan air hujan di daerah pedesaan semi-kering, baik yang berasal dari pengembangan embung di Propinsi NTT maupun berbagai cara dalam pemanenan air hujan di berbagai negara, merupakan pelajaran yang sangat berharga bagi pengembangan sumberdaya air di wilayah pedesaan semi-kering di wilayah tersebut.

Untuk lebih memahami permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan embung di Propinsi NTT perlu kiranya dilakukan kajian terhadap faktor-faktor yang menentukan keberhasilan ataupun kegagalan dalam pengembangan embung tersebut. Kajian tersebut hendaknya dilakukan secara komprehensif, bukan saja mengkaji aspek teknis berkaitan dengan ketersediaan dan kebutuhan air, melainkan juga aspek-aspek sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat yang terkait dengan keberadaan embung tersebut.

Sementara itu, pengalaman dari berbagai negara kiranya dapat dipergunakan sebagai acuan dalam mengembangkan sebuah model pemanenan dan pengelolaan air hujan di daerah pedesaan semi kering di Propinsi NTT. Pengalaman dari Meksiko, misalnya, menyadarkan kita bahwa usaha pemberdayaan dalam pemanfaatan air hujan tersebut baru akan berhasil apabila dilakukan secara kolektif. Pengalaman dari India dengan jaringan kolam pertaniannya memberikan alternatif, bahwa pemanenan air hujan tersebut akan memberikan dampak yang lebih positif terhadap lingkungan apabila dilakukan pada masing-masing petani. Demikian juga, pengalaman pemanenan air hujan yang dilakukan petani di China, mungkin dapat dicontoh untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada masing-masing rumah tangga.

Penelitian yang terkait dengan pemanenan air hujan di kawasan pedesaan semi kering di Propinsi NTT perlu dilakukan untuk menemukan sebuah model pengembangan sumberdaya air secara terpadu (*Integrated Water Resources Management*) di kawasan tersebut.

## Penutup

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pengembangan embung di Propinsi NTT merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan pemanfaatan sumberdaya air yang sesuai dengan kondisi alam di wilayah tersebut. Namun demikian, untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaannya perlu dilakukan penelitian secara komprehensif terhadap faktor-faktor yang menentukan keberhasilan dan kegagalan dalam pengembangan embung tersebut. Di samping itu, untuk mengatasi permasalahan kekurangan air di daerah pedesaan, baik untuk memenuhi kebutuhan air pertanian maupun domestik, perlu kiranya dikembangkan sebuah model pengelolaan dan pemanenan air hujan secara terpadu dan komprehensif yang didasarkan pada karakteristik

hidrologi, pertanian, sosial, ekonomi, dan budaya setempat. Dalam hal ini, pengalaman dari berbagai negara merupakan pelajaran yang berharga bagi pengembangan model pengelolaan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bagpro PPSA Timor Barat dan Kepulauan, 2005. *Data Hasil Pembangunan Embung Kecil dan Embung Irigasi di Propinsi Nusa Tenggara Timur s/d Tahun Anggaran 2004*, Kupang.
2. Bech, B., 2005. *Agriculture Part II Human Resource Development Unit*. Download at: [http://www.dacaar.org/upload/Source/Pdf/agriculture\\_2\\_training\\_manual.pdf](http://www.dacaar.org/upload/Source/Pdf/agriculture_2_training_manual.pdf). 18 April 2006.
3. C.P.R. Environmental Education Centre, 2002. *SACRED TANKS OF SOUTH INDIA*. published by C.P.R. ENVIRONMENTAL EDUCATION CENTRE. Download at: <http://www.ukhap.nic.in/reports/sactanks.pdf>. 18 April 2006
4. CSE webnet. *Traditional Water Harvesting Systems*. Download at: <http://www.rainwaterharvesting.org/Rural/Traditional.htm>. 16 Pebruari 2006.
5. 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. Download at: <http://www.sivi.org/downloads/Reports/Report%2011%20Water%20Harvesting%20for%20Upgrading2001.pdf>. 19 Pebruari 2006.
6. Fox, 2001 *Supplemental irrigation and soil fertility management for yield gap reduction: On-farm experimentation in semi-arid Burkina Faso*. Licentiate in Philosophy Thesis 2001:5 in Natural Resources Management. Department of Systems Ecology, Stockholm University, Sweden. Dapat dilihat pada: <http://www2.ecology.su.se/publications/1998/index.htm>. 10 Maret 2006
7. Gould, J., 1999. *Contributing Paper Contributions Relating to Rainwater Harvesting*. Prepared for Thematic Review IV.3: Assessment of Water Supply Options. Download at: <http://www.dams.org/docs/kbase/contrib/opt163.pdf>. 16 Pebruari 2006.
8. Hatibu, N., Mahoo, H.F. (ed), 2000 *Rainwater Harvesting for Natural Resources Management: A planning guide for Tanzania*. Edited by Nuhu Hatibu and Henry F., Contributors: John W. Gowing, Geophrey J. Kajiru, Evelyn A. Lazaro, Omari B. Mzirai, Johan Rockström, Filbert B. Rwehumbiza and Ephraim M. Senkondo. Nairobi: Regional Land Management Unit (RELMA), Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA), (RELMA Technical Handbook Series 22). Download at: [http://www.wca-infonet.org/cds\\_static/en/rainwater\\_harvesting\\_natural\\_resources\\_guide\\_en\\_672\\_101762.html](http://www.wca-infonet.org/cds_static/en/rainwater_harvesting_natural_resources_guide_en_672_101762.html) atau [http://www.wca-infonet.org/cds\\_upload/10621693\\_89445\\_harvesting.pdf](http://www.wca-infonet.org/cds_upload/10621693_89445_harvesting.pdf). 10 Pebruari 2006.
9. Heisey, P.W. and Edmeades, G.O., 1998. *World Maize Facts and Trends 1997/98 Part 1 Maize Production in Drought-Stressed Environments: Technical Options and Research Resource Allocation*. Download at: <http://www.cimmyt.org/Research/economics/map/factstrends/maizeft9798/pdf/mfi9798Intro.pdf>. 18 April 2006.
10. Heru Marsudi, J., Soetopo, T., Syaiful Mahdi, Darmono, Soenar Wirtoyoso dan Priambodo, S., 2005. *Sejarah Embung di Indonesia*.
11. 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*. BAI Development Research Foundation, India. Download at: [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). 16 Pebruari 2006.
12. 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). Download at: [http://www.prolinnova.net/Downloadable\\_files/TR27.pdf](http://www.prolinnova.net/Downloadable_files/TR27.pdf) atau [http://www.wca-infonet.org/cds\\_static/en/armers\\_initiatives\\_land\\_husbandry\\_promising\\_en\\_1185\\_102050.html](http://www.wca-infonet.org/cds_static/en/armers_initiatives_land_husbandry_promising_en_1185_102050.html) atau [http://www.wca-infonet.org/cds\\_upload/1062415739024\\_farmers.pdf](http://www.wca-infonet.org/cds_upload/1062415739024_farmers.pdf). 23 Maret 2006.
13. Scott, CA. and Silva-Ochoa, P., 2001, *COLLECTIVE ACTION FOR WATER HARVESTING IRRIGATION IN THE LERMA-CHAPALA BASIN, MEXICO*. CAPPRi Working Paper No. 20. Download at: <http://www.capri.cgiar.org/pdf/capriwp20.pdf>. 18 April 2006
14. Sharma, B.R. and Smakhtin, V.U., 2004. *Potential of Water Harvesting as a Strategic Tool for Drought Mitigation*. Proceedings of 55th International Meeting of the International Commission on Irrigation and drainage (ICID). FAO/ICID international workshop on Water Harvesting and Sustainable Agriculture. Moscow, Russia

- September, 2004. Download at: <http://www.iwmi.cgiar.org/droughtassessment/index.asp?nc=5&id=1276&msid=139> atau <http://www.iwmi.cgiar.org/droughtassessment/files/pdf/MoscowPaper.pdf>. 6 Maret 2006.
15. Singh, J.B., Ramana Rao, B.V., and Katyal, J.C., 1994. *Hydrometeorological Considerations for Rainwater Management during Drought Years in Peninsular India*. Central Research Institute for Dryland Agriculture Santoshnagar, Hyderabad, India. Download at: <http://www.drought.unl.edu/pubs/dnn/arch21.pdf> 10 Februari 2006.
  16. The World Bank/The International Bank for Reconstruction and Development, 2005. *Shaping the Future of Water for Agriculture: A Sourcebook for Investment in Agricultural Water Management*. Download at: [http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/NotesIssue4\\_web.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/NotesIssue4_web.pdf) . 18 April 2006.

## TANYA – JAWAB

(TIDAK DI PRESENTASIKAN).