

Pengumpulan Air

Petunjuk Praktis Pengumpulan Air



Water Harvesting

Guidelines to Good Practice

u^b

UNIVERSITÄT
BERN

CDE
CENTRE FOR DEVELOPMENT
AND ENVIRONMENT

WOCAT

META
META

RAIN

Rainwater Harvesting
Implementation Network

Funded by

IFAD

Enabling poor rural people
to overcome poverty

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

Co-published by	Centre for Development and Environment (CDE) and Institute of Geography, University of Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome
Financed by	The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome and Swiss Agency for Development and Cooperation, Berne (SDC)
Authors	Rima Mekdaschi Studer and Hanspeter Liniger (Centre for Development and Environment, CDE)
Contributors	Rudolph Cleveringa (The International Fund for Agricultural Development, IFAD) Robert Meerman and Maarten Onneweer (Rainwater Harvesting Implementation Network, RAIN) Frank Steenberg and Lenneke Knoop (MetaMeta) Julie Zähringer and Zarina Osorova (Centre for Development and Environment, CDE)
Case study authors and compilers	Haile Abraham Mehari, Daniel Dale Danano, Joris de Vente, Mongi Ben Zaied, Mohamed Ouessar, Houcine Yahyaoui, Heinz Bender, VK Agrawal, David Gandhi, Ian Neal, Maimbo Malesu, Sabina Vallerani, Donald Thomas, Kithinji Mutunga, Joseph Mburu, Oudou Noufou Adamou, Francis Turkelboom, Julius Althopheng, Madhav Dhakal, Daler Domullojonov, Sa'dy Odinahoev
Technical and language editor	William Critchley (Sustainable Land Management Associates)
Figures	Dominique Liniger, Simone Kummer
Layout	Simone Kummer, Cinzia de Maddalena
Printed by	K-print, Tallinn, Estland
Citation	Mekdaschi Studer, R. and Liniger, H. 2013. Water Harvesting: Guidelines to Good Practice. Centre for Development and Environment (CDE), Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.
Copyright	© 2013 by the International Fund for Agricultural Development (IFAD) All rights reserved. Reproduction and dissemination of material in this product for educational or other non-commercial purposes are authorized without any prior written permission from the copyright holder provided the source is fully acknowledged. Reproduction of material in this product for commercial purposes and/or monetary gain is prohibited.
Cover photos	HP. Liniger and C. Studer

ISBN 978-3-905835-35-9
Geographica Bernensia, Bern

Co-publishers' information

University of Bern – CDE	Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN)	MetaMeta Research/Management	International Fund for Agricultural Development (IFAD)
Hallerstrasse 10	Barentsplein 7	Paardskerkehofweg 14	Via Paolo di Dono, 44
3012 Bern	1013 JN Amsterdam	5223 AJ 's-Hertogenbosch	00142 Rome, Italy
Switzerland	The Netherlands	The Netherlands	www.ifad.org
www.cde.unibe.ch	www.rainfoundation.org	www.metameta.nl	ifad@ifad.org
info@cde.unibe.ch	info@rainfoundation.org	fvansteenbergen(at)metameta.nl	

Disclaimer

The opinions expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily represent those of the International Fund for Agricultural Development (IFAD) or the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC). The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of IFAD or of SDC concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The designations 'developed' and 'developing' countries are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process.

Daftar Isi

Foward	v
Preface	vi
Pengantar dari Partner for Resilience Indonesia	vii
Tabel 1	1
Tabel 2	3
Tabel 3	5
Tabel 4	6
Tabel 5	9
Pengumpulan Air Banjir	10
Ringkasan	10
Teknologi	13
Sebaran dan Penerapan	17
Ekonomi	18
Dampak	19
Penerapan dan Peningkatan	20
Pertanian Limpasan dan Air Banjir	21
Klasifikasi	22
Pengkajian	24
Pernyataan Penutup	24
Pemanenan Air dari Limpasan Terkonsentrasi Untuk Tujuan Irigasi	25
Klasifikasi	26
Pengkajian	28
Pernyataan Penutup	28
Pengumpulan Air Tampungan Makro	29
Ringkasan	29
Teknologi	32
Persebaran dan Penerapan	40
Ekonomi	42
Dampak	44
Penerapan dan Peningkatan	45
Bendungan Kecil Dari Tanah	46
Klasifikasi	47
Pengkajian	49
Pernyataan Penutup	49
Sumur Isi Ulang	50
Klasifikasi	51
Pengkajian	53
Pernyataan Penutup	53

Pengumpulan Air Tangkapan Mikro	54
Ringkasan	54
Teknologi	56
Persebaran dan Penerapan	62
Ekonomi	63
Dampak	64
Penerapan dan Peningkatan	65
Cerukan Tanam Dan Lajur Batu	66
Klasifikasi	67
Pengkajian	69
Pernyataan Penutup	69
Pengumpulan Limpasan Dengan Alur Yang Disempurnakan Untuk Tanaman Zaitun	70
Klasifikasi	71
Pengkajian	73
Pernyataan Penutup	73
Teras Fanya Juu	74
Klasifikasi	75
Pengkajian	77
Pernyataan Penutup	77
Pengumpulan Air Atap dan Halaman	78
Ringkasan	78
Jenis Dan Bahan	80
Persebaran dan Penerapan	87
Ekonomi	88
Dampak	89
Penerapan dan Peningkatan	90
Sistem Pengumpulan Air Hujan Atap	92
Klasifikasi	93
Pengkajian	95
Pernyataan Penutup	95
Pengumpulan Air Hujan Atap - Tangki Beton	96
Klasifikasi	97
Pengkajian	99
Pernyataan Penutup	99

Foreword

Water harvesting has been practiced successfully for millennia in parts of the world – and some recent interventions have also had significant local impact. Yet water harvesting's potential remains largely unknown, unacknowledged and unappreciated.

It is time to scale-up the 'good practices' of water harvesting that have survived or emerged from new experience, after decades of almost exclusive focus on mastering fresh water flows in rivers and lakes through investments in irrigation infrastructure. Water harvesting offers under-exploited opportunities for the predominantly rainfed farming systems of the drylands in the developing world. It works best in precisely those areas where rural poverty is worst. When practiced well, its impact is to simultaneously reduce hunger and alleviate poverty, as well as to improve the resilience of the environment.

The principle is simple: capture potentially damaging rainfall runoff and translate this into plant growth or water supply. This makes clear sense where rainfall is limited, uneven or unreliable with pronounced dry spells. Yet despite these rainfall limitations, runoff occurs due to high intensity showers and the low water holding capacity of fields, pastures, and forests. And with the impacts of climate change already with us, here is an approach to better use a local resource for livelihood sustenance. These practical guidelines offer a menu of technologies that can form part of an overall adaptation strategy for rural people: farmers and nomads, women and men. Rainwater harvesting technologies presented in these guidelines are flexible and if needed can be adjusted to the local context while being embedded into institutional frameworks.



Kevin Cleaver

Associate Vice President
Programme Management Department
International Fund for Agricultural Development (IFAD)

The International Fund for Agricultural Development (IFAD) and the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) have come together to present water harvesting in a way that makes good practice both understandable and accessible. These guidelines are intended to inform decision-makers and donors, but are mainly geared to be of direct use to practitioners in the field, all the way up to watershed and river basin planners. A wide span of technologies are covered: these range from large-scale floodwater spreading that make alluvial plains cultivable, to systems that boost crop, fodder and tree production in small farms, as well as practices that collect and store water from household compounds.

There is a hidden wealth of knowledge about these water harvesting technologies, and the settings in which they tend to perform best. This is the first time this knowledge has been uncovered, collated and made available in such an organized, illustrated and informative way – linking technologies to the knowledge networks that will serve the intended users of these practical guidelines to better understand and implement their choices.



Michel Mordasini

Assistant Director General
Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC)

Preface

These guidelines provide an overview of proven good practice in water harvesting from all over the world. They form a practical reference guide while providing support and specific technical expertise for the integration of water harvesting technologies into the planning and design of projects. Thus existing information and experience is strengthened.

On a broader scale, the guidelines' objective is to facilitate, share and upscale good practice in water harvesting given the state of current knowledge. Targeted end users include local and regional planners / advisors, rural development consultants, rainwater harvesting networks and communities-of-practice, project managers, extension agents and other implementing staff. Through informing these professionals, the aim is to stimulate discussion and new thinking about improved water management in general, and water harvesting in particular, within rainfed agriculture, particularly in the drylands. The ultimate goal is to contribute to lifting 80 million rural people out of poverty by 2015: water security is a prerequisite to achieve food security for these people.

In Part 1 of these guidelines the concepts behind water harvesting are introduced and a working definition proposed. This then leads to the development of a harmonised classification system. It is followed by an assessment of suitability, adoption and upscaling, and reflections on planning of water harvesting. In Part 2, we provide an overview of four water harvesting groups (or "categories") and, for each, give a selection of good practice in the form of case studies. These case studies are presented in the systematic, consistent and standardised format developed by the World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT).

Pengantar dari Partner for Resilience Indonesia

Palang Merah Belanda (The Netherlands Red Cross), CARE Belanda, CORDAID, Wetlands International dan Pusat Iklim Palang Merah dan Bulan Sabit Merah (Red Cross Red Crescent Climate Centre), membentuk sebuah aliansi global untuk mengurangi dampak ancaman bencana terhadap masyarakat rentan. Kami menamakan aliansi global ini Partners for Resilience (PfR), dimana tujuannya adalah untuk memberikan dukungan kepada 750.000 sampai 1.000.000 orang, masyarakat di 9 negara, yaitu: Ethiopia, Kenya, Mali, Uganda, Guatemala, Nicaragua, Indonesia, Filipina dan India. Lima organisasi yang bermitra ini bekerjasama dalam menangani isu-isu yang bersinggungan dengan Pengurangan Resiko Bencana, Adaptasi Perubahan Iklim, Manajemen Ekosistem dan Restorasi, melalui tiga (3) intervensi strategis, yaitu: memperkuat ketangguhan masyarakat, peningkatan kapasitas masyarakat madani, serta dialog kebijakan di semua tingkat. Di Indonesia, Partners for Resilience terdiri dari: Indonesian Red Cross (PMI), Netherlands Red Cross (Palang Merah Belanda), CARE International Indonesia, CIS Timor, Wetlands International Indonesia (WII), Bina Swadaya Konsultan, Karina KWI, LPTP (Lembaga Pengembangan Teknologi Pedesaan) and Yayasan Bina Tani Sejahtera (East West Seed Company Indonesia Foundation). Walaupun Pusat Iklim Palang Merah dan Bulan Sabit Merah (Red Cross Crescent Climate Centre) tidak mempunyai kantor di Indonesia, tetapi dukungan kepada mitra tetap diberikan dalam bentuk bantuan teknis dan lokakarya. Hal ini merupakan suatu bentuk bantuan lebih jauh melalui dukungan teknis yang diberikan oleh konsorsium PfR di Belanda.

PfR di Indonesia (yang dimulai sejak tahun 2011, sampai 2015 sekarang ini) bekerja dengan delapan puluh satu (81) desa di Nusa Tenggara Timur. Program ini telah di mulai di semua desa tersebut dan akan dikembangkan lebih jauh, dengan mengintegrasikan pembelajaran serta

praktek baik yang telah dicapai. Lembaga mitra yang telah disebutkan di atas beroperasi di Kupang, Kabupaten Kupang dan Kabupaten Timor Tengah Selatan, di Timor Barat, dan di Kabupaten Ende dan Sikka di pulau Flores, serta di pulau Lembata.

Beberapa lembaga mitra PfR CORDAID di Indonesia yaitu Bina Swadaya Konsultan dan Yayasan Bina Tani Sejahtera yang telah bekerja di Pulau Timor Nusa Tenggara Timur hingga saat ini, telah berhasil memfasilitasi masyarakat dampingan PfR di Kabupaten TTS dan Kabupaten Kupang untuk melakukan 3R (Recharge, Retention, and Reuse). Setelah melalui pengenalan 3R dalam upaya konservasi air di Kabupaten Timor Tengah Selatan di pulau Timor Provinsi Nusa Tenggara Timur yang difasilitasi oleh RAIN Foundation, masyarakat di desa-desa dampingan para mitra PfR Cordaid di Indonesia tersebut sudah berhasil mengaplikasikan beberapa hal praktis dan sejauh ini persediaan air di desa - desa tersebut sudah meningkat untuk bisa dikelola dengan baik untuk mendukung mata pencaharian di bidang pertanian ataupun untuk keperluan sehari-hari.

Terkait dengan keberhasilan yang sudah dicapai dalam mereplikasi 3R tersebut, saat ini ada kebutuhan dari Partner for Resilience Indonesia untuk menyebarluaskan praktik-praktik maupun teknik 3R tersebut ke daerah-daerah lain di Provinsi Nusa Tenggara Timur Indonesia yang pada umumnya memiliki kondisi alam dan iklim yang sama dengan wilayah di kabupaten Timor Tengah Selatan. Dengan adanya kebutuhan ini, Partner for Resilience Indonesia mengambil beberapa materi dari buku "Water Harvesting: Guidelines to Good Practice". Beberapa materi yang kami ambil tersebut adalah materi-materi yang sesuai dengan konteks kemiripan dengan daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur. Materi-materi tersebut kami terjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia untuk keperluan diseminasi informasi di wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur

pada khususnya dan Indonesia pada umumnya, secara cuma-cuma.

Kami mewakili Karina KWI Yogyakarta dan mitra-mitra PfR Cordaid di Indonesia memberikan apresiasi setinggi-tingginya dan berterimakasih kepada pengarang buku "Water Harvesting: Guidelines to Good Practice" yaitu Rima Mekdaschi Studer dan Hanspeter Liniger dari Centre for Development and Environment, CDE, yang telah mengizinkan kami mengambil beberapa materi dari buku ini untuk kami terjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia dan akan kami diseminasi informasi mengenai 3R ke wilayah Nusa Tenggara Timur Indonesia tersebut. Juga apresiasi dan terimakasih kami setinggi-tingginya kepada Maarten Onneweer dari RAIN Foundation yang telah berkenan berbagi teknik 3R kepada masyarakat di desa-desa dampingan mitra-mitra PfR Cordaid dan non Cordaid Indonesia dan juga membantu kami untuk menggunakan buku ini sebagai referensi praktik 3R selanjutnya.

Akhir kata, selamat menggunakan buku ini untuk media diseminasi informasi mengenai 3R selanjutnya, kami benar-benar berharap buku ini bisa memberikan banyak manfaat untuk masyarakat terutama terkait dengan upaya-upaya konservasi air dan pengelolaan air di Nusa Tenggara Timur pada khususnya dan Indonesia pada umumnya.

Yogyakarta, 4 Juni 2015

Yohan Rahmat Santosa

Program Coordinator Karina KWI Yogyakarta

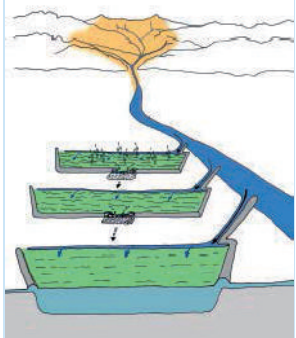
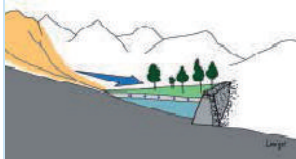
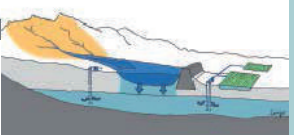
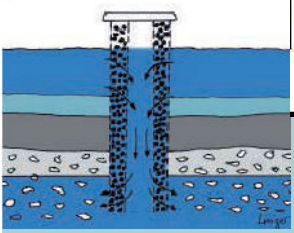
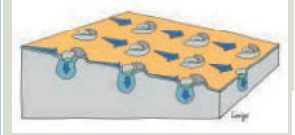

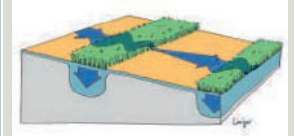
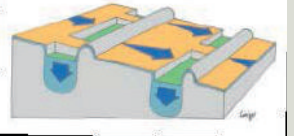
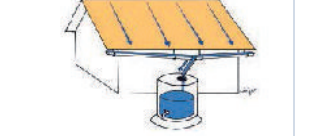

Tabel 1: Klasifikasi pengumpulan air berdasarkan jenis daerah tangkapan

	Pengumpulan Air			
	Air Banjir	Limpasan Air Hujan		
Kelompok	(1) Pengumpulan Air Banjir (PABanjir)	(2) Pengumpulan Air Tangkapan Makro (PAMakro)	(3) Pengumpulan Air Tangkapan Mikro (PAMikro)	(4) Pengumpulan Air Atap & Halaman (PAAatap-Halaman)
Strategi	Menangkap kelebihan air dari pertanian atau lahan luar dan menyebarkan air banjir	Memerangkap limpasan dari luar pertanian atau lahan	Memerangkap limpasan lokal di dalam lahan	Memerangkap limpasan dari pemukiman penduduk
Zona agroklimatik	Iklim sub-lembap kering, semi-gersang, dan gersang; Daerah kering dengan aliran air (<i>ephemeral</i>) sementara dan beberapa kejadian berat	Iklim sub-lembap kering, semi-gersang, dan gersang; Dengan beberapa kejadian limpasan yang diperkirakan terjadi saat musim penghujan	Iklim sub-lembap kering dan semi-gersang; Dengan air hujan yang lebih dapat diandalkan tetapi tersebar dan/atau tidak terdistribusi dengan baik selama musim tersebut	Semua iklim; Dengan deret hari kering dan hujan yang bersifat musiman
Tangkapan	Eksternal: Daerah tangkapan atau daerah aliran sungai yang luas; Perbedaan antara zona tangkapan berbukit dan lahan budidaya di dataran rendah; Satu sistem dengan satu daerah tangkapan	Eksternal: Daerah tangkapan atau daerah aliran sungai yang kecil; Daerah tangkapan dan penerapan terpisah dengan jelas Satu sistem dengan satu daerah tangkapan	Dalam lahan; Daerah tangkapan dan penerapan terdistribusi dengan baik pada lahan; Sistem direplikasi berkali-kali dengan pola yang serupa	Rumah tangga/pemukiman penduduk; Satu sistem dengan satu daerah tangkapan
Air limpasan	Aliran saluran dengan arus yang kurang lebih terdefinisi dengan baik	Aliran lempeng dan alur (limpasan permukaan yang berputar), aliran saluran pendek	Aliran lempeng dan beberapa aliran alur	Aliran lempeng dari atap dan permukaan tersegel
Penyimpanan	Kelembapan tanah dalam zona akar; Resapan air tanah	Kelembapan tanah dalam zona akar; Waduk; Bendungan dan kolam; Tangki (permukaan dan bawah tanah)	Kelembapan tanah dalam zona akar; Lubang, parit, dan guludan untuk penanaman	Tangki (permukaan dan bawah tanah)
Penggunaan Air	Produksi tanaman budidaya; Irigasi tambahan, resapan air tanah yang tinggi, memperbaiki kelembapan tanah	Kegunaan beragam: keperluan rumah tangga, air untuk ternak, produksi tanaman budidaya: memperbaiki kelembapan tanah, resapan air tanah, dan penyimpanan air untuk irigasi tambahan	Produksi tanaman budidaya, pakan ternak, dan pepohonan; memperbaiki kelembapan tanah, resapan air tanah yang terbatas	Kegunaan beragam: keperluan rumah tangga, air untuk ternak, produksi tanaman budidaya dan pepohonan hortikultura skala kecil: penyimpanan air untuk irigasi tambahan bagi kebun dapur/tanaman budidaya halaman belakang; pemrosesan agro tanpa resapan air tanah
Pengelolaan	Masyarakat luas atau pemerintah setempat, pengelolaan daerah air sungai terintegrasi	Masyarakat atau individu	Individu atau masyarakat	Individu atau masyarakat

Contoh jaringan dan pelaku utama*	Jaringan The Spate Irrigation (www.spate-irrigation.org); MetaMeta Research (www.metameta.nl)	Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN). (www.rainfoundation.org) Southern and Eastern Africa Rainwater Network (SearNet) (http://worldagroforestry.org/projects/searnet/) ASAL Consultants Ltd, Erik Nissen-Petersen. (www.waterforaridland.com); Excellent. Pioneers of Sand Dams. (www.excellentdevelopment.com)	International Rainwater Harvesting Alliance (IRHA) (www.irha-h2o.org); World Overview of Conservation Approaches and Technologies (www.wocat.net); Centre for Science and Environment (CSE) (www.rainwaterharvesting.org)	Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN). (www.rainfoundation.org) Greater Horn of Africa Rainwater Partnership (GHARP). (http://www.gharainwater.org) Rural Water Supply Network (RWSN). (www.rural-water-supply.net)
Contoh acara berulang*	Kursus Pendek Irigasi Serentetan Tahunan di UNESCO-IHE	Konferensi Internasional Pengelolaan Sumber Daya Air yang Berkelanjutan; Konferensi Teknologi KolamKelompok Spesialis Asosiasi Air Internasional (IWA) Forum Air Dunia	Konferensi Internasional SearNet	KTT Air Dunia Symposium Pusat Air dan Sanitasi Dunia

*untuk info lebih lanjut mengenai jaringan, pelaku, dan acara berulang, lihat Lampiran 4.

Tabel 2: Teknologi utama pada masing-masing kelompok pengumpulan air

Teknologi menurut kelompok*	(1) Pengumpulan Air Banjir (PABanjir)	(2) Pengumpulan Air Tampungan Makro (PAMakro)	(3) Pengumpulan Air Tampungan Mikro (PAMikro)	(4) Pengumpulan Air Atap & Halaman (PAAatap-Halaman)
<p>Pertanian resesi banjir; lembah pedalaman; Pengalihan air banjir, di luar dasar sungai:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Irigasi serentetan, - Guludan penyebar air banjir;  <p>Irigasi serentetan</p> <p>Pengumpulan air banjir dalam dasar sungai:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reklamasi dasar sungai/ wadi dan gully: contoh: jessour, tabias, bendungan "warping", - Bendungan batu berpori  <p>reklamasi dasar sungai</p>	<p>Penyimpanan air dalam tanah:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpasan lereng/kanal, - Reklamasi kaki bukit: contoh: liman, - Guludan besar berbentuk trapesium atau setengah lingkaran, - Limpasan jalan, - Pengendali jurang (gully plugging)/gully produktif, - Drainase pemotong (pengalihan air); <p>Fasilitas penyimpanan air:</p> <p>Penyimpanan permukaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - cekungan alami, - kolam dan danau kering (pan) - kolam galian (contoh: hafir), - waduk/tangki budidaya, - kolam untuk resapan air tanah, - bendungan permukaan: bendungan tanah dan bendungan batu kecil, bendungan pengendali, bendungan batu tangkapan batuan; <p>Penyimpanan bawah tanah:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bawah tanah, perkolasi, dan bendungan pasir, - waduk bawah tanah: <i>cistern</i>;  <p>Sistem tangkapan makro</p> <p>Sumur tradisional:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sumur horizontal, - sumur isi ulang/injeksi. 	<p>Danau kering dan cekungan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lubang tanam kecil: contoh: zai /tassa, - mikro-cekungan: contoh: negarim, meskat, guludan kecil setengah lingkaran, teras "alis", cekungan mekanik Vallerani;  <p>Lubang tanam</p>  <p>Guludan setengah lingkaran</p> <p>Penghalang lereng melintang:</p> <p>Cross-slope barriers:</p> <ul style="list-style-type: none"> - strip vegetasi - guludan dan rabung kontur - rabung terikat (<i>tied ridges</i>), - baris dan guludan batuan - teras batu kontur (contoh: fanya juu),  <p>Strip vegetasi</p>  <p>Baris dan parit kontur</p>	<p>Daerah tangkapan:</p> <p>Atap dan Halaman:</p> <ul style="list-style-type: none"> - termasuk permukaan batu, tanah padat, permukaan tersegel atau beraspal, - lembaran plastik, seng bergelombang; <p>Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tangki, - waduk, - <i>cistern</i>.  <p>PAAatap</p>  <p>PAHalaman dikombinasikan dengan PAAatap</p>	

<p>Contoh buku panduan**</p>	<p><i>Engineering Manual for Spate Irrigation</i> (Ratsey, 2011); <i>Guidelines for Spate Irrigation</i>(Van Steenbergen et al., 2010).</p>	<p><i>Les petits barrages de décrue enMauritanie</i> (Durand, 2012); <i>A practical guide to sand dam implementation</i> (RAIN, 2009); <i>Water from small earth dams</i> (Nissen-Petersen, 2006; www.waterforaridland.com/publications.asp).</p>	<p><i>Le Sahel en lutte contre la désertification</i> (Rochette, 1989); <i>Water Harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production</i> (Critchley and Siegert, 1991); <i>Water Harvesting: An Illustrative Manual for Development of Microcatchment Techniques for Crop Production in Dry Areas</i> (Hai, 1998).</p>	<p><i>Water from roofs</i> (Nissen- Petersen, 2007); <i>Roofwater Harvesting: a Handbook for Practitioners</i> (Thomas and Martinson, 2007)</p>
-------------------------------------	---	--	--	---

* untuk semua gambar: warna kuning mengindikasikan daerah tangkapan, warna biru untuk penyimpanan dan pengangkutan, dan warna hijau untuk daerah penerapan (target).

** untuk informasi lebih lengkap dan tambahan acuan lihat Lampiran 5.

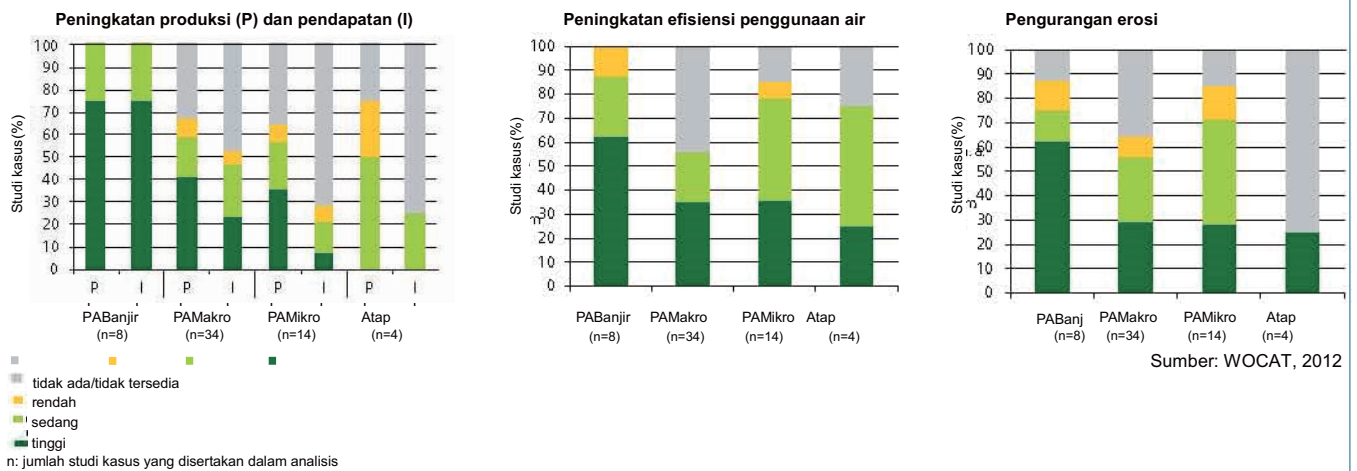
Tabel 3

Keuntungan dan keterbatasan pengumpulan air

Keuntungan	Keterbatasan
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Menjamin air dan produktivitas di daerah kering <input type="checkbox"/> Meningkatkan ketersediaan air Menyangga variabilitas curah hujan Mengatasi masalah deret hari kering Memanen nutrisi tanaman Membantu mengatasi kejadian ekstrem (banjir, erosi tanah, siltasi) Menyediakan alternatif bagi irigasi penuh Menawarkan fleksibilitas dan adaptabilitas untuk penyesuaian terhadap situasi/konteks dan penyesuaian anggaran Mengurangi risiko produksi, sehingga mengurangi kerentanan Meningkatkan ketahanan sistem Memperbaiki akses setempat untuk air yang bersih dan aman Meningkatkan ketersediaan air untuk ternak Mengurangi beban kerja perempuan Meningkatkan produksi dan ketahanan pangan Memungkinkan penanaman tanaman bernilai lebih tinggi Menggunakan dan meningkatkan keahlian masyarakat setempat Mengentaskan kemiskinan: jika diterapkan pada skala Mengurangi migrasi ke kota 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bergantung pada jumlah, distribusi musiman, dan variabilitas curah hujan <input type="checkbox"/> Kesulitan untuk memastikan kecukupan jumlah air yang dibutuhkan Persediaan dapat terbatas oleh kapasitas, desain, dan biaya penyimpanan Struktur/daerah tangkapan mikro mungkin mengambil lahan produktif Air kolam dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk atau menjadi sumber penyakit yang ditularkan melalui air Mungkin memerlukan investasi bermodal tinggi dan/atau penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan Struktur yang digunakan bersama-sama dapat menimbulkan perselisihan dalam pemeliharaan Daerah tangkapan dan struktur yang digunakan bersama dapat menimbulkan perselisihan hak (hulu-hilir, petani, dan gembala) Penerimaan sistem serta ketentuan dan peraturan baru dapat menimbulkan masalah Pemeliharaan infrastruktur komunal: dibangun dengan subsidi: dapat menjadi hambatan Mungkin membutuhkan bantuan institusional jangka panjang Dapat mengganggu ekosistem air hilir (khususnya jika terjadi pengalihan air)

Sumber: Prinz,1996; Falkenmark et al., 2001; Liniger dan Critchley, 2007; Rockström et al., 2007; Anderson dan Burton, 2009; Liniger et al., 2011; Critchley dan Gowing, 2012; Oweis et al., 2012; Scheierling et al., 2013.

Kotak 7: Keuntungan pengumpulan air



Kiri: Produksi dan pendapatan: Pengumpulan air banjir menunjukkan peningkatan yang jelas dalam produksi dan pendapatan, sedangkan pada dua kelompok lainnya peningkatan tidak selalu dikenali. Air banjir umumnya berhubungan dengan produksi tanaman tahunan pada area yang lebih luas. Daerah tangkapan makro dan mikro juga melibatkan tanaman menahun dan pepohonan sebagai pelindung lingkungan yang menghasilkan keuntungan produksi dan peningkatan pendapatan dalam jangka waktu yang lebih lama. Sejumlah daerah tangkapan makro terutama menyediakan air untuk kebutuhan rumah tangga.

Tengah: Efisiensi penggunaan air: Seperti yang telah diperkirakan setiap kelompok PA menunjukkan peningkatan dalam efisiensi penggunaan air, umumnya dalam skala tinggi dan sedang. Ini berkaitan dengan pengurangan hilangnya air akibat penguapan dan peningkatan ketersediaan air tanah. Beberapa menunjukkan peningkatan dalam skala rendah atau tidak ada sama sekali.

Kanan: Pengendalian erosi: Selain PAAatap, kelompok-kelompok lainnya menunjukkan pengendalian erosi dalam skala menengah dan tinggi. Skala tertinggi terdapat pada PABanjir dan PAMikro dengan masih adanya masalah pada kelompok PAMakro sehubungan dengan bendungan permukaan akibat kendala pengelolaan area tangkapan.



Tabel 4

Kesesuaian dan keterbatasan panen air

Penerapan*	Kelompok pengumpulan air			
	Pengumpulan air banjir	PA tangkapan makro	PA Tangkapan mikro	PA Atap & Halaman
Kisaran curah hujan tahunan**	100 – 700 mm kejadian limpasan ekstrem, banjir episodik; kekurangan air tanaman episodik	200 mm – 1,500 mm kejadian limpasan besar dan intens, jarang; deret masa kering, kekurangan air pada tahap kritis pertumbuhan	200 mm – 800 mm kejadian limpasan kecil jika tidak dipanen, cukup sering; distribusi curah hujan buruk selama musim tersebut	Kisaran luas
Penggunaan air	terutama untuk pertanian: tanaman menahun (kebun) tetapi juga lahan pertanian tahunan (sereal, kacang-kacangan, biji minyak), dan lahan penggembalaan (brangkas dan tanaman gagal berguna sebagai pakan ternak)	untuk penggunaan rumah tangga dan konsumsi ternak; untuk pertanian: lahan tahunan dan menahun, lahan penggembalaan, perkebunan pohon	untuk penggunaan pertanian: sesuai untuk tanaman apapun; seringkali untuk sistem tanaman pohon (kebun dan aforestasi), juga untuk tanaman tahunan pada sistem produksi berbasis sereal (contoh: millet, sorgum, jagung) dan semak pakan ternak	terutama sebagai air minum, penggunaan rumah tangga, dan konsumsi ternak terbatas untuk penggunaan pertanian: penanaman campuran – khususnya tanaman hortikultur dan sayuran di kebun dapur dan halaman belakang
Medan (<i>Terrain</i>)	irigasi serentetan: tempat dataran tinggi bertemu tanah aluvial. area hilir menerima air dari daerah tangkapan hulu dalam bentuk banjir saat curah hujan tinggi	daerah tangkapan pada lereng dan area penerapan pada tanah yang lebih datar atau cekungan	umumnya pada lereng landai, baik pada daerah tangkapan dan zona tanaman yang terselingi; mungkin juga pada lereng yang lebih curam	semua; kesulitan dengan fasilitas penyimpanan di lereng curam; kesulitan dengan fasilitas penyimpanan bawah tanah pada medan yang keras dan berbatu
Kemiringan umum daerah tangkapan	0-50%	0-50%	0-50%	Apapun, sebaiknya tidak terlalu curam
Koefisien limpasan	Rendah-sedang	Rendah-sedang	tinggi	Tinggi dari semua permukaan
Permukaan tangkapan	Tanpa perlakuan	Memperoleh perlakuan dan tanpa perlakuan	Alami, bersih, dan seringkali memperoleh perlakuan	material atap: contoh: seng galvanis bergelombang, ubin; penutup plastik atau
Area penerapan	terasiring atau pada dataran rendah	terasiring atau pada dataran rendah	Titik terendah pada tiap sistem	
Tanah	jessour tradisional terletak pada tanah loess dan tabias pada tanah piedmont dalam	cultivated soils must be deep, well-drained and fertile tanah olahan harus dalam, berdrainase baik, dan subur	tanah hanya harus cukup dalam: sistem dapat diterapkan pada tanah yang sangat terdegradasi agar dapat direhabilitasi □ tetapi harus ditambahkan pupuk kandang dan pupuk buatan	
Skala lanskap	beroperasi pada daerah aliran sungai skala tingkat distrik	beroperasi pada tingkat rumah tangga/ masyarakat dengan efek pada tingkat daerah aliran sungai	tingkat rumah tangga, skala lokal	tingkat rumah tangga dan masyarakat
Hak guna lahan/air	Beragam dari hak lahan warisan, hak milik pemerintah untuk kepemilikan swasta Hak guna air umumnya bersifat komunal tetapi juga milik individu	Kepemilikan lahan individu atau komunal Umumnya hak guna air komunal	Individu, sebagian kecil disewakan atau lahan yang dikelola secara komunal Hak guna air bersifat individu atau sewa	Hak guna lahan dan air bersifat individu dan komunal
Tingkat mekanisasi	mesin kerap digunakan untuk konstruksi pengalihan	kadang kala pengolahan mekanis	tidak ada sama sekali atau sedikit	tidak ada sama sekali atau sedikit
Kebutuhan tenaga kerja	tinggi terutama pada saat pembangunan, pemeliharaan tergantung pada kerusakan akibat banjir	tinggi untuk banyak struktur pada saat pembangunan	kebutuhan tenaga kerja cukup rendah untuk pembangunan, tetapi tinggi untuk pemeliharaan	sepenuhnya rendah; tetapi cukup tinggi per unit lahan

Tingkat keterampilan teknis: pembangunan	Tinggi	Sedang ke tinggi	Rendah	Rendah ke sedang
Tingkat keterampilan teknis: pemeliharaan	Sangat bervariasi	Sedang ke tinggi	Sedang ke rendah	Rendah ke sedang
Investasi	tinggi ke sedang – tergantung pada sistem	Sedang ke tinggi – tergantung pada sistem	Rendah	Rendah ke sedang – tergantung pada sistem
Kebutuhan dukungan finansial, material, dan teknis	Tinggi	Tinggi untuk pembangunan	Rendah ke sedang tergantung pada sistem	Tinggi untuk pembangunan
Contoh biaya	Irigasi serentetan (Maroko): 620 – 900 US\$/ha	Bendungan tanah (Zambia): 5 US\$/m ³	Garis batu (Niger): 31 US\$/ha	Tangki penyimpanan (Nepal): 25 US\$/m ³
Contoh keuntungan	Irigasi serentetan (Etiopia) meningkatkan produksi tanaman tahunan sejumlah 170-330%	Bendungan tanah, bendung (Sahel): meningkatkan produksi tanaman tahunan sejumlah 30-250%	Mikro-cekungan (<i>half-moon</i>) dan baris batu (Kenya, Burkina Faso): meningkatkan produksi tanaman tahunan sejumlah 30 – 400%	atap yang sesuai dengan ukuran tangki penyimpanan: persediaan air minum 22 l/kapita/hari. luas atap 20 m ² dan kendi 1.000 l (Nepal): meliputi 40.100, 80% dari total kebutuhan air untuk 2-4 orang pada masing masa pra-muson, muson, dan pasca-muson
Keuntungan pada biaya***	Jangka pendek: negatif Jangka panjang: sangat positif	Jangka pendek: negatif Jangka panjang: sangat positif	Jangka pendek: sedikit positif Jangka panjang: positif	Jangka pendek: sedikit negatif Jangka panjang: positif
Perubahan iklim: ketahanan dan kemampuan adaptasi	Penting dalam meningkatkan resiliensi tetapi rentan terhadap situasi ekstrim, sulit untuk beradaptasi dengan sistem	memberi cukup daya tahan pada sistem; dapat diadaptasi khususnya melalui manipulasi dengan rasio C:A	memberi cukup daya tahan pada sistem; dapat diadaptasi khususnya melalui manipulasi dengan rasio C:A; tetapi rentan terhadap periode kemarau panjang	bahan utama bagi sistem yang berdaya tahan sangat tinggi; kemampuan beradaptasi tinggi
Penurunan risiko	sedang	tinggi	Tinggi	sedang
Kendala utama	Variasi musiman pada curah hujan dan banjir; Adaptasi struktur untuk menghadapi banjir bertekanan tinggi; Kemungkinan terjadinya penggenangan air; Hak guna air, alokasi air, konflik akibat interaksi hulu dan hilir yang kompleks	kesiapan pengguna air untuk menangkap dan mendistribusikan air selama kejadian berlangsung; struktur untuk menghadapi air <i>ephemeral</i> (<i>sementara</i>); hilangnya air karena penguapan dan rembesan struktur penyimpanan; air simpanan dapat menjadi sumber penyakit yang ditularkan melalui air; konflik antara (dan antar) pengguna lahan yang berbeda (peternak dan petani)	selama kejadian bercurah hujan tinggi struktur dapat mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki; oleh karena area tangkapan yang cukup kecil, sistem akan selalu rentan terhadap kemarau berkepanjangan ketergantungan pada teknologi dan penanaman tanaman harus diulangi setiap musim tanam atau setiap tahun; membutuhkan pemeliharaan berkelanjutan; area penerapan yang tidak terlindungi menyebabkan penurunan tingkat infiltrasi; mungkin pada lereng yang lebih tinggi tetapi biaya meningkat dengan cepat karena kebutuhan rabung dan guludan yang lebih tinggi	Biaya fasilitas penyimpanan; Kerugian: ukuran selokan untuk menampung aliran; Kontaminasi air (membutuhkan penyaringan dan perlindungan terhadap kontaminasi)

* Berdasarkan tinjauan pustaka dan data dari basis data WOCAT (WOCAT, 2012).

** Pemanenan air yang paling berhasil telah tercapai di daerah dengan curah hujan di atas 250 mm per tahun dan kurang dari 1.000 mm (Anderson and Burton, 2009).

*** Lihat juga Kotak 8



kiri dan tengah: bendungan permukaan, Mongolia.

Kanan: right: pengendali jurang (*gully plugging*), Niger.

Tabel 5

Perencanaan proyek pengumpulan air: ringkasan unsur-unsur utama

Umum

- Memahami masalah dan kebutuhan khusus para penerima bantuan.
- Menjaga fleksibilitas dan tujuan desain untuk jangka waktu proyek yang masuk akal.
- Mengidentifikasi skala pada PA yang akan diterapkan.
- Mengidentifikasi dan membangun berdasarkan teknologi PA yang sudah ada serta pendekatan yang melibatkan semua pemangku kepentingan.
- Menjaga agar teknologi PA tetap sederhana dan mudah dikelola.
- Menggunakan teknologi yang telah berhasil digunakan pada kondisi serupa.

Kelayakan teknis dan kriteria biofisik

- Curah hujan: jumlah, intensitas, durasi, distribusi, kejadian penyebab limpasan, tingkat evapotranspirasi.
- Topografi tanah: kemiringan lereng, panjang lereng, ukuran dan jenis area tangkapan.
- Jenis tanah: tingkat infiltrasi, daya ikat air, kesuburan, kedalaman tanah, tekstur, struktur.
- Efisiensi area pengumpulan/tangkapan dan koefisien limpasan untuk pembentukan limpasan.
- Penggunaan lahan untuk area tangkapan dan penerapan: diolah, tidak diolah atau diolah sebagian, di bawah padang rumput atau hutan, dll.
- Kebutuhan air tanaman.
- Tingkat mekanisasi yang dibutuhkan selama pembangunan dan pemeliharaan.
- Ketersediaan material setempat (batu/tanah dll) sewaktu penerapan ukuran struktur.
- Alternatif sumber air dan ukuran keluarga (khususnya bagi PA atap dan halaman).
- Kepastian pemeliharaan jangka panjang yang baik dan pengelolaan intervensi PA.

Keberlangsungan ekonomi: kriteria ekonomis dan finansial

- Mengevaluasi dan menganalisis keefektifan, efisiensi biaya, dan perbandingan antara keuntungan dan biaya.
- Mempertimbangkan keuntungan dan kerugian insentif.
- Menaksir ketersediaan tenaga kerja.
- Menaksir akses ke pasar untuk penggunaan dan produk PA tertentu.
- Menaksir kebutuhan dan akses pada bantuan finansial.
- Mempertimbangkan jika tanaman yang akan dibudidayai 'dapat diproses' menjadi produk bernilai tambah sebagai justifikasi untuk investasi PA.

Kriteria kelembagaan dan hukum

- Mengarusutamakan PA sebagai proyek pembangunan, kerangka kerja investasi, strategi nasional, dll.
- Menggalakkan koordinasi dan kerja sama antar pemangku kepentingan.
- Mempertimbangkan aspek-aspek hukum serta hak guna lahan dan air.
- Mendukung peningkatan kapasitas dan pelatihan untuk penyuluhan dan layanan penasihat teknis yang berpengalaman.

Kesehatan sosial: kriteria sosial dan budaya

- Mempertimbangkan perbedaan budaya dan preferensi lokal.
- Mengintegrasikan kelompok-kelompok kurang beruntung secara sosial dan ekonomi (contoh: perempuan dan pengguna lahan bersumber daya buruk).
- Menggalakkan dan mendukung kelompok pengguna air lokal untuk swasembada berswkelola.
- Menentukan perlunya tindakan kolektif pada area tangkapan dan penerapan (mempertimbangkan hubungan hulu-hilir).

Berdasarkan Catatan Pembelajaran IFAD No. 10



PENGUMPULAN AIR BANJIR



Ringkasan

Uraian singkat

Pada sistem pengumpulan air banjir (PABanjir), banjir badai disebabkan oleh limpasan dari daerah tangkapan pegunungan yang disalurkan melalui pengelak ke cekungan guludan pada lahan pertanian. Dengan mengangkut sedimen dari daerah tangkapan ke lahan pertanian, sistem ini “menumbuhkan” tanah penuh nutrisi dengan sendirinya. Sistem ini berperan penting pada daerah tandus dan semi-tandus kering di seluruh dunia – dengan skema yang sebagian besar bersifat tradisional. Akan tetapi, sistem-sistem tersebut kurang tersebar dan kurang mendapatkan dukungan jika dibandingkan dengan sistem tangkapan makro dan mikro. Alasan pentingnya adalah karena sistem ini membutuhkan perencanaan yang lebih sulit pada skala daerah aliran sungai, serta besarnya volume air yang harus dikelola – ditambah dengan risiko adanya erosi berat akibat aliran menerobos penghalang. Sistem ini tergantung pada tindakan kolektif antara pengguna lahan di hulu dan hilir dan melibatkan jumlah penggunaan tenaga kerja yang tinggi untuk pemeliharaan tahunan. Meskipun terdapat ketidakpastian mengenai waktu dan tingkatan banjir, teknologi PABanjir dapat menopang sistem pertanian dengan produktivitas tinggi: tradisi berabad-abad mampu membuktikannya.

Penyimpanan air dan tujuannya

Air banjir yang telah dialihkan ke lahan budidaya kemudian disimpan pada tanah aluvial dalam yang dibentuk dari sedimen yang dikirimkan oleh banjir sebelumnya. Tanaman tahunan, seringkali dalam sistem agroforestri, kemudian ditanam dengan kelembapan tangkapan. Sebagai alternatif, air banjir yang dipanen di dalam gully/anak sungai disimpan dalam sedimen di atas struktur dan digunakan untuk menopang pertumbuhan pepohonan, semak, atau tanaman pakan ternak.

Teknologi yang umum digunakan

Pertanian resesi banjir dan irigasi serentetan – dengan air banjir secara sengaja dialihkan dari anak sungai merupakan teknologi PABanjir yang paling lazim. Selain bendung penyebar air yang dikenal di bagian Afrika Barat, terdapat pula teknologi seperti *jessour*, *tabias*, atau “*warping*” yang banyak dikenal dalam teknologi dasar sungai.

Peningkatan ketersediaan air	
Air minum (kualitas tinggi)	n/ap
Penggunaan domestik (rumah tangga)	n/ap
Ternak menetap	n/ap
Ternak pastoral	+
Pertanian tadah hujan	+++
Irigasi oportunistis	+++
Irigasi suplementer	+
Irigasi tanaman halaman belakang / kebun dapur	n/ap
Resapan akuifer (<i>Aquifer recharge</i>)	+++
Sasaran masalah pembangunan	
Mencegah/memulihkan degradasi lahan	+
Menjaga dan meningkatkan ketahanan pangan	+
Mengurangi kemiskinan di daerah perdesaan	+
Menciptakan lapangan pekerjaan di daerah perdesaan	+
Mendukung persamaan gender / kelompok termarjinal	+/-
Mengurangi risiko kegagalan produksi	+
Meningkatkan produksi tanaman (termasuk pohon buah-buahan)	++
Meningkatkan produksi pakan ternak	+
Meningkatkan produksi kayu/serat	+
Meningkatkan produktivitas air	+
Memerangkap sedimen dan nutrisi	+++
Memperbaiki keanekaragaman hayati	+
Memitigasi/mencegah bencana alam	++
Memitigasi perubahan iklim	++

Penerapan

Pengelakan air banjir lazim pada lingkungan semi-tandus dan tandus dengan rezim curah hujan bervariasi tinggi dan ekstrem. Ini sering terjadi pada daerah tangkapan pegunungan yang berbatasan dengan dataran: daerah hilir ini menerima air dari daerah tangkapan hulu dalam bentuk banjir pada peristiwa curah hujan berat.

Ketahanan terhadap variabilitas iklim

Peningkatan pada peristiwa banjir dapat memberikan peluang tambahan bagi PABanjir. Namun, banjir yang terlalu besar dapat merusak struktur pengelak. Rentang masa kering yang berkepanjangan akan meningkatkan kerawanan akibat penurunan jumlah banjir

Adaptasi perubahan iklim	
Ketahanan terhadap kondisi kering ekstrem	+/-
Ketahanan terhadap variasi curah hujan	+
Ketahanan terhadap hujan ekstrem dan badai angin	++
Ketahanan terhadap kenaikan suhu dan laju penguapan	++

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah, +/- netral, n/ap: tidak tersedia

Keuntungan utama

- PABanjir menggunakan air yang seringkali tidak dibutuhkan atau tidak dapat ditampung oleh pengguna di bagian hulu, karena curah hujan selama masa pengumpulan air berlimpah. Oleh karena itu, PABanjir merupakan kesempatan yang baik sebagai penyedia air berbiaya rendah yang tidak dibutuhkan di bagian hulu.
- Perizinan pengelolaan untuk area yang luas.
- Banjir serta dampak negatifnya seperti erosi di bagian hulu dapat dikendalikan sebagian.
- Deposisi sedimen yang terbawa bersama air banjir mengendapkan tanah kaya nutrisi.
- Kelebihan air banjir yang tidak langsung digunakan untuk produksi berguna dalam resapan akuifer.

Kerugian utama

- Teknologi PABanjir rentan risiko karena tingginya ketidakpastian mengenai jumlah, volume, dan waktu banjir.
- Banjir tinggi terkadang dapat merusak struktur pengelak air.
- Konsentrasi sedimen yang tinggi menyumbat struktur pintu pengambilan (*intake*) dan saluran pengelak, sehingga struktur pengelak harus diperbaiki atau diganti secara rutin setiap musim. Proses pemeliharaan ini membutuhkan tenaga kerja yang tidak sedikit.
- Banjir yang dialihkan terkadang membawa dampak buruk pada ekosistem di daerah hulu.

Rasio keuntungan-biaya

teknologi	Jangka pendek	Jangka panjang
Pengelakan air banjir	–	+++
Di dalam dasar sungai	–/+	+++
Keseluruhan	–	+++

– – – sangat negatif; – – negatif; – sedikit negatif; –/+ netral; +sedikit positif; ++ positif;+++ sangat positif; (WOCAT, 2012).

Investasi awal bisa jadi tinggi untuk tenaga kerja. Jika struktur permanen seperti parit disertakan, maka akan dibutuhkan konstruksi mekanik yang berdampak pada kenaikan biaya. Oleh karena itu rasio keuntungan biaya menjadi positif hanya pada jangka panjang. Jika banyak pengguna lahan yang menerapkan teknologi PABanjir menyediakan tenaga kerja serta tidak harus membayarnya menggunakan uang, maka mereka dapat memandang keuntungan jangka pendek sistem ini positif. Struktur berskala lebih luas sering diterapkan pada lembaga pemerintahan.

Penerapan dan peningkatan

Oleh karena peningkatan variasi curah hujan dan degradasi yang mengakibatkan kekeringansungai menahun, beberapa pengguna lahan di-Sub Sahara Afrika semakin bergantung kepada PABanjir untuk irigasi oportunistis bagi lahan mereka. Tetapi, selain kurangnya keterampilan, tingginya investasi awal serta kebutuhan tenaga kerja untuk pemeliharaan menjadi kendala bagi banyak pengguna lahan untuk menerapkan praktik tersebut.



Skema irigasi serentetan di Yaman. (UNESCO-IHE)



Pemblokiran pintu pembilas (*scour sluice*) pada sistem irigasi serentetan modern di Yaman. (spate-irrigation.org)



Bendung penyebar air di Sahel. (H. Bender)



Bendungan *warping*, Palestina. (N. Harari)



Pertanian resesi banjir, Burkina Faso. (HP. Liniger)

Teknologi

Pertanian resesi banjir (banjir liar): Pada beberapa area tadah hujan, tanaman dan tanaman budidaya tumbuh di sepanjang sungai, anak sungai, dan delta (seperti Niger, Zambezi, Nil, dll di Afrika; Mississippi, Mekong, Indus), dasar sungai *ephemeral* dan sekitar sungai memperoleh keuntungan dari banjir (irigasi oportunistis) serta memanfaatkan kelembapan residu setelah banjir surut. Pertanian resesi banjir terdapat di berbagai belahan bumi dan dapat menyokong populasi besar (contoh: Bangladesh, Mali, Meksiko, India).

Lembah pedalaman dan/atau rawa mengacu kepada lembah atau depresi berlantai datar yang cukup dangkal yang menerima air dari permukaan miring alami di sekitarnya. Lembah pedalaman biasanya memproduksi beras di dataran rendah (pada rawa) serta pakan ternak, tetapi dapat juga digunakan untuk budidaya tanaman dan pohon. Di Sub-Sahara Afrika daerah-daerah ini dikenal sebagai *bas fond*, *marias*, *petit vallée*, atau *marigot* dalam Bahasa Perancis dan, *fadama vlei*, *dambo*, *boli*, *mbuga*, dll dalam bahasa setempat. Di Turkmenistan area ini disebut sebagai *oytak*.

Pengelakan air banjir – di luar dasar sungai

Irigasi serentetan, suatu bentuk purba dari PA, merupakan metode dalam mengelola banjir bandang yang tidak terduga dan berpotensi merusak produksi tanaman dan ternak. Air banjir dari daerah tangkapan di gunung dialihkan dari dasar sungai *ephemeral* (*wadis/koris*) dan menyebar luas ke area area dataran rendah sebagai air irigasi tanaman. Teknologi ini memanfaatkan banjir musiman berdurasi singkat. Pada area penerapan tempat air terkonsentrasi, air terserap ke dalam tanah dan memberikan residu kelembapan tanah untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini menyebabkan hingga tiga kali panen per tahun jika banjir terjadi beberapa kali. Penanaman dilaksanakan setelah air banjir pertama menyurut. Irigasi serentetan juga dapat mengisi kolam untuk digunakan oleh manusia atau ternak.

Praktik irigasi serentetan dapat berupabangunan utama (*headwork*) sementara maupun permanen (pada struktur pengelak di dasar sungai). Bangunan utama sementara terdiri dari guludan tanah, struktur bronjong (*gabion*) kecil/berukuran tertentu, dan saluran pengelak, sedangkan bangunan utama permanen terdiri dari bendung pengelak beton, guludan, dan *siphon*. Karena sifatnya yang oportunistis, sistem serentetan rentan terhadap risiko dari alam. Ketidakpastian timbul baik dari sifat alami banjir yang tidak dapat diprediksi maupun seringnya perubahan yang terjadi pada dasar sungai yang menjadi sumber pengelak air. Masyarakat yang menggantungkan mata pencaharian serta ketahanan pangannya pada aliran serentetan seringkali adalah bagian termiskin dari populasi perdesaan. Pengetahuan lokal yang substansial telah dikembangkan dalam pengaturan sistem serentetan dan pengelolaan air banjir serta endapan sedimen berat yang terbawa oleh banjir tersebut.



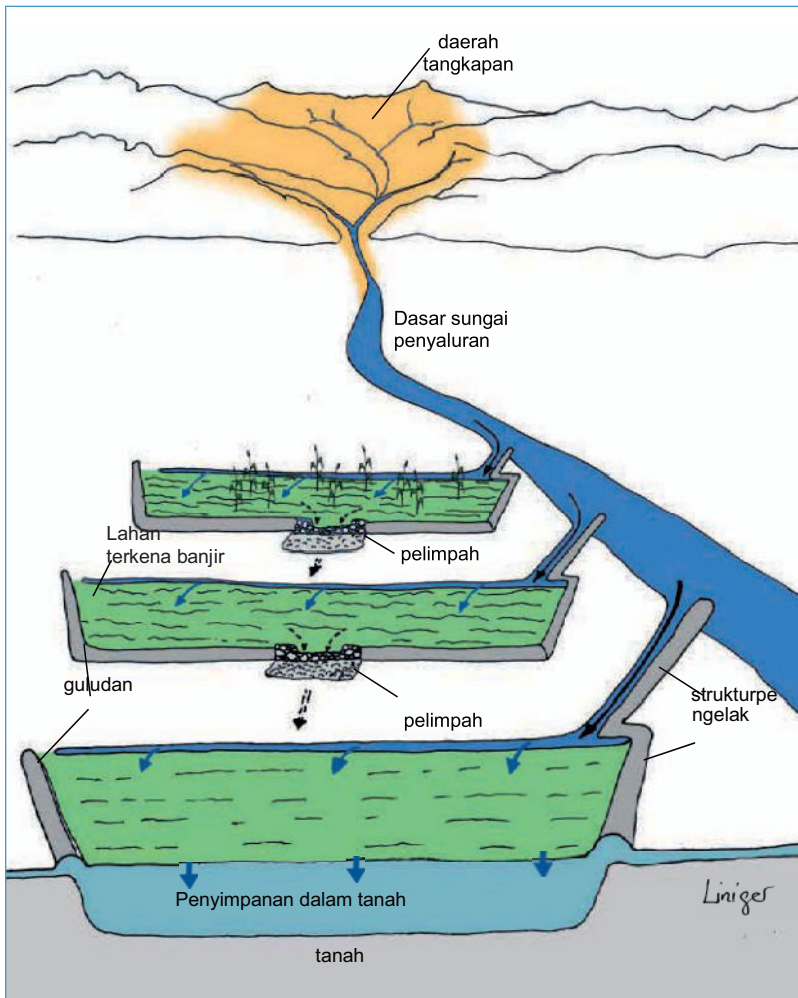
Pengelolaan padi di lembah pedalaman, Cercle de Sikasso, Mali. (AfricaRice Center)

Contoh: Irigasi serentetan di Pakistan

Di Pakistan, banjir sporadis dari sungai temporer dialihkan dan disebarkan ke daerah luas melalui guludan tanah sepanjang 1 km, dengan tinggi beberapa meter, dan lebar hingga 20 m pada dasarnya. Air dikendalikan melalui sistem saluran banjir ke lahan berguludan seluas 15 hektar yang terbagi dalam beberapa bagian (Waes dan Bouman, 2007).



Lahan irigasi serentetan di Pakistan. (spate-irrigation.org)



Sistem irigasi serentetan.

Contoh: Irigasi serentetan di Spanyol

Di Spanyol, struktur pengumpulan air tradisional digunakan kembali untuk mengatasi masalah kekurangan air. Banyak di antara struktur tersebut digunakan secara luas pada periode Arab dan Roma, tetapi telah terabaikan dan terlupakan. Teknologi ini pada dasarnya terdiri dari guludan tanah atau batu kecil yang mengalirkan air banjir dari sungai periodik ke lahan-lahan yang ditanami kacang almond dan/atau sereal. Bergantung pada kemiringan dan jumlah air yang akan dipanen, lahan-lahan tersebut dikelola sebagai teras tunggal atau serangkaian teras. Air dialihkan dari satu teras ke teras berikutnya melalui pelimpah kecil pada dinding teras. Pelimpah pelimpah ini diperkokoh dengan batu untuk mencegah pembentukan parit. Tambahan aliran dari air permukaan dapat menggandakan produksi almond (J. de Vente dalam Schwilch et al., 2012; WOCAT, 2012).



Sistem saluran tradisional (*acequia*) mengarahkan pengecil air banjir (oleh guludan tanah atau batu) dari sungai periodik ke teras almond, Spanyol. (J. de Vente)

Bendung penyebar air terentang sepanjang lembah dan terbentuk dari pasangan batu atau beton hingga 50 cm di atas permukaan pasir di sekitarnya. Bendung-bendung ini terdiri dari pelimpah pada dasar sungai aktual serta penyangga dan sayap lateral. Air banjir disebarkan ke daerah lahan di hulu struktur, meluap melewati sayap lateral, kemudian secara perlahan mengalir kembali ke dasar sungai di bawah struktur. Bendung penyebar air menjadi efektif apabila dibangun sebagai rangkaian, karena tiap-tiap bendung menyimpan deposit air dan tanah aluvial (tanah subur) dan secara bertahap menaikkan dasar lembah. Sistem ini memperlambat aliran air dan meningkatkan area yang rutin terkena banjir. Bendung memungkinkan penyimpanan air hujan dengan cara peresapan ke dalam tanah dan meninggikan tingkat permukaan air tanah dekat ke permukaan. Bendung sesuai untuk rehabilitasi lembah yang lebar dan kering dangkal akibat erosi gully berat yang menghalang terjadinya banjir rutin. Bendung juga sesuai untuk meningkatkan produktivitas pertanian pada lantai lembah yang kurang lebih utuh. Perancangan dan pembangunan bendung memerlukan pengetahuan teknis yang signifikan, dan penerapannya harus dilakukan oleh masyarakat yang terorganisir dengan baik. Di Niger, Chad, dan Burkina Faso, lebih dari 370 bendung penyebar air telah diterapkan yang meliputi peningkatan lebih dari 20.000 ha lahan olahan dan memberi manfaat kepada lebih dari 40.000 rumah tangga (GIZ, 2011). Di Afrika Barat struktur ini dikenal dengan nama *seuils d'épandage*.

Guludan penyebar air: Sesuai dengan namanya, ciri utama dari guludan penyebar air adalah kegunaannya yang bukan untuk menyimpan, melainkan untuk menyebarkan air. Sistem ini biasanya digunakan untuk menyebarkan air banjir, baik yang telah dialihkan dari aliran air maupun yang secara alami tercurah ke dataran banjir. Guludan yang biasanya terbuat dari tanah memperlambat aliran air banjir dan menyebarkan air ke lahan untuk diolah, sehingga memungkinkan penyerapan ke area tinggi. Guludan penyebar air dapat menjadi bagian dari skema irigasi serentetan atau menjadi teknologi independen saat banjir alami timbul.



Bendung penyebar air di Sahel (GIZ, 2011).



Bendung penyebar air dibangun dalam rangkaian (GIZ, 2011).



Pemandangan suatu daerah dengan sejumlah *jessour* di Tunisia. (M. Ben Zaid)

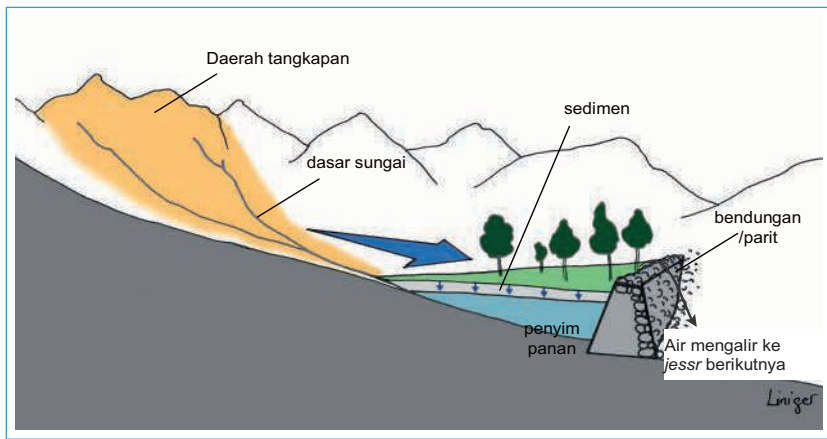
Pengumpulan air dalam dasar sungai

Reklamasi dasar sungai/wadi: dasar sungai digunakan untuk menyimpan air baik pada permukaan dengan menutup aliran sungai maupun di dalam profil tanah dengan memperlambat aliran sehingga meresap ke dalam tanah. Ini terjadi secara alami atau menggunakan konstruksi bangunan kecil atau parit di seberang dasar sungai untuk mengurangi kecepatan aliran air serta meningkatkan sedimentasi yang dapat meningkatkan kesuburan serta memungkinkan penanaman pohon buah dan/atau tanaman budidaya bernilai tinggi. Teknologi ini biasa diterapkan pada dasar sungai dengan kemiringan landai.

Sistem *jessour* terletak pada zona bagian atas pada dataran tinggi (semi) tandus dengan lereng yang lebih curam dan merupakan variasi dari reklamasi dasar sungai. *Jessour* terdiri dari tiga bagian: daerah tangkapan, teras, dan parit. Parit (juga disebut *tabia*) yang terbuat dari tanah, batu, atau bronjong ini dibangun di seberang saluran sungai musiman atau pada kaki lereng. Sedimen subur yang terakumulasi di belakang parit memungkinkan penanaman pohon dan tanaman tahunan. Sistem *jessour* digunakan untuk penanaman beberapa jenis pohon termasuk zaitun, ara, almond, dan kelapa sawit, serta polong polongan (ercis, kacang arab miju-miju, dan kara oncet), dan sereal (gandum dan jelai). Area penanaman berkisar antara 0,2-5 hektar dan rasio daerah tangkapan dan penerapan/area target bervariasi antara 100:1 hingga 10.000:1. Kegunaan utama dari *jessour* antara lain adalah: peningkatan kelembapan tanah bagi tanaman; (2) resapan air tanah melalui peresapan pada teras, dan (3) pengendalian banjir sebagai perlindungan pada infrastruktur di daerah hulu. Terdapat pula sistem serupa yang disebut "*warping*" di dataran tinggi loess di Cina dan *gavias* di zona tandus kepulauan Kenari.

Contoh: Bendungan *warping* di Dataran Tinggi Loess, Cina

Dataran Tinggi Loess meliputi area seluas 640.000 km² di bagian utara tengah Cina dan didiami oleh lebih dari 50 juta jiwa. Penggunaan Dataran Tinggi yang intens dan kurangnya upaya pelestarian menyebabkan degradasi besar-esaran pada formasi lahan dataran tinggi yang rentan. Salah satu unsur program rehabilitasi Dataran Tinggi Loess yang diterapkan pemerintah adalah pembangunan bendungan *warping*. Bendungan *warping* adalah bendungan yang dibangun di atas gully untuk memanen dan memintas sedimen sehingga menciptakan lahan baru. Bendungan-bendungan ini dibangun dengan ketinggian rata-rata 5 meter, dengan jumlah bendungan tergantung pada kemiringan dan lebar gully. Pembangunan sebuah bendungan *warping* terdiri dari dua tahapan: (a) tahap pembangunan lahan yang memakan waktu beberapa tahun, dan (b) tahap konsolidasi dan pengelolaan. Pembangunan ini membutuhkan pendekatan area. Penting untuk mengetahui tindakan yang telah ada serta kekuatan alam di area tersebut (contoh: sistem cocok tanam, kemiringan, pengguna hulu dan hilir) (Van Steenberg et al., 2011a).



Penampang melintang sistem *jessour* atau bendungan *warping* (*jessr* = bentuk tunggal).



Bendungan *warping* di wilayah Xifeng, provinsi Gansu setelah pembangunan struktur. (L. Xiaobo)

Instalasi sistem penyebaran air banjir **Tabia** biasanya ditempatkan pada lereng landai baik di kaki gunung, berdekatan dengan atau di dalam dasar sungai yang lebar pada bagian anak sungai yang rendah, dengan kemiringan tidak lebih dari 3% dan tanah yang cukup dalam. *Tabias* terdiri dari parit (panjang 50-150 m, tinggi 1-1,5 m), pelimpah (sentral dan/atau lateral), dan area penerapan. Pohon buah dan tanaman tahunan merupakan tanaman yang biasanya ditanam menggunakan *tabia*. Selain kegunaannya untuk pemanenan air, *tabias* juga mengurangi erosi tanah dan berdampak positif pada resapan air tanah.

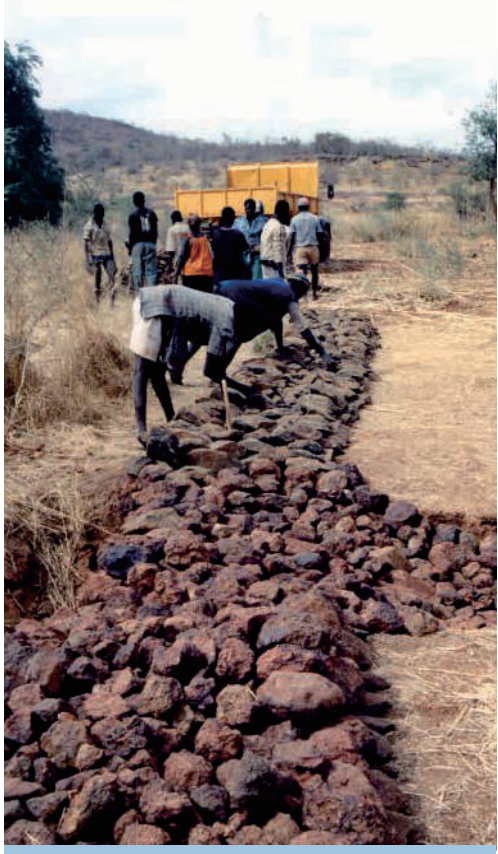
Bendungan batu berpori: bendungan batu yang panjang, rendah tetapi lebar di seberang lembah menyebarkan air banjir dan memulihkan gully. Bendungan ini sesuai untuk keadaan pada tempat lembah dengan kemiringan landai terpotong, sehingga air terkuras dan hilang dari lahan di sekitar gully. Bendungan ini biasanya setinggi lebih dari 1 m di dalam gully, dan antara 80-150 cm di area lain. Dinding bendungan juga lebih datar pada sisi lereng bawah (2:1, 3:1) dibandingkan pada sisi lereng atas (1:1, 1:2), untuk meningkatkan stabilitas struktur saat terisi penuh. Parit dangkal pada pondasi meningkatkan stabilitas dan mengurangi risiko longsor. Batu-batu besar digunakan pada dinding luar sedangkan batu-batu yang lebih kecil digunakan untuk dinding dalam. Kendala utama bagi bendungan batu berpori adalah sifatnya yang terikat pada daerah tertentu, ditambah jumlah kebutuhan untuk batu lepasan yang cukup tinggi serta penyediaan transportasi.



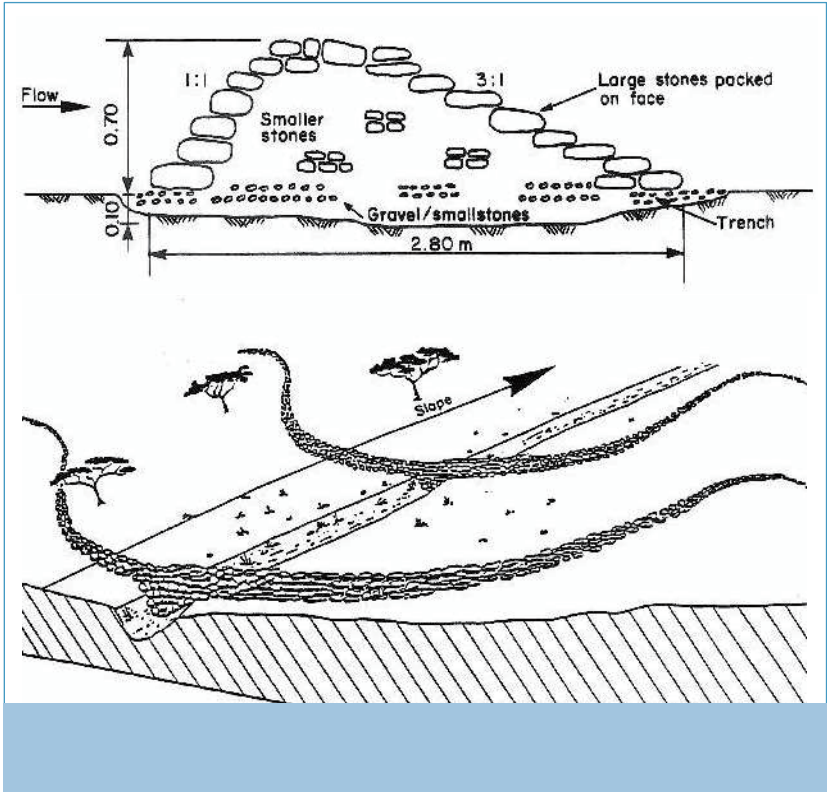
Konstruksi mekanik sebuah parit *tabia*, Tataouine, Tunisia. (M. Ouessar)



Bendungan batu berpori, Radjastan, India. (HP. Liniger)



Pembangunan bendungan batu berpori (*digue filtrante*) di Burkina Faso. (W. Critchley)



Atas: dimensi bendungan berpori
Bawah: tata letak umum
(Critchley dan Siegert, 1991).

Sebaran dan Penerapan

Sebaran

Pengelak air banjir di luar dasar sungai

Irigasi serentetan khusus diterapkan pada daerah tandus yang berbatasan dengan dataran tinggi. Daerah di bawah irigasi serentetan terdiri dari lebih dari 2,5 juta hektar di seluruh dunia, dengan sekitar 2,1 juta rumah tangga (11 juta jiwa) tergantung pada sistem ini (*Spate Irrigation Network*). Sistem ini lazim digunakan di Asia Barat (contoh: Afghanistan, Iran, Pakistan), Timur Tengah (contoh: Arab Saudi, Yaman), Afrika Utara (Contoh: Aljazair, Mesir, Maroko, Tunisia (*mgoud*)), Tanduk Afrika (contoh: Eritrea, Etiopia, Somalia (*deshek*), Sudan), dan tersebar sporadis di Asia Timur (contoh: Cina, Mongolia, Myanmar, Nepal), Asia Tengah (Contoh: Kazakhtan), Afrika Timur (contoh: Kenya, Tanzania), Afrika Barat (contoh: Burkina Faso, Mauritania, Senegal), Amerika Selatan (contoh: Bolivia, Chile, Meksiko), dan Eropa (contoh: Spanyol (*boquera*)).

Bendung penyebar: Afrika Barat (contoh: Burkina Faso, Chad, Niger), Amerika Selatan (contoh: Brasil), Yaman, etc.

Pengumpulan air banjir di dalam dasar sungai

Reklamasi dasar sungai: contoh: Israel, Lybia, Maroko, Palestina, Tunisia (*jessour* dan *tabia*), Cina (bendungan "*warping*"), kepulauan Kenari (*gavias*), Etiopia, dll.

Bendungan abut berpori: contoh: Burkina Faso (*digues filtrantes*).

Penerapan

Penggunaan Lahan: PABanjir terutama digunakan pada tanaman tahunan tanaman campuran, pohon buah, pohon kayu, dan pohon kayu bakar. PA Banjir juga digunakan untuk padang rumput atau lahan hutan. Tanaman tahunan yang ditanam di bawah PABanjir antara lain: sereal (sorgum, millet mutiara, gandum, jelai), kacang bijian (kacang hijau, kacang arab, *guar*), tanaman biji minyak (jarak, *mustard*, wijen, biji rapa), dan kapas, labu labuan, tomat, dan jenis sayur lainnya. Pohon buah antara lain: zaitun, almond, ara, kurma, dll. Pada beberapa daerah PABanjir digunakan untuk menyebarkan air ke padang rumput atau lahan hutan.

Penggunaan air: Pertanian resesi banjir dan resapan akuifer dangkal.

Iklim: Iklim tandus hingga semi-tandus dengan pengendapan tahunan 100-700 mm, dengan evaporasi yang jauh melebihi curah hujan.

Medan: Irigasi serentetan sering ditemukan pada dataran tinggi yang berbatasan dengan lereng datar alluvial pada geluh dalam hingga geluh lanau; *jessour* sering digunakan pada tanah loess, *tabias* pada tanah lereng kaki dalam. Daerah tangkapan seringkali lebih curam daripada daerah penerapan/cocok tanam yang terletak pada kemiringan sedang atau datar.

Skala: Sistem PABanjir beroperasi pada skala anak sungai.

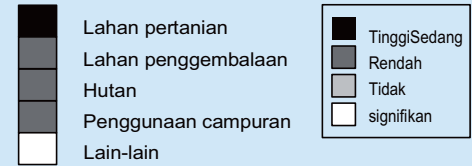
Tingkat mekanisasi: Terutama tenaga kerja manual, sering menggunakan hewan atau traktor (contoh di Eritrea, Spanyol, Sudan).

Kepemilikan lahan dan hak penggunaan lahan/air: Sistem PABanjir digunakan oleh petani penggarap, penyewa, dan pemilik lahan. Hak penggunaan lahan dalam penerapan PABanjir antara lain hak penggunaan lahan warisan (contoh: Pakistan), hak kepemilikan pemerintah (contoh: Eritrea, Etiopia, Sudan), dan kepemilikan pribadi (contoh: Yaman). Untuk lahan *tabias*, kepemilikan seringkali oleh perorangan dan hak milik.

Kebutuhan keahlian dan pengetahuan: Pembangunan peraturan daerah, dan organisasi serta kerja sama pada tingkat masyarakat merupakan persyaratan untuk keberhasilan pengelolaan sistem PABanjir. Agar struktur dapat dirancang dengan tepat, daerah tangkapan dan daerah yang memiliki potensi sebagai area penerapan harus diperhitungkan bersamaan dengan aspek hidrologis seperti debit puncak. Dibutuhkan pula pengetahuan teknis yang tinggi dan pengetahuan local. Penasihat dan perencana proyek membutuhkan keahlian yang baik serta kerja sama yang bagus dengan pengguna lahan dan air setempat.

Kebutuhan tenaga kerja Rekonstruksi kanal, struktur pintu pengambilan dan pengelak setelah dan sebelum banjir membutuhkan tenaga kerja yang besar.

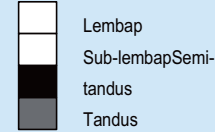
Penggunaan Lahan



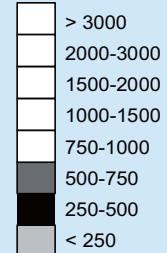
Penggunaan air



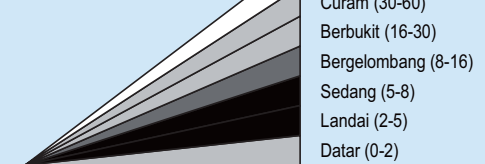
Iklim



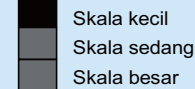
Rata-rata Curah Hujan (mm)



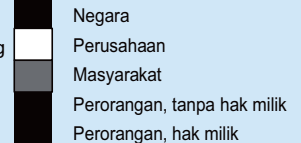
Kemiringan tangkapan (%)



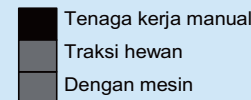
Skala



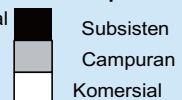
Kepemilikan lahan



Mekanisasi



Orientasi pasar



Kebutuhan tenaga kerja



Kebutuhan pengetahuan



Ekonomi

Biaya

Sebuah bendungan batu di Afrika normalnya menyediakan pasokan air untuk lahan seluas 2-2,5 ha, memakan biaya pengendalian erosi sekitar US\$500 untuk pengangkutan material dan membutuhkan 300-600 HOK (IWSD, 1998).

Teknologi	Negara	Biaya pembangunan US\$/ha	Biaya pemeliharaan US\$/ha/tahun
Irigasi serentetan	Pakistan ¹	10-300	10-40
Irigasi serentetan	Iran ²	160-180	Kurang lebih 10
Irigasi serentetan	Maroko ³	620-895	54-88
Irigasi serentetan dengan bangunan utama (<i>headwork</i>) non-permanen *	Etiopia ⁴	170-220	
Irigasi serentetan dengan struktur pengelak permanen *	Etiopia ⁴	330-450	
Irigasi serentetan	Spanyol ⁵	900 per guludan (penggunaan mesin, beton, tenaga kerja)	41
Irigasi serentetan	Eritrea ⁶	60 per 10 m struktur pengelak (tanpa tenaga kerja)	50-95 per 10 m struktur pengelak (tanpa tenaga kerja)
Penyebaran air banjir	Iran ⁴	250-1.800	
Bendung penyebar air	Sahel ⁷	20.000-70.000 per struktur 800 dan 2.000 per ha lahan yang telah mengalami perbaikan	
<i>Tabia</i>	Tunisia ⁵	670 (terutama untuk tenaga kerja)	200
<i>Jessour</i>	Tunisia ⁵	1.920 (terutama untuk material bangunan parit)	900

¹Waes dan Bouman, 2007; Van Steenberg et al., 2010; ²Kowsar, 2011; ³Oudra, 2011; ⁴Van Steenberg et al., 2011b; ⁵Schwilch et al., 2012; ⁶Liniger et al., 2011; WOCAT, 2012; ⁷GIZ, 2011; Tuinhof et al., 2012.

* Biaya bervariasi tergantung tempat. Pada daerah terpencil biaya tenaga kerja rendah dan material yang digunakan adalah yang tersedia secara lokal. Tetapi, biaya mobilisasi mesin tinggi.

Keuntungan produksi

Peningkatan produksi dengan PABanjir

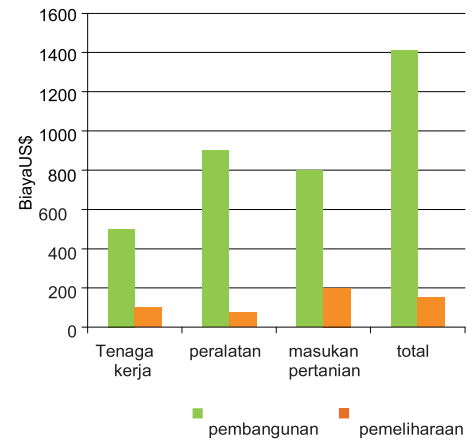
Tanaman	Negara	Hasil tanpa PABanjir (t/ha)	Hasil dengan PABanjir (t/ha)	Peningkatan hasil (%)
sorgum	Eritrea ¹	0,45	1,2-2,1	270-470
Irigasi serentetan				
Rumput pakan ternak	Iran ¹	0,04	0,45	1.060
Irigasi serentetan				
Beras	Burkina Faso ²	0,80	2,00	250
Bendung penyebar				
Millet	Niger ²	0,33	0,68	206
Bendung penyebar				
Sorgum	Niger ²	0,36	0,48	133
Bendung penyebar				

¹Van den Ham, 2008; Van Steenberg et al., 2010; Mehari et al., 2011; ²Neill et al., 2012.

Di Spanyol hasil pemanenan almond berlipat ganda akibat irigasi serentetan (J. de Vente dalam Schwilch et al., 2012; WOCAT, 2012).

Pembangunan bendungan "*warping*" dan 16 ha lahan beririgasi teras meningkatkan pendapatan per kapita 26 rumah tangga seluas 17 ha dari US\$ 60 ke US\$ 276 dalam waktu dua tahun (Desa Lijiageleng, Pedalaman Mongolia) (yellowearth.net dalam Van Steenberg et al., 2011a).

Biaya PABanjir per struktur (median)



Biaya pembangunan untuk PABanjir berkisar antara US\$ 60 untuk sistem irigasi serentetan di Eritrea hingga US\$ 3.600 untuk bendung penyebar di India. Sumber: 6 studi kasus (WOCAT, 2012)

Contoh: Pemanenan sedimen dengan bendungan "*warping*", Dataran Tinggi Loess Cina

Tingkat erosi pada Dataran Tinggi Loess merupakan salah satu yang tertinggi di dunia dan Sungai Kuning dinamai sesuai dengan warna sedimen loess halustersuspensi. Di bawah proyek rehabilitasi yang diawali tahun 1990-an, dibangun 1.272 bendungan "*warping*" serta bendungan pengendali sedimentasi lainnya (264 bendungan kunci, 3.719 bendungan pengendali), 171.278 ha teras, dan beberapa tindakan vegetatif. Secara total, semua memakan biaya sebesar US\$ 300 juta. Hasil dari lahan *warping* pada dataran tinggi Loess diperkirakan 2-3 kali lebih banyak dibandingkan hasil yang diperoleh dari lahan berteras dan 6-10 kali lebih banyak dibandingkan dengan lahan berlereng (UNESCO, 2004 sebagaimana dikutip dalam Van Steenberg et al., 2011a). Selain itu, konsentrasi kelembapan tanah di dataran tinggi adalah hingga 80% lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelembapan tanah pada lahan berlereng dan sedimen yang terbawa ke Sungai Kuning mengalami penurunan sebesar 51% saat diadakan pengukuran di Provinsi Shaanxi (Van Steenberg et al., 2011a).

Contoh: Potensi budidaya jamur *truffle* di area irigasi serentetan

Dataran tinggi Loess melingkupi area irigasi serentetan di Pakistan dan Iran Selatan, tempat jamur *truffle* gurun (*Terfezia leonis Tul.*) dapat ditemukan. Jamur ini bersimbiosis dengan sorgum. Potensi budidaya jamur ini belum diketahui secara luas di Pakistan dan Iran, meskipun secara internasional, jamur *truffle* gurun dihargai sangat tinggi pada pasar kuliner. Ini menyebabkan pengembangan budidaya jamur *truffle* sangat menjanjikan. Perlu adanya penanaman modal dalam rantai pasar untuk meningkatkan pengetahuan mengenai permintaan pasar serta persyaratan kendali mutu, pemeringkatan, dan pasokan jamur *truffle* serta produk bernilai tinggi lainnya dari area irigasi serentetan (Nawaz, 2011).

Dampak

Keuntungan	Tingkat pertanian/rumah tangga	Tingkat masyarakat/anak sungai/lansekap
Produksi/ Ekonomi	+++ peningkatan produksi tanaman +++ peningkatan area di bawah produksi ++ peningkatan produksi pakan ternak ++ peningkatan penghasilan pertanian + peningkatan ketersediaan air irigasi	+++ memungkinkan produksi tanaman di daerah tandus ++ menurunnya kemiskinan
Ekologi	+++ pemerangkapan kesuburan +++ peningkatan kelembapan tanah	+++ resapan air tanah oleh sisa air dari irigasi serentetan +++ peningkatan pelepasan sisa air ++ Sistem PABanjir merupakan tempat penyimpanan keanekaragaman hayati dengan pengumpulan benih pada daerah tangkapan yang luas dan mengumpulkannya pada tanah lembap
Sosial-budaya		+++ pemeliharaan perjanjian penggunaan air yang mutakhir tetapi tradisional +++ peningkatan ketahanan pangan ++ peningkatan pemberdayaan institusi masyarakat
Luar lokasi		+++ pengendalian terhadap air banjir dan sedimentasi; penurunan peristiwa banjir dan pembentukan parit di daerah hilir

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah

	Kendala	Cara mengatasi
Produksi/ Ekonomi	Pengguna di bagian hilir tergantung pada pasokan air dari hulu	➔ Dibutuhkan pengelolaan daerah aliran sungai yang baik
	Rawan risiko karena variabilitas banjir yang tinggi mempengaruhi produksi	
Ekologi	Berkaitan dengan fluktuasi penghasilan yang tinggi antara tahun-tahun baik dan buruk	➔ Pengaturan spasial untuk petak, dalam rangka mengurangi risiko tidak tersalurnya air pada petak terpencil, atau realokasi petak antara pengguna berbeda setiap tahunnya
	Tingginya timbunan sedimen menyebabkan sering terjadi sedimentasi pada kanal dan fasilitas penyimpanan	➔ Struktur harus dirancang dengan hambatan pada pintu pengambilan utama yang dapat digunakan untuk mengatur aliran air ke dalam
	Sangat rentan terhadap variasi curah hujan musiman	➔ Struktur harus dirancang dengan hambatan pada pintu pengambilan utama yang dapat digunakan untuk mengatur aliran air ke dalam
	Rancangan kanal sekunder dan tersier yang buruk menyebabkan erosi alur dalam lahan dan parit	➔ Berkaitan dengan pembentukan standard an norma untuk rancangan dan pemeliharaan
	Pengelak air banjir menjauhi ekosistem di daerah hilir	➔ Pengelak kembali sisa air ke anak sungai aslinya
Sosial-budaya	Dapat menyebarkan spesies pengganggu seperti <i>Prosopis juliflora</i>	
	Interaksi antara hulu dan hilir yang kompleks dalam hal ketersediaan air menyebabkan konflik	➔ Hak penggunaan lahan dan air yang jelas serta perencanaan daerah air sungai yang disempurnakan dengan alokasi sumber daya air
	Kesenjangan yang tinggi dapat menyebabkan konflik karena beberapa lahan selalu mendapat pelayanan lebih baik daripada yang lainnya	
	Membutuhkan pekerjaan pemeliharaan dalam jumlah tinggi	

Penerapan dan peningkatan

Tingkat penerapan

PABanjir di Iran, Pakistan, dan Yaman telah berlangsung selama seratus tahun. Di Tanduk Afrika, sistem ini sedang berkembang. Hal ini dapat dikaitkan dengan peningkatan pemukiman di dataran rendah yang awalnya jarang didiami karena persebaran malaria yang merata. Di beberapa daerah, PABanjir juga diterapkan untuk mengatasi sungai yang tidak lagi bersifat menahunakibat degradasi daerah tangkapan dan perubahan iklim. Namun, di beberapa area seperti di Afrika Utara, beberapa daerah di bawah PABanjir mengalami penurunan terutama karena banyaknya pembangunan waduk-waduk kecil di sepanjang sungai-sungai ephemeral. Keberlangsungan *jessour* di Tunisia, contohnya, tidak dapat terjamin karena kurangnya pemeliharaan yang memadai serta akibat dari emigrasi dan pengabaian kegiatan pertanian di pegunungan. Pada dataran tinggi Loess di Cina, pengumpulan air banjir dan retensi sedimen dikombinasikan pada "anak tangga" bendungan-bendungan kecil. Sistem ini digalakkan dan diterapkan secara besar-besaran atas dasar kehendak politik serta upaya nasional untuk mengurangi banjir dan penumpukan sedimen di Sungai Kuning.

Lingkungan yang mendukung

Lingkungan kebijakan: Tema PABanjir sering diabaikan dan hampir tidak mendapat perhatian sebagai suatu program dan kebijakan pemerintah dan masyarakat sipil.

Kepemilikan lahan dan air: Untuk memastikan keberlangsungan sistem pengumpulan air banjir, penting bagi pengguna lahan untuk mempertahankan kepemilikan sistem PABanjir dan menjaga tanggung jawab terhadap pelaksanaan dan pemeliharaan.

Masalah skala: Dibutuhkan pemahaman yang cermat mengenai keseimbangan air untuk menghindari rancangan yang tidak memadai serta kerugian PABanjir luar lokasi yang tidak diinginkan.

Akses layanan finansial: Pengguna lahan menganggap praktik penerapan PABanjir cukup mahal dan tidak terdapat jaminan pasokan air karena sistem ini bergantung pada peristiwa curah hujan. Peralatan ekskavasi yang seperti bulldoser telah digunakan sebagai insentif pada beberapa proyek. Namun, salah satu kelemahan dari program semacam ini terletak pada sistem distribusi air tradisional yang terkadang terancam karena pengguna lahan di hulu mampu membangun struktur yang lebih besar dengan bantuan mesin sehingga "menyita" air banjir yang seharusnya mencapai skema pada bagian bawah.

Dukungan teknis dan pembangunan kapasitas: Pada semua sistem PABanjir pengguna lahan harus aktif terlibat dalam perencanaan, perancangan, pelaksanaan, rehabilitasi, dan peningkatan kerja, serta perbaruan terhadap hak air yang berlaku untuk memudahkan peningkatan alokasi air banjir. Para insinyur dan penasihat teknis dibutuhkan untuk membantu pengguna lahan memilih tindakan yang tepat yang layak secara ekonomis dan teknis.

Pertimbangan gender: Perempuan berperan penting dalam sistem PABanjir, sehingga suatu proyek harus mempertimbangkan hal ini dan menyadari bahwa kemajuan akan mengubah pembagian kerja antara laki-laki dan perempuan.

Kohesi masyarakat yang baik: PABanjir dapat membawa dua dampak terhadap pengguna di hilir. Pertama, pengguna lahan di hulu menggunakan terlalu banyak air banjir sehingga menyebabkan kurangnya pasokan air bagi pengguna hilir. Kedua, dengan menggunakan aliran puncak, efek bencana banjir menurun bagi masyarakat hilir. Pada kedua kasus, dibutuhkan kerja sama, koordinasi, dan perencanaan yang sangat baik. Selain itu, konstruksi dan pemeliharaan membutuhkan tenaga kerja manusia dan hewan yang cukup untuk penggunaan traktor dan bulldoser, sehingga membutuhkan pula organisasi lokal yang baik.

Pendekatan yang sesuai untuk pelaksanaan: Kombinasi dari tingkat perencanaan regional dan keterlibatan pemangku kepentingan setempat.

Kelayakan dan perencanaan

PABanjir memerlukan identifikasi lokasi yang cermat dan tepat untuk pembangunan struktur pengelak, serta perkiraan cermat atas arus masuk air yang diharapkan. Hal ini biasanya didasarkan pada observasi sederhana pada lahan selama peristiwa curah hujan serta pengetahuan lokal para pengguna lahan. Penting pula untuk mempertimbangkan jika terdapat kegiatan-kegiatan di hulu yang dapat berdampak pada kualitas air untuk memperkirakan implikasi

pengumpulan air pada daerah hilir. Di negara-negara tertentu mungkin dibutuhkan perizinan untuk membangun struktur pemanenan air. Struktur pemanenan air akan memerlukan pengendalian dan pemeliharaan setelah beberapa peristiwa limpasan signifikan.

Lingkungan yang mendukung: faktor kunci penerapan	
Masukan, material	+++
Insentif, pinjaman	++
Pelatihan dan pendidikan	++
Hak guna air/lahan	+++
Akses menuju pasar untuk masukan dan keluaran	++
Penelitian	++
Kepemilikan asli oleh masyarakat	+++

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah, +/- netral

Kelayakan dan perencanaan: faktor kunci penerapan	
Memperkirakan kuantitas air yang akan dipanen	+++
Memperkirakan kualitas air	+
Memperkirakan kebutuhan air	+
Pengkajian lokasi	+++
Aspek finansial	++
Pengkajian dampak lingkungan	++
Hak guna lahan/air	+++
Hubungan antar tetangga	+++
Keterlibatan masyarakat	+++
aspek sosial dan jender	+
Perizinan pemerintah	+++

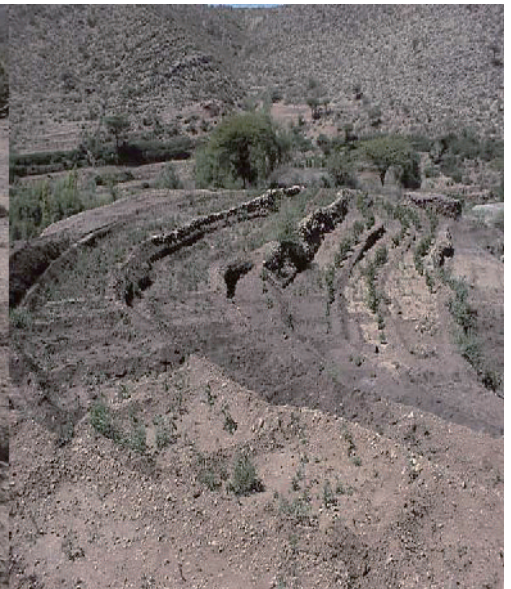
Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah, +/- netral

Contoh: Pentingnya hak guna air

Tidak tersedianya perjanjian yang mengatur hak guna air berpotensi menimbulkan konflik pada daerah irigasi serentetan. Kasus di Konso, Etiopia merupakan salah satu contoh konflik ekstrim antara investor dan petani pastoral yang memakan korban lebih dari 200 jiwa. Hak guna air pada sungai ephemeral serentetan lebih rumit daripada pada sistem menahun karena keadaan ketersediaan air yang berbeda baik dalam satu tahun maupun dari tahun ke tahun. Penggunaan air diatur dengan prinsip-prinsip yang telah disetujui: daerah yang digunakan untuk irigasi, lokasi struktur pengelak, peraturan mengenai pemecahan struktur untuk memungkinkan air mengalir ke daerah hilir (Van Steenberg et al., 2011b).



Planning and upscaling of warping dams in Loess Plateau, Cina. (HP. Liniger)



Pertanian limpasan dan air banjir

Etiopia - *Korbe* (Oromifa)

Pertanian limpasan/banjir yang dikenal dengan nama *Korbe* dalam bahasa lokal merupakan praktik yang melibatkan pengelakan air dari sumber lain untuk menanam sayur, pohon buah, dan tanaman bernilai tinggi pada lahan yang telah dipersiapkan yang disebut *Korbe*.

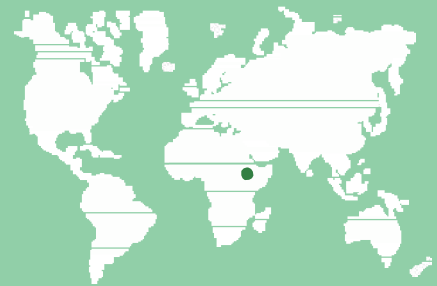
Pertanian limpasan dan air banjir merupakan sistem pengumpulan air tradisional yang membantu mengatasi masalah kelembapan tanah dan gagal panen pada daerah panas dan kering dengan curah hujan yang tidak teratur dan tanah dangkal serta bererosi tinggi: air banjir dan limpasan dari sungai ephemeral, jalan, dan lereng ditangkap melalui tanggul batu dan tanah temporer. Sistem kanal yang digali dengan tangan yang terdiri dari saluran pengelak utama dan saluran sekunder/tersièni membawa dan menyebarkan air tangkapan ke bidang yang telah diolah pada daerah yang datar. Panjang keseluruhan sistem kanal ini antara 200 hingga 2.000 m. Air yang dipanen digunakan untuk mengairi tanaman bernilai tinggi, sayur, dan pohon buah. Bidang yang teririgasi terbagi ke dalam cekungan cekungan persegi yang dibatasi dengan rabung untuk memaksimalkan penyimpanan air dan meminimalkan risiko erosi.

Pengelolaan limpasan dan air banjir membutuhkan persiapan petani untuk melaksanakan tindakan langsung: Saat banjir diperkirakan terjadi pada sungai ephemeral sementara, petani segera menuju daerah pengelak dan mulai mendirikan tanggul di seberang dasar sungai. Setiap petani juga mulai memelihara kanal yang akan mengalirkan air ke bidang mereka. Ketika air mencapai bidang air tersebut kemudian disebarkan melalui banjir atau didistribusikan melalui parit yang dapat dibuka dan ditutup menggunakan peralatan lokal.

Perbandingan antara daerah tangkapan dan daerah produksi adalah 10:1 – 100:1 atau lebih besar. Kanal/parit pengelak dan cekungan untuk penanaman pohon dibangun secara permanen, sedangkan cekungan untuk tanaman tahunan dibangun musiman. Kesuburan tanah ditingkatkan dengan upaya tambahan seperti pemberian kompos dan mulsa. Pemeliharaan seperti perbaikan pada patahan di sepanjang kanal dan parit penyalur air dibutuhkan setiap musim sebelum terjadinya hujan.

Atas kiri: Kanal air banjir utama mengalihkan air ke bidang. (Foto: Daniel Danano)

Atas kanan: Bidang tanaman dipersiapkan untuk banjir. (Foto: Daniel Danano)



Lokasi: Dire Dawa

Kawasan: Harea, Delo Belina, Bishan Bahe

Wilayah teknologi: 10 - 100 km²

Tindakan konservasi: struktural dan agronomis

Tahap intervensi: mitigasi

Asal: dikembangkan melalui inisiatif pengguna lahan, tradisional (>50 tahun yang lalu)

Penggunaan lahan: lahan pertanian

Iklim: semi-tandus, subtropis

Referensi basis data WOCAT: QT ETH037en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Pendekatan terkait: tidak terdokumentasi

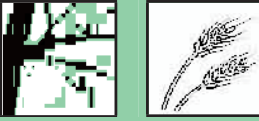


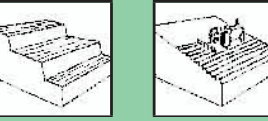




Disusun oleh: Daniel Danano, Kementerian Pertanian dan Pembangunan Perdesaan, Etiopia

Tanggal: 30 Mei 2011


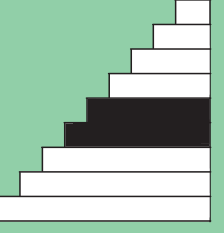





Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan: Kesuburan lahan yang rendah serta penurunan produksi dan curah hujan yang tidak menentu, penggembalaan ternak yang berlebihan pada lereng bukit menyebabkan degradasi berat, interferensi manusia dan ternak pada daerah bidang, penggunaan varietas tanaman berproduksi rendah.

<p>Penggunaan lahan</p>  <p>Tanaman pohon dan belukar (tadah hujan) dan Tanaman tahunan (tadah hujan)</p>	<p>Iklm</p>  <p>semi-tandus, subtropis</p>	<p>Degradasi</p>  <p>kerusakan tanah secara kimia, penurunan kesuburan/penurunan kandungan bahan organik</p>	<p>Tindakan konservasi</p>  <p>struktural: parit bertingkat/saluran air; agronomis: pemberian kompos dan mulsa</p>
<p>Tahap intervensi</p>  <p>Pencegahan, Mitigasi/Reduksi, Rehabilitasi</p>	<p>Asal</p>  <p>Inisiatif pengguna lahan: > 50 tahun lalu, Eksperimen / penelitian, Diperkenalkan secara eksternal</p>	<p>Tingkat pengetahuan teknis</p>  <p>Penasihat pertanian, Pengguna lahan</p>	
<p>Penyebab utama degradasi lahan: Penyebab langsung - alami: curah hujan berat ekstrim, perubahan curah hujan musiman</p>			
<p>Fungsi teknis utama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduksi sudut kemiringan lereng - pengumpulan air / peningkatan pasokan air 	<p>Fungsi teknis sekunder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kendali limpasan terkonsentrasi: menahan/menjebak - peningkatan infiltrasi - penyebaran air 	 <p>Tinggi, Sedang, Rendah, Tidak signifikan</p>	

Lingkungan

<p>Lingkungan Alami</p> <p>Rerata curah hujan tahunan (mm)</p> 	<p>Ketinggian (m d.p.l.)</p> 	<p>Bentuk lahan</p>  <p>Dataran tinggi/dataran, Pungguk bukit, Lereng gunung, Lereng bukit, Kaki lereng, Dasar lembah</p>	<p>Kemiringan (%)</p>  <p>Datar, Landai, Sedang, Bergelombang, Berbukit, Curam, Sangat curam</p>
<p>Kedalaman tanah (cm)</p> 	<p>Musim tanam: 210 hari (April sampai November) Tekstur tanah: kasar / ringan (berpasir) Kesuburan tanah: rendah Bahan organik pada lapisan tanah atas: rendah (<1%) Drainase/infiltrasi tanah: baik</p>		<p>Kapasitas penyimpanan air tanah: rendah Muka air tanah: data tidak tersedia Ketersediaan air permukaan: data tidak tersedia Kualitas air: data tidak tersedia Keaneekaragaman hayati: data tidak tersedia</p>
<p>Toleransi terhadap iklim ekstrim: peningkatan toleransi terhadap kekeringan dan variasi musiman Sensitif terhadap iklim ekstrim: peristiwa banjir ekstrim Jika sensitif, modifikasi yang dilakukan/mungkin dilakukan: data tidak tersedia</p>			

Lingkungan Manusia

Lahan pertanian per rumah tangga (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Pengguna lahan: petani skala kecil yang lebih berkecukupan

Kepadatan penduduk: 150 jiwa/km²

Pertumbuhan penduduk per tahun: 2-3%

Kepemilikan lahan: negara

Hak guna lahan: swasta

Hak guna air: data tidak tersedia

Tingkat kekayaan relatif: sedang

Pentingnya pendapatan luar pertanian: kurang dari 10% dari semua pendapatan; tidak ada perbedaan yang besar yang teramati antara masyarakat berpenghasilan sedang/cukup dan masyarakat miskin pada hal ini.

Akses layanan dan infrastruktur: data tidak tersedia

Orientasi pasar: terutama komersial, sebagian beragam (90% sayur dan buah untuk dijual)

Mekanisasi: tenaga kerja manual

Ternak mengkonsumsi sisa tanaman: data tidak tersedia



Gambar teknis

Bidang dipersiapkan untuk banjir. Cekungan memungkinkan pengendalian banjir pada bidang. (Foto: Daniel Danano)

Penerapan kegiatan, masukan, dan biaya

Kegiatan pembangunan

1. Pembangunan kanal pengelak dengan tanggul lateral, dari sumber limpasan ke bidang. Tanggul distabilkan menggunakan batu – jika memungkinkan (digali dengan tangan pada musim kemarau).
2. Persiapan persemaian sebelum air dialihkan ke bidang: pembangunan cekungan persegi dipisahkan oleh guludan kecil (tinggi 0,3 m; lebar 0,3 m).
3. Mengairi sawah untuk germinasi biji yang lebih baik. Bidang diairi sebelum benih ditanam agar germinasi dapat berlangsung.

Kanal utama: lebar 3-4 m, tinggi 0,5-0,75 m

Kanal sekunder: lebar 2-3 m, tinggi 0,5 m

Kanal tersier: lebar 0,5-1 m

Masukan dan biaya pembangunan per ha

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja (295 HOK)	253	100
Perangkat - peralatan	24	100
Pertanian	106	100
TOTAL	383	100

Kegiatan pemeliharaan/berulang

1. Pengelolaan limpasan Pada intinya merupakan kegiatan penyebaran air ke bidang yang mencakup pembersihan kanal untuk pengaliran air ke bidang.
2. persiapanpersemaian (rekonstruksi cekungan dilakukan setiap musim, sebelum air dialihkan ke bidang).
3. Pemeliharaan/perbaikan rutin kanal pengelak limpasan: penggosokan, pembersihan sedimen/lanau, perbaikan.

Masukan dan biaya pemeliharaan/berulang per ha per tahun

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja (525 HOK)	450	100
Perangkat - peralatan	64	100
Pertanian - benih	300	100
TOTAL	814	100

Keterangan: Biaya pembangunan termasuk konstruksi blok (cekungan irigasi); benih dan bibit.

Biaya pemeliharaan termasuk rekonstruksi blok/persiapan persemaian; benih dan bibit; penyiangan dan budidaya; irigasi; panen. Biaya diperhitungkan dengan asumsi setiap 0,5 ha lahan ditanami pohon buah dan 0,5 ha ditanami sayur. Biaya upah harian tenaga kerja sewaan untuk pelaksanaan SLM adalah US\$ 0,85. Semua biaya dipenuhi oleh pengguna lahan sendiri.

Pengkajian

Dampak Teknologi	
Keuntungan produksi dan sosial-budaya +++ Peningkatan hasil produksi tanaman +++ Peningkatan penghasilan perkebunan +++ Produksi pakan ternak/peningkatan kualitas +++ Peningkatan produksi kayu	Kerugian produksi dan sosial-budaya Tidak ada
Keuntungan sosial-budaya +++ Peningkatan pengetahuan mengenai konservasi/erosi +++ Penguatan institusi masyarakat	Kerugian sosial-budaya tidak ada
Keuntungan ekologis +++ Peningkatan kelembapan tanah +++ Berkurangnya kehilangan tanah +++ Peningkatan kesuburan tanah +++ Peningkatan infiltrasi +++ Berkurangnya limpasan	Kerugian ekologis tidak ada
Keuntungan bagi luar lokasi +++ Berkurangnya banjir ke hilir +++ Peningkatan aliran sungai pada musim kemarau +++ Berkurangnya siltasi hilir	Kerugian bagi luar lokasi Tidak ada
Kontribusi terhadap kesejahteraan/penghidupan manusia Data tidak tersedia	

+++ : tinggi, ++ : sedang, + : rendah

Keuntungan/biaya menurut pengguna lahan	Keuntungan berbanding biaya	
	jangka pendek:	jangka panjang:
	Pembangunan	positif
Pemeliharaan/berulang	sangatpositif	sangatpositif

Keuntungan bersih bernilai positif sejak awal karena peningkatan produksi yang pesat.

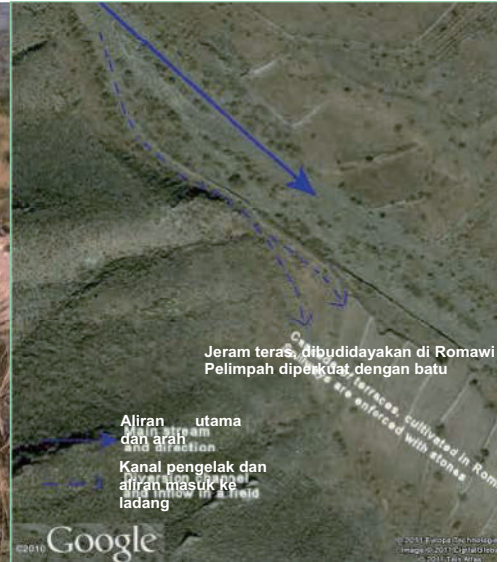
Penerimaan/penerapan: 100% pengguna lahan yang telah menerapkan teknologi ini melaksanakannya dengan sukarela, tanpa insentif apapun kecuali panduan teknis. Terdapat dukungan serta keahlian lokal yang memadai untuk mengembangkan teknologi.

Pernyataan penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan	Kelemahan dan → cara mengatasi
Meningkatkan efek pengganda curah hujan → pemeliharaan rutin pada parit pengelak dan kanal bidang, blok.	Kendala tenaga kerja yang meningkat: pembangunan parit pengelak, persiapan cekungan irigasi, dan penyebaran air limpasan dan pemeliharaan/rekonstruksi struktur rutin memakan banyak tenaga kerja → penyediaan peralatan pertanian yang lebih canggih dapat meningkatkan efisiensi operasi, pengelokaan petani dalam kelompok untuk berbagi tenaga kerja akan mengurangi masalah tenaga kerja; penempatan struktur permanen pada bangunan pengelak utama (beton) dan pengubinan parit untuk meningkatkan kestabilan kanal akan mengurangi kegiatan pemeliharaan.
Persiapan persemaian yang baik meningkatkan germinasi dan → perataan lahan akan diteruskan dan ditingkatkan.	
Pengurangan kehilangan air dengan pemberian mulsa → pemberian mulsa yang efektif mengurangi evapotranspirasi perlu digalakkan.	Kesenjangan sosial: lebih banyak petani berkecukupan yang menerapkan teknologi (akibat biaya yang tinggi) → penyediaan kredit mengatasi masalah keuangan dan pemudahan pasar akan memotivasi pengguna lahan untuk lebih terlibat pada usaha.
Memudahkan pembentukan koperasi dan kerja kelompok → lebih banyak koperasi didirikan dan memperkuat sistem pengelolaannya.	
Peningkatan penghasilan petani (sayur + buah) → varietas buah dan sayur yang lebih beragam diperkenalkan.	
Peningkatan produktivitas lahan → akses ke layanan kredit.	Kehilangan lahan (melalui struktur konservasi) → diimbangi oleh keuntungan produksi yang tinggi.

Referensi utama: Danano, D (2010) Sustainable Land Management Technologies and Approaches in Etiopia .
 (https://www.wocat.net/fileadmin/user_upload/Ethiocat_book.pdf)

Narahubung: Daniel Danano, Kementerian Pertanian dan Pembangunan Perdesaan, Addis Ababa, Etiopia; ethiocat@ethionet.et



Pemanenan air dari limpasan terkonsentrasi untuk tujuan irigasi

Spanyol - *Boqueras* (Bahasa Spanyol)

Pemanenan air dari sungai episodik ke bidang dan teras-teras terdekat selama peristiwa limpasan.

Kekurangan air merupakan salah satu faktor yang paling membatasi keberlanjutan pertanian di sebagian besar daerah di Spanyol Tenggara. Restorasi struktur pengumpulan air tradisional dapat menjadi solusi bagi masalah tersebut. Sebagian besar dari struktur ini digunakan di Spanyol Tenggara pada masa Arab dan Romawi, serta tersebar pula ke Afrika Utara dan Timur Tengah. Sayangnya, di Spanyol saat ini, banyak di antaranya yang terabaikan dan terlupakan. Teknologi guludan yang terbuat dari tanah atau batu berfungsi mengelakkan air banjir dari sungai episodik ke lahan budidaya yang ditanami almond atau sereal. Untuk sementara, air yang dialirkan akan membanjiri bidang sehingga mengairi tanaman. Tergantung pada kemiringan lereng dan jumlah air yang dipanen, bidang diatur sebagai teras-teras tunggal atau sebagai undakan teras. Pada bidang dengan kemiringan di atas 3%, adanya teras penting untuk mengurangi kemiringan dan mempertahankan air banjir selama mungkin. Air dialihkan dari satu teras ke teras berikutnya melalui pelimpah kecil pada teras. Pelimpah-pelimpah ini diperkuat dengan batu untuk mencegah pembentukan parit di pinggir sungai. Tambahan air permukaan dapat menggandakan hasil produksi almond. Penggunaan struktur pemanenan air ini hanya mungkin dilakukan dalam kondisi lingkungan dan topografis tertentu. Lahan cocok tanam harus pada jarak yang cukup pendek dari sungai episodik (<~50m), dan sungai harus memiliki hulu yang cukup luas untuk memasok air limpasan dalam jumlah yang cukup selama hujan berlangsung. Dengan sistem ini, air dapat dipanen hingga 8 kali setiap tahun, terutama pada musim semi dan musim gugur selama peristiwa berintensitas curah hujan tinggi. Sistem *Boquera* yang dirancang dengan baik mampu menyediakan hingga 550 mm tambahan air, pada daerah dengan rata-rata curah hujan tahunan 300 mm.

Teknologi ini bertujuan meningkatkan produksi tanaman. Selain itu, struktur ini juga membantu mengurangi intensitas banjir dan kerusakan akibat banjir dengan cara mengurangi volume limpasan pada sungai episodik.

Pengumpulan air memerlukan identifikasi lokasi yang tepat untuk pembangunan struktur pengelak. Untuk itu dibutuhkan pengkajian perkiraan aliran masuk air dan berdasarkan pengetahuan lokal pengguna lahan. Namun penting pula untuk mempertimbangkan jika terdapat kegiatan di hulu yang dapat mempengaruhi kualitas air (seperti hewan ternak) dan untuk mengkaji implikasi pengumpulan air pada daerah hilir. Diperlukan perizinan dari pihak berwenang sebelum membangun struktur pemanenan air. Struktur tersebut dibangun dengan membuat guludan kecil (setinggi <1m) di tengah atau samping sungai. Tergantung pada ukurannya, guludan dapat dibangun menggunakan sekop atau traktor. Struktur pemanenan air akan memerlukan pengendalian dan pemeliharaan setelah beberapa peristiwa limpasan signifikan. Jika diperkuat dengan beton, pemeliharaan akan menurun hingga kira-kira sekali dalam 5 tahun.

Tanah umumnya berkedalaman dangkal hingga sedang (20-60) dengan kemiringan landai hingga sedang (5-15%). Iklim semi-tandus dengan rata-rata curah hujan per tahun sekitar 300 mm. Kekeringan yang terjadi di musim panas biasanya berlangsung selama lebih dari 4-5 bulan. Tingkat evapotranspirasi potensial tahunan yang lebih dari 1000 mm adalah hal yang biasa.

Atas kiri: Air mengalir melalui sistem kanal tradisional (*acequia*) menuju teras almond. (Foto: Joris de Vente)
Atas kanan: Tampilan udara suatu sistem pengumpulan air tradisional (*boquera*) di Spanyol Tenggara. (Foto: Google)



Lokasi: Daerah tangkapan Guadalentín

Kawasan: Murcia

Wilayah teknologi: < 0,1 km²

Tindakan konservasi: struktural

Tahap intervensi: pencegahan degradasi lahan, mitigasi/reduksi degradasi lahan

Asal: dikembangkan melalui inisiatif pengguna lahan, tradisional (>50 tahun yang lalu)

Penggunaan lahan: lahan pertanian

Iklim: semi-tandus, subtropis

Referensi basis data WOCAT: QT SPA004en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Pendekatan terkait: tidak terdokumentasi

Disusun oleh: Joris de Vente, EEZA-CSIC, Spanyol

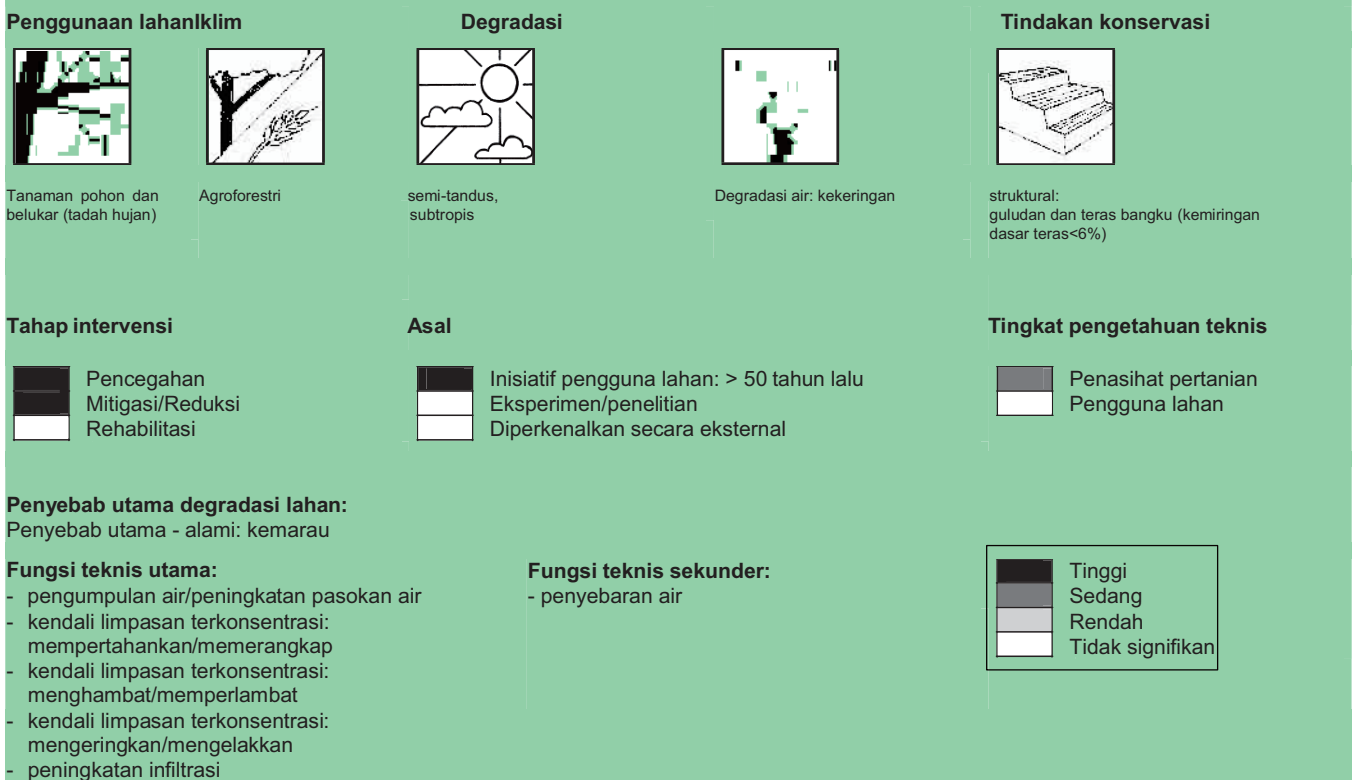
Tanggal: 12 Juni 2008, diperbarui 1 Juli 2011



Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan:

Kurangnya air untuk irigasi tanaman membatasi jenis tanaman yang dapat ditanam serta membatasi produksi tanaman pada pertanian lahan kering. Kekurangan persediaan air sangat membatasi potensi produksi tanah dan menyebabkan rendahnya vegetasi/tanaman penutup tanah. Tingkat erosi tanah yang cukup tinggi menyebabkan berbagai masalah luar lokasi (seperti: banjir, siltasi waduk) dan masalah pada lokasi (contoh: pembentukan parit dan hilangnya kedalaman tanah).



Lingkungan



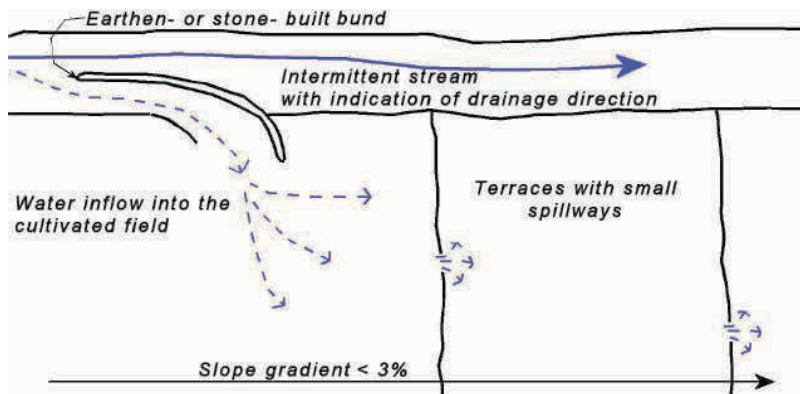
Lingkungan Manusia

Lahan pertanian per rumah tangga (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Pengguna lahan: perorangan dan pengguna lahan skala kecil biasa, terutama laki-laki
Kepadatan penduduk: 10-50 jiwa/km²
Pertumbuhan penduduk per tahun: < 0,5%
Kepemilikan lahan: perorangan, hak milik
Hak guna lahan: perorangan (sebagian besar lahan milik pribadi). Sungai bukan milik pribadi. Karena itu perizinan diperlukan untuk membangun struktur pemanenan air. Beberapa lahan semak atau hutan dimiliki oleh pemerintah.
Hak guna air: perorangan. Hak guna air disediakan dan dikendalikan oleh otoritas air pada daerah aliran sungai Segura (CHS).
Tingkat kekayaan relatif: sedang, mewakili 80% pengguna lahan; 75% dari total luas lahan rata-rata dimiliki oleh pengguna lahan.

Pentingnya pendapatan luar pertanian: >50% dari seluruh pendapatan tidak terdapat perbedaan antara masyarakat yang menerapkan teknologi dan yang tidak. Sebagian besar petani memiliki pendapatan dari luar pertanian seperti berburu, bekerja di pabrik atau kantor.
Akses layanan dan infrastruktur: Sedang: lapangan kerja, tenaga; Tinggi: kesehatan, pendidikan, dukungan teknis, pasar, jalan dan transportasi, air minum dan sanitasi, layanan keuangan
Orientasi pasar: komersial/pasar
Mekanisasi: termekanisasi
Ternak mengkonsumsi sisa tanaman: ya



Gambar teknis

sketsa struktur pemanenan air yang terdiri dari guludan tanah atau batu yang mengelakkan air ke dalam lahan pertanian. Beberapa teras dibangun di bidang untuk mengurangi kemiringan lereng dan menjaga air agar berada lebih lama di dalam bidang untuk memungkinkan infiltrasi maksimal. Tergantung pada perkiraan aliran masuk air, pelimpah dapat dibuat pada tiap teras untuk mencegah kelebihan konsentrasi aliran pada tiap pelimpah. (Joris de Vente)

Penerapan kegiatan, masukan, dan biaya

Kegiatan pembangunan

1. Pembangunan guludan (bendungan)

Masukan dan biaya pembangunan per ha

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja	150	100
Perangkat - penggunaan mesin	350	100
Material bangunan - beton	400	100
TOTAL	900	100

Kegiatan pemeliharaan/berulang

1. Restorasi guludan

Masukan dan biaya pemeliharaan/berulang per ha per tahun

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja	4	100
Perangkat - penggunaan mesin	12	100
Material bangunan - beton	25	100
TOTAL	41	100

Keterangan: Biaya tenaga kerja dan harga beton merupakan faktor yang paling mempengaruhi biaya. Indikasi biaya berdasarkan asumsi panjang guludan dengan dimensi 5x1x1 meter. Dibutuhkan pemeliharaan setiap 5 tahun sekali, sehingga biaya tahunan adalah total biaya dibagi 5. Tarif upah setempat adalah US\$ 79/hari (harga untuk musim semi 2008).

Pengkajian

Dampak Teknologi

Keuntungan produksi dan sosial-budaya

- +++ Peningkatan hasil produksi tanaman
- +++ Peningkatan penghasilan perkebunan
- ++ Peningkatan ketersediaan/kualitas air irigasi
- + Penurunan risiko gagal panen

Kerugian produksi dan sosial-budaya

- + Penurunan biaya untuk pertanian

Keuntungan sosial-budaya

- ++ Peningkatan pengetahuan mengenai konservasi/erosi

Kerugian sosial-budaya

- + Meningkatnya konflik akibat dampak pada hilir

Keuntungan ekologis

- ++ Peningkatan panen/pengumpulan air
- + Peningkatan kuantitas air
- + Peningkatan kelembapan tanah
- + Penurunan limpasan permukaan
- + Peningkatan sisa drainase air
- + Resapan akuifer muka air tanah

Kerugian ekologis

tidak ada

Keuntungan bagi luar lokasi

- + Penurunan banjir ke hilir
- + Penurunan kerusakan pada prasarana umum/pribadi

Kerugian bagi luar lokasi

Tidak ada

Kontribusi terhadap kesejahteraan/penghidupan manusia

+ Saat sebagian besar struktur-struktur tersebut masih beroperasi pada masa Arab dan Romawi, produksi meningkat secara signifikan. Saat ini sebagian besar struktur ditinggalkan. Namun struktur yang masih beroperasi tetap membawa peningkatan pada produksi tanaman.

+++ : tinggi, ++ : sedang, + : rendah

Keuntungan/biaya menurut pengguna lahan

	Keuntungan berbanding biaya	jangka pendek:	jangka panjang:
Pembangunan		negatif	positif
Pemeliharaan/berulang		positif	positif

Penerapan teknologi relatif mahal. Setelah dibangun, biaya pemeliharaan tidak tinggi dan terkompensasi oleh produktivitas yang lebih tinggi.

Penerimaan/penerapan: 100% keluarga pengguna lahan telah menerapkan teknologi ini dengan sukarela. Tidak terdapat kecenderungan (yang meningkat) terhadap penerapan spontan teknologi ini. Sebagian besar teknologi ini terlupakan dan tidak diterapkan atau dipertahankan lagi.

Pernyataan penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan

Teknologi ini sangat efektif untuk meningkatkan ketersediaan air bagi produksi tanaman sehingga meningkatkan hasil panen dan pendapatan → penyimpanan air panen sementara pada *cistern* digunakan untuk irigasi menggunakan irigasi tetes (*drip irrigation*) saat dibutuhkan.

Teknologi ini memanfaatkan air banjir yang hilang karena sifat yang tidak menentu dan durasi pendek aliran → menemukan lokasi yang optimal untuk struktur pengumpulan air menggunakan pendekatan pemodelan.

Kelemahan dan → cara mengatasi

Biaya penerapan cukup tinggi jika guludan dibuat dari beton → penggunaan material murah yang tersedia secara gratis (batuan dari lahan). Namun, penting untuk membuat struktur sekuat mungkin untuk mengatasi peristiwa banjir.

Air yang disediakan oleh teknik ini terutama diterapkan pada pertanian tadah hujan berskala kecil dan menengah. Pertanian dengan irigasi intensif membutuhkan lebih banyak air dan membutuhkan jaminan air hanya dari peristiwa banjir → pertanian dengan irigasi yang intensif mungkin menggunakan teknologi ini sebagai sumber air tambahan dan mungkin dapat menyimpan air panen pada *cistern* untuk penggunaan saat dibutuhkan

Petani menganggap ini cukup mahal untuk diterapkan dan tidak terdapat jaminan air karena ini tergantung pada peristiwa curah hujan → **subsidi mungkin dapat membantu pemasangan struktur ini** bila memungkinkan, sehingga dibutuhkan pengkajian yang baik mengenai volume aliran masuk air sebelum pembangunan.

Referensi utama: Frot, E., van Wesemael, B., Benet, A.S. dan House, M.A., 2008. Water harvesting potential in function of hillslope characteristics: A case study from the Sierra de Gador (Almeria province, south-east Spain). *Journal of Arid Environments*, 72(7): 1213-1231
Narahubung: Joris de Vente, EEZA-CSIC, Joris@sustainable-ecosystems.org

PENGUMPULAN AIR TAMPUNGAN MAKRO



Waduk kecil, Suriah. (Oweis, 2009)

Ringkasan

Uraian singkat

Sistem pengumpulan air tampungan makro (PAMakro) biasanya terdiri dari empat komponen: daerah tangkapan air, sistem pembawa limpasan, sistem penyimpanan, dan area penerapan. Di daerah tangkapan air, limpasan air hujan dikumpulkan dari permukaan padat, termasuk lereng bukit, jalan, daerah berbatu, padang rumput untuk penggembalaan terbuka, lahan budidaya dan lahan tidur, serta lereng alami. Sebagian besar praktik PAMakro terdiri dari daerah tangkapan seluas kurang dari 2 ha, dalam beberapa kasus, limpasan dikumpulkan dari daerah tangkapan seluas 200 ha. Limpasan tersebut dialirkan melalui permukaan tanah, selokan, parit atau saluran aliran atau dialihkan ke lahan budidaya (tempat air disimpan di dalam tanah) atau menuju fasilitas penyimpanan yang dirancang khusus. Di tempat-tempat tersebut, limpasan yang terkonsentrasi secara langsung dialihkan menuju lahan, lahan penerapan serupa dengan tempat penyimpanan, sehingga tanaman dapat langsung menggunakan air tanah yang terakumulasi. Area penerapan atau lahan tanam berada pada daerah berteras atau permukaan datar. Rasio tangkapan dan lahan penerapan (biasanya lahan budidaya) bervariasi antara 10:1 dan 100:1. Pada kasus kedua, berbagai rancangan sistem penyimpanan yang menyimpan air hingga siap digunakan dapat terletak berdekatan atau jauh dari fasilitas penyimpanan (menggunakan sistem pembawa). Klasifikasi teknologi menjadi PABanjir atau PAMakro tidak selalu mudah, tergantung pada ukuran tangkapan (PABanjir > PAMakro), ukuran peristiwa curah hujan (PABanjir > PAMakro), dan konsentrasi / ukuran limpasan yang tersumbat (pemanenan PABanjir panen dari aliran saluran, PAMakro mengumpulkan aliran lembar dan selokan serta aliran saluran jarak pendek).

Penyimpanan air dan tujuannya

Air yang tersimpan di dalam tanah langsung dimanfaatkan bagi tanaman dan tanaman budidaya untuk memperpanjang musim tanam dan menjembatani masa kering panjang sehingga memungkinkan produksi dan hasil tanaman tanpa membutuhkan sistem irigasi. Rancangan fasilitas penyimpanan mencakup berbagai struktur terbuka atau tertutup. Penyimpanan terbuka termasuk kolam pertanian dan berbagai jenis bendungan (biasanya bendungan tanah). Struktur tertutup termasuk bendungan air bawah dan tangki atau waduk di atas dan bawah tanah. Umumnya, struktur penyimpanan tersebut memiliki fungsi serbaguna, dengan prioritas pada konsumsi rumah tangga dan ternak. Selama masa kering panjang, terkadang air digunakan untuk irigasi suplemen.

Peningkatan ketersediaan air	
Air minum (kualitas tinggi)	+
Penggunaan rumah tangga	++
Ternak menetap	++
Ternak pastoral	+++
Pertanian tadah hujan	++
Irigasi oportunistik	+
Irigasi tambahan/suplemen	+++
Irigasi tanaman di halaman belakang/ kebun dapur	++
Pengisian ulang akuifer	++

Sasaran masalah pembangunan	
Mencegah / memulihkan degradasi lahan	++
Memelihara dan meningkatkan ketahanan pangan	+++
Mengurangi kemiskinan di daerah perdesaan	++
Menciptakan lapangan kerja di daerah perdesaan	++
Mendukung kesetaraan gender/kelompok marjinal	+
Mengurangi risiko kegagalan produksi	++
Meningkatkan produksi tanaman (termasuk tanaman buah)	+++
Meningkatkan produksi pakan ternak	++
Meningkatkan produksi kayu/serat	++
Meningkatkan produktivitas air	++
Menangkap sedimen dan nutrisi	+++
Meningkatkan keanekaragaman hayati	+++
Pencegahan/ mitigasi bencana alam	++
Mitigasi perubahan iklim	++

Teknologi yang umum digunakan

Yaitu: sistem limpasan/saluran bukit; gulu dan (tanah atau batu) berbentuk setengah lingkaran atau trapesium besar; sistem limpasan jalan dan penyimpanan air permukaan terbuka pada bendungan, kolam dan danau kering; bendungan air tanah (bendungan di bawah permukaan, pasir, dan perkolasi); tangki (*cistern*) di permukaan atau bawah tanah; sumur horisontal dan suntik.

Penerapan

Penerapan PAMakro dilakukan di daerah tandus, semi-tandus hingga zona sub-lembap karena pentingnya penyimpanan air untuk menjembatani musim kemarau atau untuk mengurangi dampak masa kering panjang. Sistem ini biasanya diterapkan pada cekungan alam atau buatan, ataupun pada dasar sungai ephemeral. PAMakro diperlukan di daerah dengan musim kemarau panjang dan curah hujan yang sangat berfluktuasi dari waktu ke waktu.

Adaptasi perubahan iklim	
Ketahanan terhadap kondisi kering ekstrim	++
Ketahanan terhadap curah hujan yang beragam	+++
Ketahanan terhadap hujan dan angin badai ekstrim	++
Ketahanan terhadap peningkatan suhu dan penguapan	++

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang + rendah +/- netral

Ketahanan terhadap keragaman iklim

Sistem PAMakro tahan terhadap perubahan iklim setidaknya bila terdapat curah hujan dan limpasan. Kekeringan yang terjadi selama beberapa tahun berturut-turut selalu menimbulkan masalah, bergantung pada ukuran sistem penyimpanan: kekeringan panjang tersebut dapat menyebabkan kegagalan pen gisian waduk. Selama masa kering pendek sistem PAMakro memberikan pilihan adaptasi bagi pengguna lahan dengan menggunakan simpanan air untuk irigasi tambahan.

Keuntungan utama

- Peningkatan hasil panen.
- Peningkatan akses air sepanjang tahun untuk konsumsi rumah tangga dan ternak, serta untuk irigasi tambahan.
- Mengurangi risiko kegagalan panen dengan menjembatani periode kering berkepanjangan dan membantu ketahanan pangan dan adaptasi perubahan iklim.
- Mengurangi kerusakan akibat erosi tanah dan banjir dengan menyimpan kelebihan air limpasan.

Kerugian utama

- Kolam air hujan terbuka dan dangkal dan bendungan dapat mengering setelah musim hujan akibat kehilangan air melalui perembesan (kecuali untuk tampungan batu dan bendungan pasir) dan penguapan.
- Risiko kesehatan: struktur penyimpanan terbuka dapat terkontaminasi oleh hewan dan dapat menjadi tempat berkembangbiakan serangga pembawa penyakit. Bendungan pasir sering terkontaminasi karena tidak terlindung dari hewan.

Rasio Keuntungan-biaya

Teknologi	Jangka Pendek	Jangka Panjang
Dasar sungai cekung (<i>doh</i>) ¹ /+	-	+++
Bendungan tanah ¹ -	-	+++
Tangki bawah tanah ² +	+	+++
Keseluruhan ³ -	-	+++

-- sangat negatif; - negatif; - cukup negatif; -/+ netral; + cukup positif; ++ positif; +++ sangat positif

¹ (Liniger dan Critchley, 2007), ² (Wu et al., 2009), ³ (WOCAT, 2012)

Dibandingkan dengan PAMikro, biaya untuk fasilitas penyimpanan sangat besar, termasuk penggalian dan bahan (semen, tanah liat, lembaran plastik dll). Untuk sistem penyimpanan, pilihan bahan segel sangat mempengaruhi biaya pemeliharaan dan kinerja

Penerapan dan peningkatan

Mengetahui kendala dan kegagalan skema irigasi skala besar, irigasi tambahan skala kecil terdesentralisasi semakin sering digunakan untuk mendukung pertanian tadah hujan. PAMakro menyediakan pasokan air minum dan air irigasi yang efisien dan berbiaya murah. Karena sistem PAMakro beroperasi dalam skala anak sungai, masalah penting yang harus dibenahi adalah kepemilikan, pemerintah daerah, dan kepemilikan lahan/sumber daya.



Saluran lereng bukit untuk produksi sereal ia, Suriah. (HP. Liniger)



Kolam pertanian di India (HP. Liniger).



Pembangunan bendungan pengumpulan air kecil, Brasil (www.smallreservoirs.org)



Kolam bendungan pengendali untuk reklamasi parit pada lereng yang landai dan resapan air tanah (HP. Liniger)

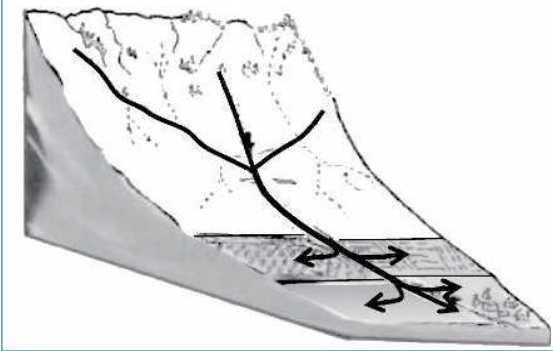


Cistern tradisional di Mesir. (T. Oweis)

Teknologi

Penyimpanan air dalam tanah

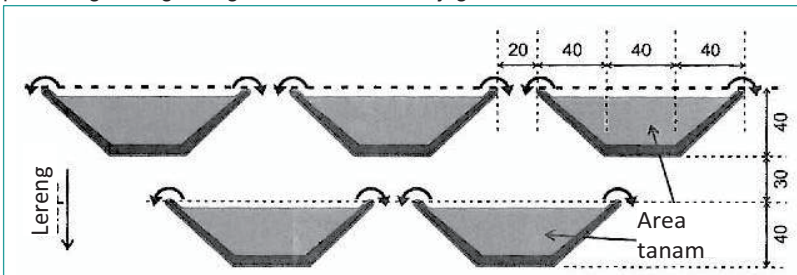
Limpasan/saluran lereng bukit: saluran kecil mengarahkan dan memusatkan air limpasan pada lereng (>10%) dan mengirimkannya ke bidang datar di kaki lereng (0%-10%). Bidang tersebut diratakan dan dikelilingi oleh dinding/guludan pengurung dengan pelimpah untuk mengalirkan kelebihan air menuju lahan di hilir. Setelah semua bidang dalam banjar-banjar tersebut diisi, air akan mengalir kembali dengan aliran air alami. Rasio daerah tangkapan dan daerah penerapan (C:A) umumnya berbanding 10:1-100:1, hingga mencapai 175:1. Melalui sistem ini, limpasan air hujan dari perbukitan atau pegunungan gundul atau jarang ditumbuhi tanaman dapat dikumpulkan. Sistem ini banyak ditemukan pada bukit semi-tandus atau daerah pegunungan dengan curah hujan tahunan 100-600 mm. Teknologi dapat diterapkan untuk berbagai tanaman dan buah-buahan terutama yang tahan genangan air. Di Pakistan sistem ini disebut *syalaba/sailaba*, di Somalia disebut *caag*, dan di Turkmenistan disebut budidaya *takyr*.



Sistem limpasan lereng bukit (Prinz, 2011)

Limnan adalah teknologi reklamasi kaki bukit. **Limnan** adalah struktur tunggal pada kaki lereng panjang (1-10%), yang terdiri dari guludan setinggi 1-3 m di sekitar area tanam. Ukuran area tanam bervariasi antara 0,1-0,5 ha, sedangkan luas daerah tangkapan bisa mencapai 200 ha. Teknologi ini ditemukan di daerah bercurah hujan rendah 100 mm dengan kejadian curah hujan tahunan sangat jarang. Sistem ini digunakan pada pohon buah dan hutan dan tanaman budidaya yang tahan terhadap genangan air serta dapat bertahan pada musim kering (contoh tanaman budidaya: sorgum, kacang tunggak). Di Israel, pohon yang banyak ditanam pada **limnan** adalah eukaliptus, tamariska, akasia, mesquite (*Prosopis*), pistachio, carob, dan kurma.

Guludan setengah lingkaran besar atau trapesium terdiri dari tanah pematang yang menghadap ke atas lereng dan dibangun dalam baris panjang bertingkat. Struktur ini memanen air limpasan dari daerah tangkapan eksternal di lereng bagian atas dan digunakan untuk tanaman menahun dan tahunan serta padang rumput. Satu pematang trapesium terdiri dari guludan dasar, terhubung pada dua guludan sisi bersudut sekitar 135° dengan jarak antar ujung 10-100 m. Luapan air dibuang melalui ujung-ujung guludan sisi. Sayap guludan sisi sebaiknya diperkuat dengan batu. Seringkali guludan ini dibuat menggunakan mesin. Secara keseluruhan area ini bisa mencapai 1 hektar (C:A 15:1-100:1). Teknologi ini sesuai untuk daerah dengan curah hujan tahunan 200-400 mm. Tanaman budidaya ditanam ketika air yang tertangkap pada di daerah tertutup menyurut. Teknologi ini relatif baru. Guludan setengah lingkaran sesuai untuk daerah dengan curah hujan tahunan 400 mm sehingga rasio C:A berkisar antara 15:1-40:1. Di Tunisia, pematang setengah lingkaran besar disebut juga **tabia**.



Tata letak guludan berbentuk trapesium besar. Dimensi dalam meter (Oweis et al., 2012 disadur dari Critchley dan Siegert, 1991).



Rekonstruksi dan sistem saluran bukit kuno di wadi Advat/Negev, Israel (D. Prinz)

Pemanenan Air Tangkapan Makro



Pengelakan air limpasan dari sumber-sumber berbeda untuk penanaman tanaman bernilai tinggi seperti sayur dan pohonab diterapkan di Etiopia dan dikenal sebagai korbe. (D. Danan)

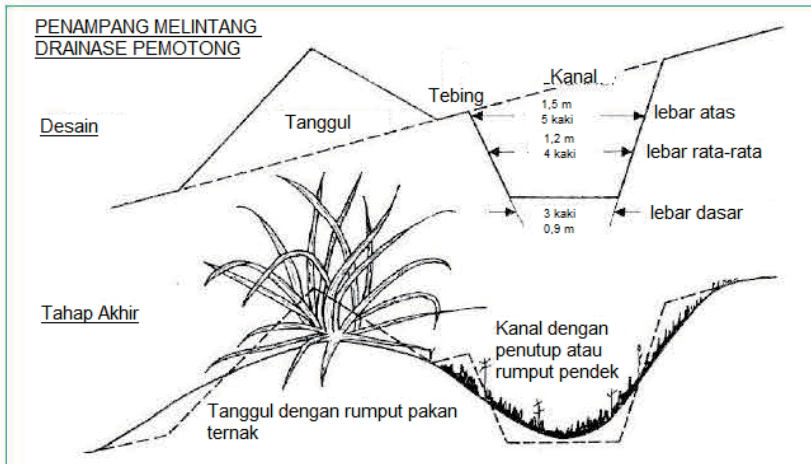


Sistem limpasan lereng bukit, Rajastan India. (HP. Liniger)



Tampilan bidang ditingkatkan melalui penerapan tabias setengah lingkaran di Tunisia. (H. Taamalla)

Drainase pemotong: Drainase pemotong secara aman membuang air limpasan menuju saluran air. Dari sini air tersebut mengalir baik ke dalam sistem drainase alami atau dipanen dalam fasilitas penyimpanan untuk penggunaan lebih lanjut. Drainase pemotong digali sepanjang lereng untuk memintas limpasan permukaan dan mengalirkannya dengan aman menuju saluran keluar seperti kanal atau sungai. Tanah galian ditimbun di punggung bukit di bawah parit untuk melindungi tanggul terhadap limpasan. Cara ini sesuai untuk semua pemanfaatan lahan; tetapi sering dibangun di antara lereng atau pemanfaatan lahan yang berbeda. Drainase pemotong terutama digunakan untuk melindungi lahan budidaya bangunan, dan jalan dari limpasan yang tidak terkendali, serta untuk mengelakkan air dari ujung jurang. Di daerah kering sistem ini berfungsi sebagai saluran resapan dan tampungan air.



Penampang melintang drainase pemotong (Jaetzold dan Schmidt, 1983).

Fasilitas penyimpanan air

Penyimpanan permukaan

Kolam terbuka atau danau kering

Istilah kolam dan danau kering sering digunakan bergantian; namun, secara umum istilah danau kering mendeskripsikan struktur yang digunakan oleh penggembala sementara kolam digunakan oleh petani. Struktur-struktur ini menyimpan limpasan yang dikumpulkan dari lereng bukit, padang rumput, sungai alami, parit, jalan, jalan setapak, atau jalan ternak. Air yang ditampung biasanya berkurang akibat rembesan dan penguapan.

Danau kering alami Membentuk cekungan yang mengakumulasi air hujan selama musim hujan tanpa saluran keluar. Struktur ini disesuaikan dimanfaatkan untuk minum ternak meskipun beberapa orang masih menggunakannya untuk kebutuhan rumah tangga. Di Afrika Barat danau ini dikenal sebagai *mare naturelle*.

Kolam galian terdiri dari beberapa ukuran; ukuran 200-500 m³ digunakan untuk rumah tangga, ukuran hingga 10.000 m³ untuk penggunaan masyarakat. Kolam ini pada mulanya dibangun dengan kapasitas kecil dan diperluas secara bertahap. Contoh terkenal lainnya adalah *hafir/hafir* yang terdiri dari perluasan galian cekungan alami di savana di Sudan, atau *lacs collinaires* di Aljazair, *madgen* di Maroko, *deeg* di Senegal, kolam *charco* di lahan kering Tanzania, *khak* di Turkmenistan, atau *mahafur* di Arab barat laut (Arab Saudi) yang biasanya digunakan untuk konsumsi ternak. *Hafir* secara tradisional dikembangkan dan dikelola sebagai kolam minum ternak, saat ini *hafir* juga dapat berfungsi sebagai penyedia air irigasi atau air minum terutama jika tidak terdapat sumber air lainnya. Untuk mengurangi rembesan dasar kolam dapat dipadatkan atau dilapisi dengan batu, beton, atau lembaran plastik yang tahan lama. Di Cina barat daya, air dikumpulkan dari sungai kecil pada musim hujan dan disimpan dalam kolam kecil untuk mengairi tanaman tebu, murbei, dan tembakau. Setelah kolam hulu penuh, air mengalir ke kolam hilir berikutnya dan seterusnya.

Waduk/tangki budidaya terletak di atas struktur retensi air tanah. Tangki dibangun di lereng landai (1-10%) dengan menggali tanah dan/atau membangun guludan (waduk). Dalam sistem ini air yang dikumpulkan akan diarahkan dari tangki ke bidang yang lebih rendah atau ke dalam tangki bawah tanah atau sumur dangkal untuk irigasi (C:A Rasio 10:1-100:1). Jika air waduk telah digunakan, wadukan menjadi lahan budidaya menggunakan kelembapan residu tanah. Sistem ini sesuai untuk daerah dengan curah hujan tahunan 150-600 mm. Sistem ini biasa disebut *khadin* dan *ahar* di India dan Sri Lanka, *gawan* di Somalia, *khuskaba* di Pakistan atau *teras* di Sudan. Di India pada akhir musim hujan, sisa air pada tangki dikosongkan menggunakan pelimpah dan pintu air untuk budidaya gandum dan kacang arab menggunakan kelembapan yang tersisa. *Ahar* biasa dibangun berderetan. Masalah utama yang dihadapi adalah pendangkalan (siltasi) daerah budidaya pada area rawan erosi.



Air danau kering di Haiti. (J. Zähringer)



Danau kering alami pada dasar sebuah tangki kering di Embu, Kenya. (HP. Liniger)

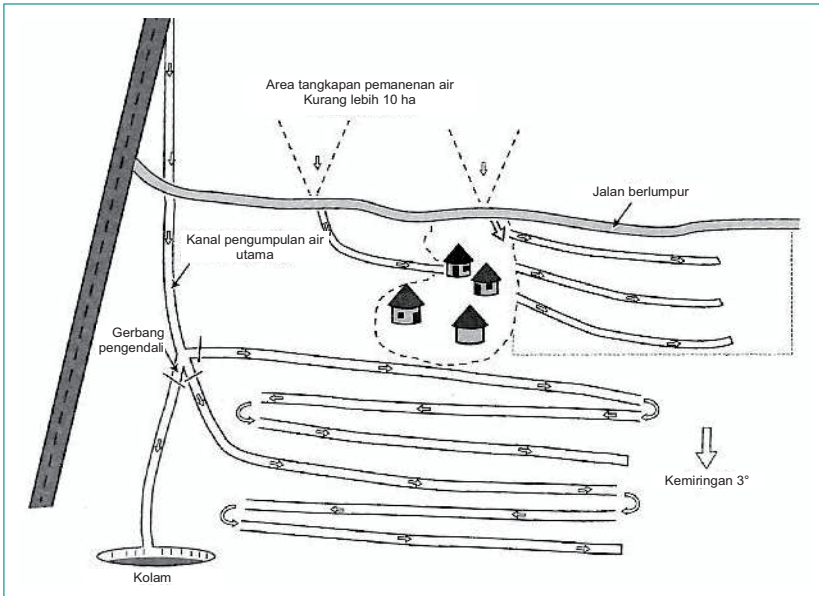
Contoh: Hafir untuk konsumsi ternak di Sudan

Hafir adalah tangki/waduk berbentuk persegi panjang atau setengah lingkaran yang digunakan untuk penyimpanan air bagi manusia dan ternak. *Hafir* sangat populer di Sudan dan Sudan Selatan, dengan variasi ukuran antara 15.000 m³-100.000 m³. Baru-baru ini, berbagai upaya telah dilakukan untuk menetapkan ukuran yang sama yaitu 30.000 m³ di Sudan dan antara 10.000 m³ hingga 30.000 m³ di Sudan Selatan. *Hafir* membutuhkan pemagaran dan perlindungan untuk meminimalkan dampak polusi dan kebersihan. Suatu 'hafir yang baik' adalah *hafir* dengan sistem pengolahan air yang menyediakan air minum terutama untuk konsumsi manusia.



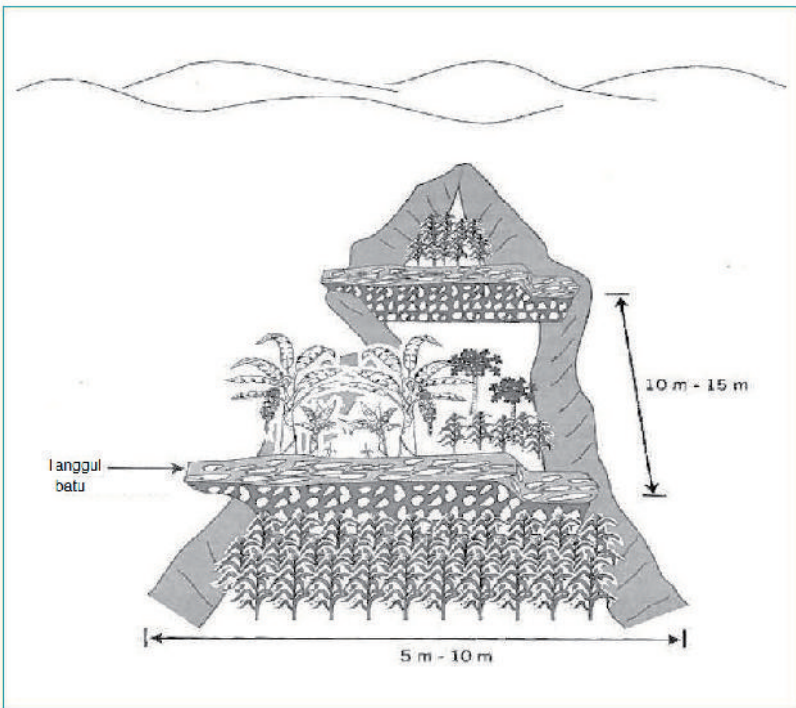
Galian kolam (sistem hafir yang baik) dengan pompa air dan tangki sedimentasi. (Departemen Sumber Daya Air dan Irigasi Sudan dan Sudan Selatan, 2009)

Limpasan jalan: limpasan lebar dan selokan, yang dihasilkan dari permukaan jalan yang dipadatkan, atau aliran saluran melalui gorong gorong, dialihkan secara langsung menuju lahan pertanian, atau ke struktur penyimpanan, misalnya kolam. Air yang dialihkan langsung menuju ladang dapat menyebar melalui saluran retikulasi, dan tanah berfungsi sebagai fasilitas penyimpanan. Air limpasan yang ditampung di kolam kemudian dipompa keluar dan digunakan untuk irigasi tambahan: sistem ini lebih banyak digunakan pada tanaman hortikultura bernilai tinggi. Kebanyakan sistem limpasan jalan bersifat tradisional, telah dikembangkan oleh pengguna lahan sendiri.



Rencana sistem pemanenan air limpasan jalan, distrik Mwingi, Kenya (Mutunga dan Critchley, 2001).

Bangunan pengendali jurang dan/atau parit produktif: pengendalian parit menggunakan bendungan pengendali dari batu atau tanah atau hambatan vegetatif menyebabkan pengendapan sedimen subur dan bahan organik, serta pengumpulan air saat curah hujan tinggi. Parit tersebut dapat ditanami dengan berbagai tanaman seperti tanaman tahunan/pohon buah, dan rumput pakan ternak. Terlepas dari peningkatan produktivitas, segala kemungkinan melebarnya parit dan hilangnya lahan dapat termitigasi.



Tanggul batu memperlambat limpasan, mendorong sedimentasi yang kaya bahan organik dan memberikan kelembapan dan kesuburan pada dasar parit, sesuai untuk produksi tanaman. Pisang, pepaya, dan tanaman tahunan ditanam di antara pengendali batu (Mutunga dan Critchley, 2001)



Sistem pemanenan limpasan jalan dengan menggunakan tangkapan makro dan mikro di Etiopia. (HP. Liniger)



Reklamasi parit di Faizabad Tajikistan. (HP. Liniger)

Contoh: Reklamasi parit di Kenya

Di Kenyabagian timur, parit distabilkan dengan bendungan pengendali tanah atau batu oleh seorang petani inovator: Mwaniki Mutembei. Terdapat pula beberapa contoh inisiatif lokal serupa.

Bendungan pengendali dibangun dengan tinggi i sekitar 1 m dan jarak antar bendungan kurang lebih 10 m di dalam parit. Rumput Makarikari (*Panicum coloratum* var. *Makarikariensis*) membantu menstabilkan bendungan pengendali, sedangkan pisang dan pepaya ditanam di antara wilayah rehabilitasi. Saat hujan turun, limpasan yang dihasilkan dari bidang hulu mengalir ke bawah dan diperlambat oleh bendungan pengendali.

Limpasan melewati setiap tanggul, mengisi dan mengalir melalui bagian tertutup pada dasar parit. Sedimen subur dan kotoran kambing terjebak di dalamnya. Sisa air limpasan mengalir ke bendungan pengendali kedua, kemudian melalui bendungan berteras kedua, dan seterusnya. Dengan demikian parit akan pulih secara perlahan dan menumbuhkan vegetasi. Namun, pemeliharaan rutin manual untuk perbaikan bagian yang rusak dari waktu ke waktu tetap diperlukan (Mutunga dan Critchley, 2001; WOCAT 2012).



'Taman Parit' milik Mwaniki Mutembei. (W. Critchley)

Struktur dasar sungai cekung (disebut *doh* di India) adalah galian persegi panjang pada dasar sungai musiman, yang dimaksudkan untuk menangkap dan menahan limpasan untuk meningkatkan resapan air tanah, sehingga meningkatkan air irigasi dari sumur dangkal di sekitarnya. *Doh* umumnya berukuran 1,0-1,5 meter dengan panjang yang bervariasi (sampai 40 m) dan lebar (sampai 10 m) tergantung pada bagian dasar sungai, dengan kapasitas rata-rata 400 m³. *Doh* umumnya dibangun secara berurutan dan dapat berjarak hanya beberapa meter antara satu dengan yang lain. Teknologi ini digunakan bersamaan dengan dengan sumur dangkal (*odee*), untuk memungkinkan petani memanen air tanah tambahan untuk irigasi suplemen bagi tanaman tahunan- termasuk sayuran seperti cabai. Air tersebut dipompa dari sumur.

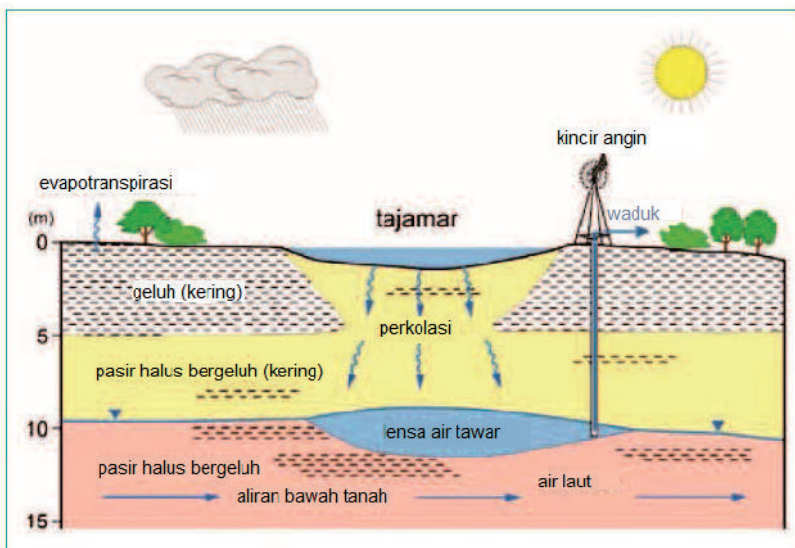


Serangkaian *doh* yang penuh sementara dengan air limpasan sebelum peresapan. (D. Gandhi)

Kolam untuk resapan air tanah: Cekungan buatan manusia ini dipenuhi air limpasan yang pada akhirnya menyediakan "lensa" air tawar airtanah yang terapan di atas akuifer garam (misalnya *tajamares* di Uruguay dan Paraguay, *chirle* di Turkmenistan). Pompa air digunakan untuk memompa air kembali ke permukaan. Setelah proses penyaringan dan/atau klorinasi air tidak hanya digunakan untuk konsumsi ternak dan keperluan rumah tangga tetapi juga sebagai peresapan buatan untuk akuifer air tanah. Peresapan buatan melalui kolam resapan dapat diterapkan hampir di mana saja, selama terdapat pasokan air bersih setidaknya selama setengah tahun, dasar kolam berpori, dan akuifer yang akan diisi ulang berada atau terletak di dekat permukaan.



Tajamar di Uruguay. (www.agrogestion.com.uy)



Tajamares (Van Steenberg dan Tuinhof, 2009).



Bendungan kecil dengan penangkap sedimentasi Kenya. (HP. Liniger)

Di Bangladesh, gelembung air tawar (dalam air tanah payau) diciptakan melalui sumur resapan dengan meresapkan air kolam dan air hujan di bawah lapisan tanah liat ke dalam akuifer dangkal. Air tawar ini digunakan untuk keperluan rumah tangga selama musim kemarau. Di Afrika Selatan cekungan gundukan resapan digunakan untuk meningkatkan resapan air tanah alami sebagai pasokan air minum dan perlindungan cadangan air tanah baru terhadap intrusi air garam. Cekungan tersebut umumnya digali atau dibentuk melalui bendungan penahan air sampai meresap melalui dasar cekungan. Di Niger, irigasi oasis untuk kebun sayur diperbaiki dengan mengangkat muka air tanah menggunakan bendungan punggung rendah (rentetan) dan cekungan resapan. Banjir kecil di *kori* Tamgak (Iférouane) dialihkan menuju cekungan resapan. (Van Steenberg dan Tuinhof 2009).

Contoh: bendungan kecil (*ndiva*) di Tanzania

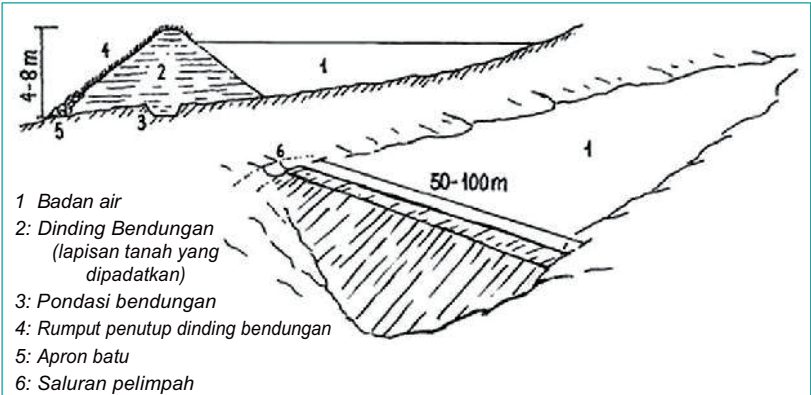
Pada daerah tangkapan Makanya seluas 300 km² yang terletak di Tanzania, terdapat sekitar 75 bendungan kecil yang disebut *ndiva*. Bendungan-bendungan kecil ini dibangun di sepanjang bagian atas saluran irigasi utama dengan kapasitas penyimpanan antara 200 hingga 1.600 m³. Struktur ini digunakan sebagai penyimpanan air sementara jika tidak ada kegiatan irigasi. Selama masa irigasi, air dari *ndiva* digunakan untuk meningkatkan irigasi alur karena air yang tersedia dari kanal tidak dapat menjangkau petani pada jarak yang terjauh. Sebagian besar bendungan ini telah cukup lama dibangun oleh suku-suku setempat. Selama bertahun-tahun, sebagian besar dari waduk-waduk ini telah mengalami perluasan untuk mengimbangi daerah-daerah irigasi yang juga semakin luas. Petani mendapat bantuan pelapisan bendungan yang berfungsi mengurangi hilangnya air akibat rembesan (Mul et al., 2011).

Bendungan permukaan

Bendungan tanah dan batu kecil: Sistem penyimpanan air hujan, contohnya bendungan-bendungan kecil di Etiopia dan Tanzania (dikenal sebagai *ndiva*), dibangun masyarakat di sekitarkaki lereng perbukitan atau sepanjang saluran irigasi untuk menyimpan limpasan dari sungai ephemeral atau episodik. Dinding waduk pada umumnya tidak dipelster atau tertutup. Air dari bendungan banyak digunakan masyarakat untuk konsumsi ternak serta irigasi tambahan. *Ndiva* sangat sesuai untuk daerah bercurah hujan antara 300-600 mm.



Bendungan tanah di Dataran tinggi Loess, Cina. (HP Liniger)



Bendungan tanah kecil (M. Gurtner in Liniger et al., 2011).

Bendungan Dinding tinggi yang dibangun dari batu, beton dan bronjong sepanjang parit untuk menyimpan aliran sungai di belakangnya untuk tujuan irigasi (menggunakan mekanisme gravitasi atau pengangkatan) dan mengurangi kecepatan limpasan serta meningkatkan rehabilitasi parit. Lebar dinding bendungan berkisar 1-2 m, dengan variasi ketinggian 2-4 m tergantung pada kedalaman parit. Panjang bendungan pengendali tergantung pada lebar celah parit sedangkan jarak antara bendungan pengendali yang bersebelahan ditentukan berdasarkan ketersediaan air dan lahan potensial yang bisa diairi. Lahan parit harus terlindung dengan baik terhadap erosi untuk mencegah sedimentasi yang berakibat terbentuknya parit produktif (lihat gambar di atas).

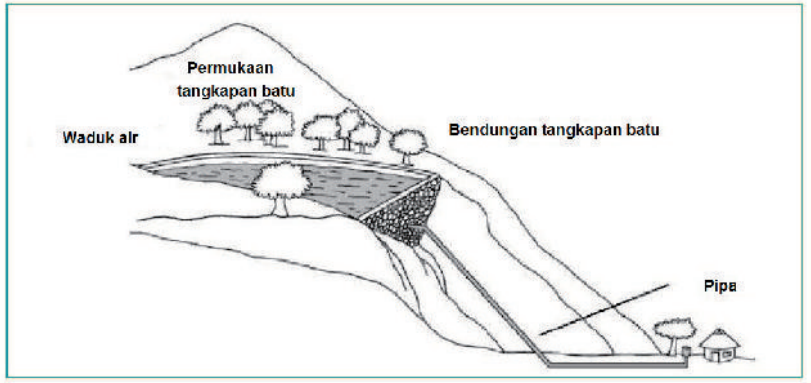


Bendungan yang terbuat dari batu, beton, dan bronjong digunakan untuk irigasi, mengurangi kecepatan limpasan dan meningkatkan rehabilitasi parit. (E. Yazew)

Bendungan batu tangkapan batuan: Bendungan ini umum digunakan di beberapa negara di Afrika Sub-Sahara. Untuk daerah tangkapan batu besar, semen dan selokan batu digunakan untuk memperluas daerah tangkapan untuk mengumpulkan limpasan dari beberapa hektar daerah tangkapan. Struktur penyimpanan dapat berupa bendungan atau tangki yang terletak bersebelahan dengan tangkapan batuan. Waduk harus memiliki rasio ketinggian/kedalaman:permukaan yang cukup untuk meminimalkan penguapan. Keuntungan utama dari sistem tangkapan batu adalah hanya sedikit air yang merembes. Air yang dikumpulkan dalam bendungan tangkapan batu umumnya dimanfaatkan untuk konsumsi rumah tangga dan ternak atau irigasi tambahan.



Bendungan kecil, Rajastan India. (HP.Liniger)



Bendungan tangkapan batu (UNEP IETC, 1998 dalam Clements et al., 2011).



Bendungan tangkapan batu di Kitui, Kenya. (HP.Liniger)

Contoh: tangkapan Batu di Kenya
Sejak tahun 1950-an, ratusan bendungan tangkapan batu telah dibangun oleh Dinas Pertanian dan sejumlah LSM di Kitui, Kenya Timur. Bendungan tangkapan batu di wilayah ini bervariasi dengan kapasitas penyimpanan 20-4.000 m³ dan terutama digunakan untuk keperluan rumah tangga. Namun, bendungan-bendungan ini juga dapat digunakan untuk irigasi skala kecil pada kebun sayur. Berdasarkan penelitian, masyarakat lokal lebih memilih tangkapan batu dibandingkan bentuk pasokan air lainnya (kecuali pemanenan air atap), karena pemeliharaannya lebih sederhana dan murah serta tidak memakan lahan pertanian (Nissen-Petersen, 2006b).

Penyimpanan bawah tanah

Bendungan air tanah / bendung retensi

Bendungan air tanah menghambat aliran air tanah dan menyimpan air di bawah tanah dan mengisi sumur pada hulu bendungan. Ada berbagai jenis bendungan air tanah yang umumnya disebut bendung retensi:

Bendungan bawah tanah dibangun seluruhnya di bawah tanah ke aliran air dasar sungaimusiman berpasir dan dibangun pada fondasi kedap air untuk menghambat aliran air tanah. Penghambat kedap air (tanah liat, batu, atau beton) tersebut menghalangi aliran bawah tanah. Air tanah dapat diambil melalui sumur, sumur bor atau saluran pengumpul. Bendungan kecil umumnya memiliki kapasitas penyimpanan sekitar 10.000 m³ (rata-rata dengan kedalaman 4 m, lebar 50 m, dan panjang 500 m). Bendungan yang lebih besar memiliki kedalaman 5-10 m, lebar 200-500 m atau lebih, dengan kapasitas penampungan 100.000-1.000.000 m³. Beberapa bendungan dibangun bertingkat untuk meningkatkan total volume penyimpanan air tanah dan mengurangi dampak kebocoran. Bendungan bawah tanah mengurangi variasi tingkat air tanah pada hulu bendungan. Sistem ini banyak ditemukan di berbagai negara dengan variasi pada ukuran dan jumlah.

Bendungan pasir berukuran lebih besar dari bendungan bawah tanah dan bendung karena dapat ditinggikan beberapa meter di atas tanah di dasar sungai berpasir. Pasir kasar yang dibawa oleh aliran air disimpan di hulu bendungan dan secara bertahap memenuhi dasar sungai, sedangkan material yang lebih ringan terbawa aliran air pada saat aliran air meninggi. Air disimpan dalam ruang berpori pada endapan pasir kasar. Ketebalan akuifer buatan ini akan meningkat dari waktu ke waktu. Selain itu, pasir mengurangi penguapan dan kontaminasi air pada badan pasir di belakang bendungan sehingga air dapat dimanfaatkan untuk konsumsi ternak, rumah tangga, atau irigasi skala kecil.

Bendungan perkolasi tidak menghambat aliran air tanah seperti sistem sebelumnya. Bendungan ini memiliki tiga fungsi: (a) mengurangi kecepatan aliran permukaan; (b) meningkatkan perkolasi untuk peresapan akuifer dangkal; dan (c) menghambat aliran sedimen. Bendungan ini dibangun di dasar sungai, saluran drainase alami, dan parit. Bendungan pengendali sederhana dibangun dari bahan-bahan alami yang terdapat di sekitar daerah tersebut seperti batu, kayu, bambu, batang kayu dan ranting pohon. Bendungan yang lebih canggih dibangun dari batu dan batang baja (bronjong). Beton digunakan untuk membuat bendungan pengendali permanen, tetapi dengan dasar dinding bendungan yang tidak mencapai lapisan kedap air. Tanaman diairi dengan memompa air dari sumur isi ulang. Di Thailand, struktur ini digunakan untuk reboisasi.

Bendungan bawah tanah, bendungan pasir, dan bendungan perkolasi dapat dikombinasikan. Volume penyimpanan dapat ditingkatkan dengan meninggikan dinding bendungan di atas permukaan dan menyebabkan akumulasi sedimen tambahan. Dasar sungai yang ideal untuk pembangunan bendungan air tanah terdiri dari pasir dan kerikil, dengan batu atau lapisan kedap pada kedalaman beberapa meter. Sebaiknya, bendungan dibangun pada area tempat air hujan dari daerah tangkapan yang besar dialirkan melalui saluran sempit. Waduk bawah tanah dapat menampung aliran air dari satu banjir bandang. Setelah diserap, air yang tersisa akan melewati bendungan dan mengisi akuifer hilir. Air kemudian diambil secara manual dari sumur atau dengan mesin pompa.

Waduk bawah tanah atau *cistern*

Cistern adalah penampungan/tangki penyimpanan air bawah tanah dengan kapasitas 10 -1.000 m³. Di beberapa daerah *cistern* kecil digali pada batuan. *Cistern* yang lebih besar dilapisi dengan tanah padat, tanah liat, lapisan mortar, beton, atau lembaran plastik untuk menghindari rembesan. Limpasan dikumpulkan dari tangkapan yang saling berdekatan atau disalurkan dari tangkapan yang lebih jauh. *Cistern* juga digali di bawah lapisan batuan padat atau tertutup untuk mengurangi penguapan.



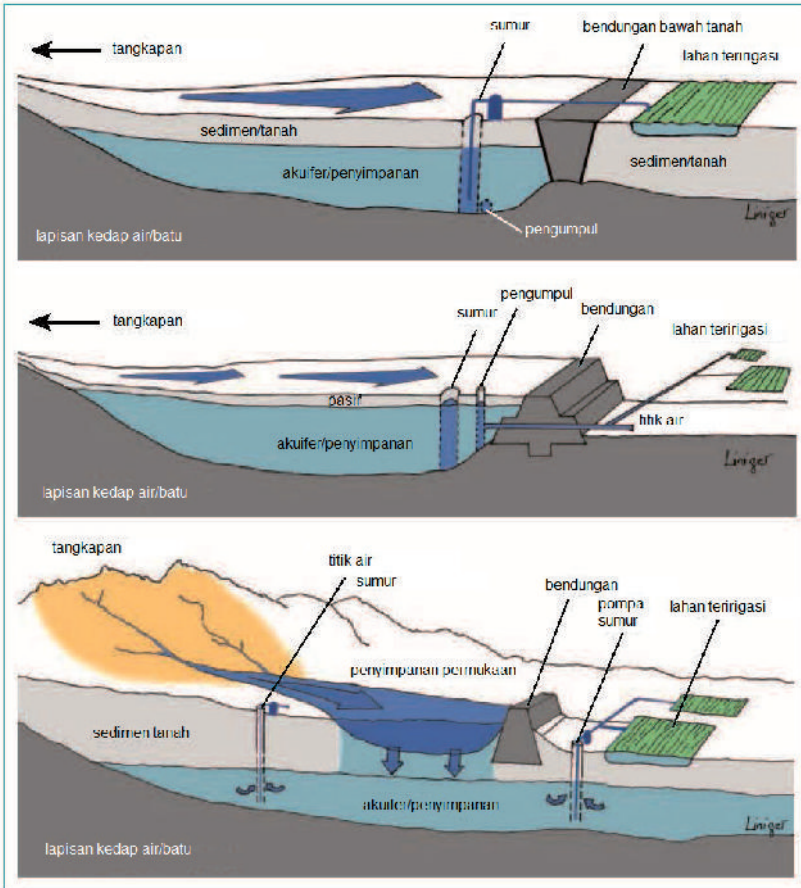
Bendungan permukaan yang kering (atas) dan terbanjiri (bawah) di Kenya. (E. Nissen-Peterson).

Contoh: Bendungan Bawah Tanah di Brasil

Sekitar 500 bendungan bawah tanah kecil dibangun di negara bagian Pernambuco di timur laut Brasil pada 1990-an. Evaluasi terhadap sekitar 150 bendungan tersebut menunjukkan bahwa bendungan meningkatkan variasi dan kualitas tanaman pangan yang diproduksi secara signifikan. Bendungan-bendungan ini juga berperan penting untuk konsumsi ternak dan persediaan pakan ternak pada musim kemarau (Foster dan Tuinhof, 2004).



Bendungan pasir terisi penuh di lembah Nzyaa Muysio di Kenya (P. Braden)



Penampang membujur (atas) bendungan bawah tanah, (tengah) bendungan pasir, dan (bawah) bendungan perkolasi (disadur dari Foster dan Tuinhof, 2004; Oweis et al. 2012.).



Bendungan pasir di Embu, Kenya. (HP.Liniger)



Air terakumulasi di depan bendungan perkolasi dan mengisi ulang sumur terdekat, Argentina. (HP. Liniger)

Contoh: *Cistern* di Tunisia

Banyak sumur kecil dan besar, milik pribadi dan bersama, terutama yang dibangun selama era Romawi dan Arab-Muslim, dapat ditemukan di seluruh zona tandus di Tunisia. Sumur-sumur tersebut meningkatkan ketersediaan air untuk penggunaan serbaguna (minum, konsumsi hewan, irigasi tambahan) di daerah terpencil. Analisis biaya-manfaat menunjukkan bahwa air yang disimpan berpotensi tinggi untuk meningkatkan sistem pertanian dan pendapatan pertanian berbasis *jessour* (M. Ouessar di Taamallah et al., 2010).

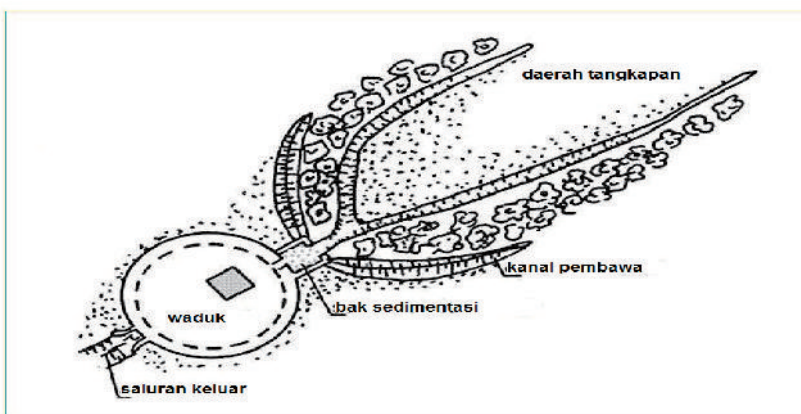


Cistern di Tunisia (M. Ouessar)



Cistern di Yordania (HP. Liniger)

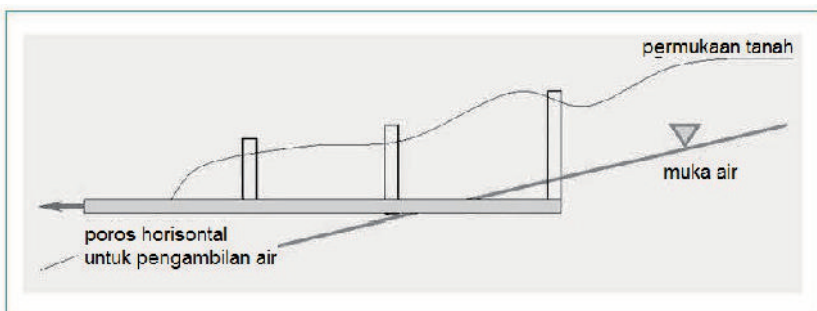
Pada sebagian besar kasus, cekungan pengendapan (perangkap sedimentasi) dipasang di depan inlet untuk mengurangi sedimentasi untuk menghindari keharusan pembersihan tangki rutin. Untuk kebutuhan volume penyimpanan yang lebih besar, dapat dibuat beberapa cekungan di lokasi yang sama. *Cistern* yang termasuk kelompok PAMakro terutama dimanfaatkan untuk konsumsi hewan, irigasi, juga untuk air minum masyarakat tergantung pada kualitas air. *Cistern* masyarakat yang lebih besar dapat menyimpan air hingga 80.000 m³. Tangki bawah tanah yang dibangun dari beton atau ferosemen dikenal sebagai *berkas* di Somaliland. Di Turkmenistan tangki bawah tanah yang dibangun dari mortar kapur dan batu bata dengan kubah penutup disebut *sardob*. Di Gansu, Cina disebut 'gudang air' dan disebut *matfia* atau *joub* di Maroko.



Gambar teknis dari sebuah cistern di Tunisia (M. Ouessar dalam WOCAT,2012).

Sumur 'Tradisional'

Sumur horisontal: Teknologi pemanenan air berusia 2500 tahun yang disebut sumur horisontal ini berasal dari Iran. Struktur ini terdiri dari terowongan bawah tanah landai yang digali cukup jauh sampai alluvium atau batuan sedimen penahan air untuk menembus permukaan air bawah tanah dan menembus akuifer di bawahnya. Air dari akuifer ini tersaring ke dalam hulu saluran ini, mengalir turun ke lerengnya yang landai, dan muncul sebagai aliran air permukaan pada atau dekat pemukiman. Sumur horisontal umumnya dibangun di kaki lereng kipas aluvial, di cekungan intermontane, sepanjang lembah aluvial yang tidak banyak terdapat sungai besar yang mengalir sepanjang tahun sehingga dapat dimanfaatkan untuk konsumsi rumah tangga dan irigasi. Sungai ini umumnya ditemukan di daerah tandus dengan tingkat penguapan tinggi, pada daerah berpotensi subur berada di dekat pegunungan bercurah hujan tinggi dan mata air mudah ditemukan. Penyaluran air ke desa-desa atau tanah pertanian dengan mekanisme gravitasi akan lebih efisien dibandingkan mengambil air dari sumur gali secara manual. Rehabilitasi dan pemeliharaan sistem ini membutuhkan pengetahuan dan keterampilan yang tinggi. Teknologi ini mempunyai istilah berbeda di setiap negara: *faladsch/afaj* (Uni Emirat Arab dan Oman), *foggara* (Afrika Utara), *galerias* (Spanyol), *kanjering* (Cina), *karez* (Afghanistan, Pakistan), *qanat* (Suriah, Yordania), dll.



Deskripsi sistem Qanat: poros vertikal yang disebut sumur ibu (kedalaman hingga 50 meter) digali dekat dengan mata air bawah tanah atau permukaan air. Selanjutnya, beberapa "poros ventilasi" digali dalam satu garis lurus menuju target dengan interval yang teratur (Safrieli dan Adeel, 2005).



Tampilan udara sistem qanat di Iran dengan poros akses membentuk jalan setapak menuju desa. (www.livius.org)



Permukaan foggara. (Wikipedia Perancis)

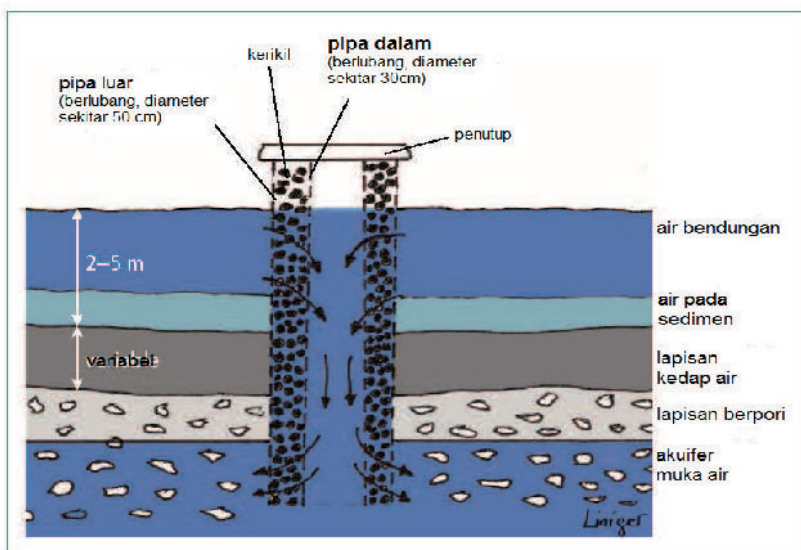
Contoh: Sumur isi ulang di Tunisia

Di Tunisia, penggunaan sumur isi ulang dikombinasikan dengan bendungan pengendali bronjong untuk meningkatkan penyerapan air banjir yang masuk ke akuifer jika air permukaan tidak dapat mencapai akuifer karena terdapat lapisan kedap air (atau resapannya lambat). Sumur isi ulang dibangun pada dasar wadi (sungai ephemeral). Sumur isi ulang terdiri dari pipa dalam panjang yang dikelilingi oleh pipa luar, dengan keliling berkisar antara 1-2 m. Daerah antara pipa diisi dengan kerikil dasar sungai yang berfungsi sebagai filter sedimen. Air memasuki pipa luar melalui lubang kecil (panjang 20 cm, lebar beberapa mm) dan mengalir melalui kerikil dan pipa dalam berlubang hingga mencapai akuifer. Ketinggian sumur dari permukaan tanah sekitar 2-3 m, sedangkan kedalamannya dihubungkan dengan kedalaman muka air (biasanya mencapai 40 m) (M. Ouessar dan H. Yehyaoui dalam Schwilch et al., 2012).



Contoh sumur isi ulang di belakang bendungan pengendali bronjong setelah hujan. (M. Ouessar)

Sumur isi ulang: Sumur isi ulang atau injeksi digunakan untuk mengisi ulang air secara langsung ke dalam akuifer dalam. Sumur isi ulang hanya sesuai untuk daerah di mana terdapat lapisan tebal yang tidak bisa atau sulit ditembus di antara permukaan tanah dan akuifer. Tingkat isi ulang yang relatif tinggi dapat dicapai dengan metode ini. Perawatan berkala diperlukan untuk mencegah penyumbatan. Air tanah yang terisi ulang dapat diambil melalui sumur dan lubang bor untuk akuifer yang sama atau pemberi pasokan pada mata air alami.



Komponen Sumur isi ulang

Persebaran dan penerapan

Persebaran

Limpasan Lereng bukit: Timur Tengah (contoh: Israel), Asia Tengah (contoh: Turkmenistan), Pakistan, Afrika Utara, Mali, Mauritania, Somalia, Sudan.

Limnan: contoh: Kyrgyzstan, Maroko, Israel, Tunisia.

Guludan trapesium dan setengah lingkaran: bagian Afrika Utara (contoh: Tunisia) dan Afrika Sub-Sahara (contoh: Burkina Faso, Kenya, Niger, Somalia).

Limpasan jalan: contoh: Brasil, Cina, Afrika Timur (contoh: Etiopia, Kenya), Maroko.

Pengendali jurang / gully produktif: contoh: Bolivia, Etiopia, Haiti (*jardin ravines*), India, Kenya, Maroko, Nepal, Nikaragua, Tajikistan, Tanzania.

Kolam: seluruh dunia

- **Hafir:** Sabuk savana Afrika (contoh: Etiopia, Kenya, Maroko); Sudan, Timur Tengah (masyarakat Badui pedesaan: contoh Yordania)
- **Waduk/teras budidaya:** India dan Sri Lanka, Pakistan, Somalia, Sudan;
- **Kolam resapan:** contoh: Bangladesh, Niger, Paraguay dan Uruguay, Afrika Selatan.

Bendungan permukaan: Seluruh dunia; Afrika Timur (contoh: Burundi, Republik Demokratik Kongo, Etiopia, Kenya, Somalia, Sudan, Tanzania, Uganda, Zambia), Afrika Selatan (contoh: Botswana), Afrika Barat (contoh: Burkina Faso, Senegal) Amerika Latin (contoh: Brasil, Paraguay, Peru), Asia (Cina, India), Israel, dll.

Bendungan air tanah: seluruh dunia;

- Bendungan bawah tanah: Afrika Timur (contoh Etiopia, Kenya, Tanzania);
- Bendungan Pasir: contoh banyak ditemukan di daerah semi-tandus, konsentrasi tertinggi ditemukan di Kenya, juga ditemukan di Angola, Afrika Selatan, Sudan, Uganda, Zimbabwe, serta di Jepang, India, Thailand, Amerika Serikat barat daya, dan Brasil.
- Bendungan Perkolasi: banyak digunakan di Arab Saudi, Uni Emirat Arab dan Oman, serta Mesir, India, Yordania, Peru, Sudan, Suriah, Thailand, Yaman.

Cistern: Afrika Utara (contoh Mesir, Libya, Maroko, Tunisia), Timur Tengah (contoh Yordania, Suriah, Yaman), Afrika Timur dan Selatan (contoh Botswana, Etiopia), Asia (contoh India), Amerika Latin (contoh Brasil).

Sumur horisontal: Asia (contoh Afghanistan, Cina, India, Iran, Irak, Yordania, Pakistan, Suriah), Semenanjung Arab (contoh Oman, Uni Emirat Arab), Afrika Utara (contoh Aljazair, Mesir, Libya, Maroko, Tunisia), Eropa (contoh Spanyol – Kepulauan Canaria, Italia, Yunani).

Sumur Isi ulang: Afrika Utara (contoh Tunisia), Afrika Timur, India, dan lain-lain.

Penerapan

Penggunaan lahan: Daerah tangkapan dapat terletak pada lahan penggembalaan atau hutan dan terkadang pada lahan pertanian. Air digunakan terutama untuk lahan pertanian atau beragam pemanfaatan lahan (contoh agroforestri).

Pemanfaatan air: air dari PAMakro sering dimanfaatkan untuk konsumsi rumah tangga dan ternak. Irigasi tambahan skala kecil digunakan untuk mengairi pohon dan lahan pertanian, serta umum dimanfaatkan untuk mengairi kebun sayur sederhana.

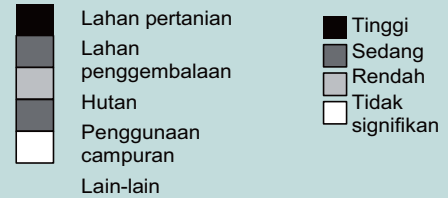
Iklim: Sistem PAMakro biasanya diterapkan pada sistem semi-tandus karena penyimpanan air sangat dibutuhkan selama musim kemarau atau untuk memitigasi dampak musimkemarau panjang. Dibandingkan penangkapan mikro penangkapan makro sesuai untuk daerah dengan perkiraan beberapa peristiwa limpasan, karena jumlah air yang dapat ditangkap setiap peristiwa limpasan relatif lebih besar.

Dataran: PAMakro sering terdapat di dasar sungai ephemeral kecil dan cekungan alami atau buatan manusia.

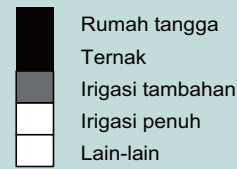
Skala: Bendungan dapat menyediakan air untuk beberapa kelompok masyarakat, dan pengaturan serta dampaknya harus dipertimbangkan pada skala daerah aliran sungai. Kolam kecil dan *cistern* dapat dikelola di tingkat rumah tangga.

Tingkat mekanisasi: Tergantung pada ukuran dan kapasitas struktur penyimpanan, pembangunannya melibatkan tenaga kerja manual, mesin berat, atau kombinasi keduanya.

Penggunaan lahan



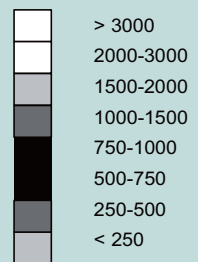
Pemanfaatan air



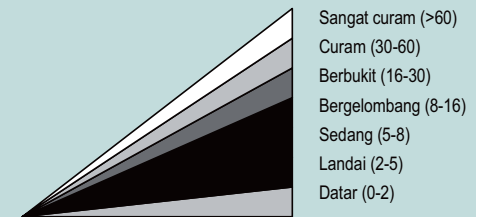
Iklim



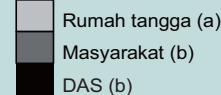
Rata-rata curah hujan (mm)



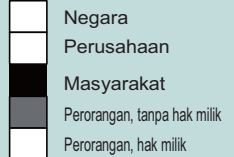
Kemiringan tangkapan (%)



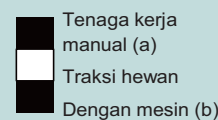
Skala



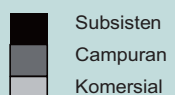
Kepemilikan Lahan



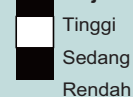
Mekanisasi



Orientasi Pasar



Kebutuhan tenaga kerja



Kebutuhan Pengetahuan



a) Kolam dan danau kering

b) Bendungan, bendung

Kepemilikan lahan dan hak guna lahan/air: Untuk pembangunan struktur PAMakro pada skala masyarakat atau DAS, kepemilikan tanah komunal harus dijamin dan hak penggunaan air juga harus jelas. Untuk kepemilikan struktur lebih kecil, lahan pada umumnya adalah milik pribadi dengan hak milik.

Kebutuhan keahlian/pengetahuan: Kolam kecil dan danau kering tidak memerlukan pengetahuan teknis yang rinci untuk pembangunan dan pemeliharaan, tetapi bangunan yang lebih besar, atau sumur yang lebih canggih dan bendungan batu atau beton memerlukan pengetahuan teknis yang lengkap. Teknisi harus terlibat dalam pembangunan struktur tersebut.

Kebutuhan tenaga kerja: Bendungan, bendung retensi, dan sumur horisontal membutuhkan tenaga kerja yang sangat terampil dan berpengalaman.

Kebutuhan tenaga kerja untuk pembangunan bendungan pasir, Etiopia

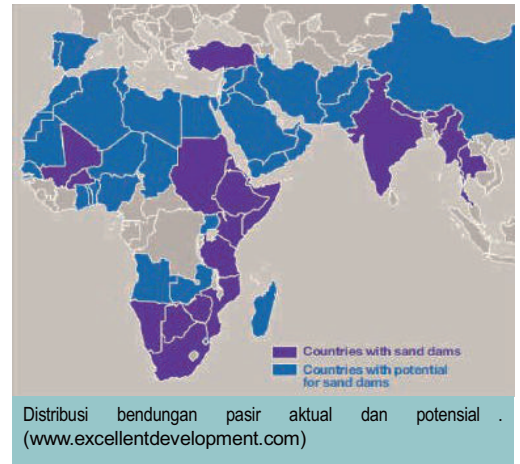
Jumlah tenaga kerja	jumlah HOK	jumlah hari
4 tukang batu	45.8	183.3
10 pembantu tukang batu	31	310
15 pekerja masyarakat	50	750

(disadur dari RAIN, 2009)

Biaya tenaga kerja untuk pembangunan pengendali jurang

Negara	biaya pembangunan US\$/ha	Biaya pemeliharaan US\$/ha/tahun
Nepal	2,925	70
Bolivia	110	16

(Linige dan Critchley, 2007 dan WOCAT, 2012)



Ekonomi

Biaya

Biaya pembangunan penerapan PAMakro terpilih

Teknologi	Negara	Biaya indikatif dalam US\$
Guludan trapesium	Kenya ¹	700–1.000 per ha
Kolam	Kenya ¹	1.3 per m ³ (pemeliharaan 0.27)
Kolam berlapis plastik	Etiopia ¹	1.5 per m ³ (pemeliharaan 0.47)
Struktur dasar sungai benam (<i>doh</i>)	India ²	200–400 per struktur
Kolam resapan (<i>tajameres</i>)	Paraguay ^{3,4}	4.500 per struktur ³ 25.000 per struktur (untuk 400 orang ⁴)
Kolam dan sumur resapan	Bangladesh ⁴	7.500 per struktur
Bendungan tanah (10.000 m ³)	Zambia ²	5 per m ³
Bendungan bawah tanah	Brasil ⁵	0,5–2 per m ³
Bendungan tanah liat bawah tanah	Kenya ¹	0,42–1,60 per m ³
Bendungan bawah tanah	India ⁵	0,13 per m ³
Bendung penyebar air	Sahel ⁴	20.000–70.000 per struktur
Bendung penyerap air	India ⁶	2.660 per ha
Bendungan pasir (beragam)	Kenya ¹	10–25 per m ³ 1,82 per m ³
Bendungan pasir batu	Kenya ⁷	0,71 per m ³
Bendungan batu tangkapan batu	Kenya ⁸	46–110 per m ³
Pengendali jurang	India ⁴	90 per ha
Bendungan pengendali parit vegetatif	Tajikistan ²	20 per struktur
Tangki air (30 m ³)	Cina ⁹	6 per m ³
Tangki pemanen air permukaan	Etiopia ⁴	290–1.500 per struktur
Sumur isi ulang	Tunisi ^a	5.000–10.000 per struktur

¹Knoop et al., 2012; ²Liniger dan Critchley, 2007; ³Clements et al, 2011; ⁴Tuinhof et al., 2012; ⁵van Steenberg dan Tuinhof, 2009; ⁶van Steenberg et al., 2011; ⁷RAIN 2009; ⁸African Development Bank, 2009; ⁹Wu et al, 2009; ¹⁰Schwilch et al., 2012

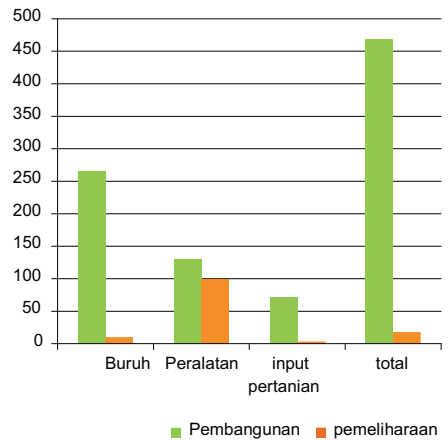
Keuntungan produksi

Peningkatan hasil dengan PAMakro

Tanaman	PAMakro	Negara	Hasil tanpa PAMakro ¹ (t/ha)	Hasil dengan PAMakro ¹ (t/ha)	Keuntungan (%)
Jagung (hasil bulir) ¹	Bendungan tanah	Kenya	1,38	1,80	30
Sorgum ²	Guludan dan parit kontur	India	1,75	2,40	137
Sayur ²	Guludan dan parit kontur	India	5,00	7,00	140
Kapas ²	Guludan dan parit kontur	India	0,70	1,13	160

¹Kedua pemeliharaan menggunakan pupuk sekitar 30/80 kg N/ha. Tanpa pupuk, irigasi dari bendungan tanah tidak dapat meningkatkan hasil panen secara signifikan (Barron dan Okwach, 2005; WOCAT, 2012); ² (WOTR, tidak bertanggal).

Biaya PAMakro per struktur (rata-rata)



Biaya PAMakro sangat bervariasi mulai dari US\$ 21 untuk bangunan pengendali jurang vegetatif di Tajikistan hingga US\$ 94.000 untuk struktur penyimpanan air di Filipina.

Sumber: 13 studi kasus (WOCAT, 2012).

Contoh: Bendungan tanah untuk irigasi tambahan di Burkina Faso dan Kenya.

Kelayakan ekonomi pembangunan bendungan tanah untuk irigasi tambahan bagi tanaman pokok (sorgum) dan tanaman luar musim (tomat) yang teririgasi penuh menjadi model untuk lokasi penelitian di Burkina Faso dan Kenya. Pembangunan bendungan tanah menghasilkan laba bersih sebesar 151: 626 US\$/tahun/ha di Burkina dan 109: 477 US\$/tahun/ha di Kenya tergantung pada peluang biaya tenaga kerja, jika dibandingkan dengan 15: 83 US\$/tahun/ha di Burkina dan 40: 130 US\$/tahun/ha di Kenya untuk praktik pemanenan saat ini. Hasil lebih lanjut menunjukkan bahwa walaupun bersifat padat karya, sistem ini merupakan investasi berisiko rendah. Sistem produksi harus dikombinasikan dengan penanaman tanaman komersial selama musim dingin sebagai strategi yang aman untuk swasembada pangan. Analisis lebih lanjut menunjukkan sifat ketergantungan investasi yang kuat dalam pemanenan air dan masukan pupuk. Kedua hal tersebut tidak dapat diterapkan secara terpisah (Fox et al., 2005).



Produksi pisang dekat bendungan pasir, Kenya. (excellent development)

Keuntungan

Bendungan penyimpanan pasir di Kitui, Kenya

Sebuah bendungan pasir mampu menampung air sebesar 1.500-2.000 m³ selama musim penghujan. Suatu bendungan rata-rata dimanfaatkan oleh 25 keluarga atau sekitar 150 orang. Peningkatan akses pemerolehan air menghemat waktu pengambilan air. Ini menyebabkan peningkatan produksi pertanian dan industri serta peningkatan pendapatan. Peningkatan pendapatan keluarga bersih untuk satu bendungan pasir (25 keluarga) adalah US \$ 3.000 / tahun (Tuinhof et al., 2012).

Keuntungan: perbandingan tahun 1995 dan 2005	Tanpa bendungan		Dengan bendungan	
	1995	2005	1995	2005
Akses air minum pada musim kemarau	4 km	4 km	3 km	1 km
Penggunaan air rumah tangga	136 l/hari	117 l/hari	61 l/hari	91 l/hari
Jumlah orang penderita kekeringan	600	600	420	0
Rumah tangga dengan lahan teririgasi	38%	38%	37%	68%
Air pertanian	160 l/hari	110 l/hari	220 l/hari	440 l/hari
Produksi batu bata dan keranjang	0 US\$/thn	0 US\$/thn	21 US\$/thn	63 US\$/thn
Pendapatan rumah tangga	21 US\$/thn	21 US\$/thn	21 US\$/thn	336 US\$/thn

(Lasage et al., 2008 dalam Tuinhof et al., 2012)

Kolam untuk resapan air tanah: *Tajamares* di Chaco, Paraguay

Sistem *tajamar* menyediakan sumber air pada kondisi yang sangat sulit. Satu *tajamar* dengan volume 30.000 m³ menyediakan air minum bagi hingga 1.200 orang. Harga air *tajamar* dihitung berdasarkan biaya bahan. Dengan tingkat suku bunga 5% dan waktu hidup 15 tahun maka harga air pada US\$ 0,1 per m³ diperkirakan seharga US \$ 2,23/m³ untuk harga pasaran air. Kebutuhan tenaga kerja untuk pembangunan dan pemeliharaan serupa dan dikerjakan secara swadaya oleh masyarakat. Selain menyediakan air minum, *tajamares* juga mampu menghidupkan peternakan di Chaco. Tergantung pada intensitas irigasi pada padang rumput, tingkat produksinya berkisar antara 1 hingga 1,5 ternak per hektar. Menurut *Asociación Rural de Paraguay* (ARP) ketersediaan tambahan air (selain yang dibutuhkan untuk irigasi) membantu peternakan meningkat hingga 36% antara tahun 2005 dan 2010, serta membuka peluang penanaman sayur-sayuran. Pertumbuhan ekonomi di Chaco berdampak besar pada pasar tenaga kerja yang berkaitan langsung baik pada kegiatan pertanian maupun pengolahan hasil pertanian di Chaco. Penduduk asli juga sangat diuntungkan karena tidak lagi mengalami kekurangan air (Tuinhof et al., 2012).

Contoh: Kolam resapan air tanah, Turkmenistan
Di Turkmenistan biaya pembuatan *chirles* (kolam resapan air tanah) sangat bervariasi. Jika hanya satu sumur yang digunakan untuk konsumsi manusia, biaya pembangunannya sekitar US \$ 2.500. Ketika sepuluh sumur digali, biaya pembangunan per kolam turun hingga US \$ 2.100. Ketika sumur juga dimanfaatkan untuk kebutuhan ternak atau untuk peningkatan ladang penggembalaan biaya pembangunannya naik menjadi US \$ 3.650. Meskipun investasi yang pertama, biaya pemeliharaannya relatif rendah yaitu sekitar US \$ 115-192 per tahun. Biaya tersebut biasanya ditanggung bersama oleh keluarga dan masyarakat yang menggunakan *chirles* (Van Steenberg et al., 2011).



Seorang gadis mengambil air untuk penggunaan rumah tangga dari bendungan kecil (M. Malesu)



Air untuk hewan diambil dari sumur dekat bendungan pasir, Samburu, Kenya. (HP. Liniger)

Dampak

Keuntungan	Tingkat pertanian/rumah tangga	Tingkat masyarakat/daerah aliran sungai/lansekap
Produksi / Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> +++ Peningkatan pasokan air untuk irigasi petak sayur kecil dan pembibitan pohon +++ Peningkatan hasil panen +++ Peningkatan ketersediaan air untuk ternak +++ Peningkatan ketersediaan air irigasi ++ Peningkatan pasokan air minum ++ Peningkatan pendapatan pertanian ++ Peningkatan produksi pakan ternak ++ Mengurangi permintaan air permukaan dan air tanah + Diversifikasi kegiatan pertanian (misalnya ternak bebek, angsa dan ikan, pembuatan batu bata) 	<ul style="list-style-type: none"> +++ Pengguna daerah hilir tidak akan kekurangan air karena air memenuhi di bagian belakang bendungan yang dibuat ketika air berlimpah^a ++ Lahan tambahan disertakan dalam produksi ++ Mengurangi risiko gagal panen ++ Peningkatan nilai lahan dekat struktur tangkapan makro + Peningkatan diversifikasi produksi
Ekologis	<ul style="list-style-type: none"> +++ Peningkatan kelembapan tanah +++ Peningkatan resapan air tanah ++ Rehabilitasi lahan yang kerusakannya cukup parah ++ Mengurangi limpasan permukaan 	<ul style="list-style-type: none"> +++ Peningkatan ketahanan terhadap perubahan iklim ++ Melindungi aliran air dari sedimentasi ++ Mengurangi erosi tanah dari peristiwa banjir ++ Perangkap sedimen untuk menyerap nutrisi
Sosial-budaya	<ul style="list-style-type: none"> +++ Mengurangi periode kelangkaan air minum +++ Mengurangi waktu pengambilan air bagi keperluan rumah tangga ++Meningkatkan pengetahuan mengenai konservasi/tentang erosi 	<ul style="list-style-type: none"> +++ Peningkatan ketahanan pangan dan air ++ Mengurangi konflik air karena ketersediaan yang lebih besar ++ penguatan kelembagaan masyarakat ++ Memperbaiki situasi kelompok yang kurang beruntung secara ekonomi dan sosial + lansekap yang menarik
Luar lokasi		<ul style="list-style-type: none"> +++ mengurangi banjir di daerah hilir yang merusak ladang dan infrastruktur ++ Sungai dan waduk terlindung dari sedimentasi

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah

Kendala	Cara mengatasi
Produksi / Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> → terbentuknya skema pengelolaan yang mencakup pengguna hulu dan hilir
Perembesan adalah masalah besar bagi penyimpanan air dalam waduk tanah, dengan jumlah kerugian hingga 70% dari air yang dipanen	→ bahan berkualitas baik dan pengetahuan teknis mengenai lapisan waduk tanah
untuk pembangunan bendungan jenis tertentu dan kolam buatan biaya tinggi merupakan suatu kendala	→ fasilitas kredit mikro
hilangnya lahan produktif dapat menjadi kendala bagi pertanian kecil dengan struktur PAMakro	
kualitas air dapat menjadi masalah, terutama karena ternak sangat sering menggunakan titik air yang sama seperti manusia ^b	→ pemberian informasi dan sosialisasi yang memadai tentang metode pengolahan air termasuk disinfeksi surya, perebusan, atau klorinasi
meningkatnya risiko penyebaran penyakit yang ditularkan melalui vektor	→ meningkatkan tindakan pencegahan penyebaran penyakit contoh: penggunaan kelambu nyamuk
Ekologis	<ul style="list-style-type: none"> → Mengadakan pengkajian dampak lingkungan
Risiko konflik antar pengguna lahan yang berbeda (penggembala, produsen tanaman) yang disebabkan oleh ketidakjelasan kepemilikan sumber air, tidak adanya peraturan yang jelas bagi perkumpulan pengguna air, korupsi oleh komite pengelola air, dll	<ul style="list-style-type: none"> → program pembangunan kapasitas yang menargetkan pengguna dan komite pengelola untuk meningkatkan kemampuan dalam menghadapi masalah →membentuk komite perdamaian lintas-komunitas atau lintas-batas untuk memfasilitasi dialog
Sosial-budaya	<ul style="list-style-type: none"> → kesepakatan mengenai penggunaan lahan dan kegiatan ekonomi pada daerah tangkapan harus dibuat, dan pihak terkait harus mengembangkan peraturan daerah dan aturan moral untuk melindungi sumber air → Dukungan teknis dalam bentuk pelatihan dan pendidikan; layanan konsultasi yang berkerja dengan baik →memastikan bahwa proyek yang ada bersifat partisipatif dan kolaboratif
pengetahuan teknis tingkat tinggi diperlukan untuk pembangunan struktur teknis yang canggih	
Karena sistem tangkapan makro sering diterapkan pada skala daerah aliran sungai, masalah masalah seperti kepemilikan, institusi lokal, dan kepemilikan lahan perlu mendapat prioritas utama	

^abendungan air tanah, ^bbendungan permukaan

Penerapan dan peningkatan

Tingkat penerapan

Bendungan permukaan banyak dipakai di seluruh dunia. Teknologi ini memberikan alternatif desentralisasi untuk bendungan berskala besar karena dapat diadaptasi secara lokal, diterapkan dan dikelola melalui proyek-proyek ber skala lebih kecil serta oleh masyarakat. Tingkat penerapan bendungan bawah tanah berada pada posisi yang rendah tetapi mendapatkan tempat tersendiri. Penggunaan kolam alami dan danau kering untuk penyediaan air bersih (rumah tangga, ternak, dan satwa liar) tersebar luas di seluruh dunia.

Lingkungan yang mendukung

Lingkungan Kebijakan: Salah satu masalah dalam pemanenan dan penyimpanan air adalah jarang terdapat "kelembagaan" yang jelas pada administrasi pemerintahan. Bendungan tanah yang digunakan untuk irigasi jelas merupakan unsur pembangunan pertanian, sehingga berada di bawah kekuasaan Departemen Pertanian. Tetapi, air hujan yang disimpan dalam bendungan atau waduk akan berubah secara hukum menjadi sumber daya air, yang biasanya berada di bawah Undang-Undang Perairan yang dikelola oleh Departemen Sumber Daya Air (atau yang serupa). Oleh karena itu, air dan sektor pertanian perlu berkoordinasi dengan baik.

Kepemilikan tanah dan air: Ketika permintaan air limpasan meningkat maka permasalahan kepemilikan tangkapan air limpasan perlu ditangani.

Akses layanan finansial: penerapan Praktik PAMakro terutama tergantung pada rasio keuntungan-biaya dan modal yang dibutuhkan pada tahap pembangunan. Biaya investasi yang tinggi menjadi faktor penghambat bagi pengguna tanah dan air. Hambatan lainnya adalah ketiada ktersediaan sistem kredit pada beberapa wilayah; hal ini merupakan satu prasyarat untuk investasi. Sistem kredit di negara-negara berkembang menuntut suku bunga yang sangat tinggi - sekitar 15%. Namun, satu-satunya kebutuhan biaya pembangunan kolam galian adalah untuk tenaga kerja, sehingga masyarakat dapat menggali sendiri kolam-kolam tersebut dan mengeluarkan biaya hanya untuk pembelian peralatan.

Dukungan teknis dan pengembangan kapasitas: Mengoptimalkan daerah tangkapan dan kapasitas penyimpanan seringkali membutuhkan saran teknis.

Pendekatan yang sesuai untuk pelaksanaan: Pendekatan partisipatif seperti "pendekatan pembangunan DAS komprehensif" atau "kelompok dan asosiasi pengguna air" serta "skema kredit atau pinjaman" dapat diterapkan.

Kelayakan dan perencanaan

Langkah-langkah perencanaan yang penting untuk penerapan sistem PAMakro adalah:

- 1) Mengkaji kuantitas dan kualitas air yang akan dipanen (di sungai, kolam dll)
- 2) Memperkirakan kebutuhan air berbanding kapasitas tangkapan untuk pasokan air
- 3) Membuat penilaian awal pada lokasi (termasuk pengkajian tanah, perkiraan arus air dan musim, lereng, dll)
- 4) Perkiraan biaya konstruksi (bahan, mesin, tenaga kerja, dll)
- 5) Analisis dampak lingkungan
- 6) Aksesibilitas tenaga kerja, peralatan, dan bahan
- 7) Perencanaan sistem PAMakro harus diintegrasikan dengan perencanaan pengelolaan DAS agar berkelanjutan di tingkat DAS
- 8) Keterlibatan masyarakat dan organisasi diperlukan dalam perencanaan dan pemeliharaan skala besar, tingkat masyarakat, sistem PAMakro. Untuk bendungan, persetujuan bagi rancangan dan perizinan pekerjaan konstruksi harus diperoleh dari pemerintah.
- 9) Perjanjian penggunaan air tradisional dan struktur pengelolaan air harus dihormati dan diintegrasikan dalam perencanaan sistem PAMakro.

lingkungan yang mendukung: faktor kunci penerapan

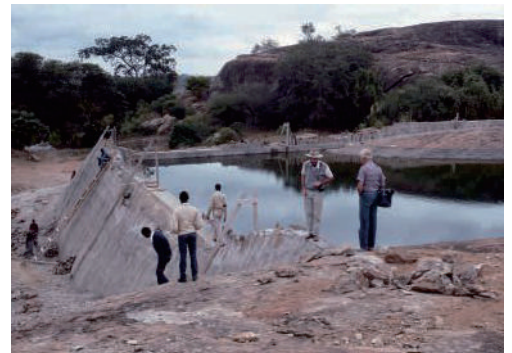
Masukan bahan	+++
Insentif, kredit	+++
Pelatihan dan pendidikan	+++
Hak guna lahan/air	++
Akses menuju pasar untuk masukan dan keluaran	++
Penelitian	+++
Kepemilikan asli oleh masyarakat	+++

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah

Kelayakan dan perencanaan: faktor kunci penerapan

Mengkaji jumlah air yang akan dipanen	+++
Mengkaji kualitas air	++
Memperkirakan kebutuhan air	+++
Pengkajian lokasi	+++
Aspek finansial	+++
Pengkajian dampak lingkungan	++
Hak guna lahan/air	+++
Hubungan antar tetangga	+++
Keterlibatan masyarakat	+++
Aspek sosial dan jender	+
Perizinan pemerintah	+++

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah



Pembangunan bendungan tangkapan batu di Kitui, Kenya. (HP. Liniger)

Contoh kepemilikan air dari India

Berdasarkan gagasan bahwa air adalah sumber daya milik bersama dan terlepas dari kepemilikan tanah, dalam proyek pemanenan air di Naigaon, India semua penduduk desa harus memiliki hak yang sama terhadap akses penggunaan air. Oleh karena itu, hak atas air tidak terhubung dengan kepemilikan tanah sehingga ketika suatu tanah dijual, hak atas air akan dikembalikan kepada masyarakat desa. Pemilik baru tidak secara otomatis mendapatkan hak atas air. Bpk. Salunke, seorang penggagas proyek Naigaon, menerapkan prinsip ini secara nyata dengan juga menawarkan keanggotaan untuk skema irigasi pompa berbasis pemanenan air bagi penduduk desa yang tidak memiliki lahan. Dengan pengaturan ini, penduduk yang tidak memiliki lahan menjadi pengolah lahan bersama dengan petani pemilik tanah yang memiliki kelebihan air (Falkenmark et al., 2001).



Bendungan Kecil dari Tanah

Zambia

Pengumpulan air dan struktur penyimpanan untuk menampung limpasan yang dihasilkan dari daerah tangkapan hulu.

Bendungan kecil dari tanah adalah struktur penyimpanan pengumpulan air yang dibangun di bagian lembah yang sempit, untuk menampung limpasan yang dihasilkan dari daerah tangkapan hulu.

Pembangunan dinding bendungan dimulai dengan penggalian parit inti sepanjang dinding bendungan yang diisi dengan tanah liat dan dipadatkan untuk membentuk 'inti pusat' yang menahan dinding dan mencegah atau meminimalkan rembesan. Tanggul hulu dan hilir juga dibangun menggunakan tanah dengan kadar tanah liat 20-30%. Selama pembangunan baik oleh tenaga manusia, hewan atau mesin (buldoser, alat pemadat, grader dll), pemadatan yang baik harus dipastikan untuk menjaga kestabilan dinding. Penanaman rumput Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) untuk mencegah erosi tanggul juga biasa dilakukan. Bendungan dipagari dengan kawat berduri untuk mencegah pengikisan dinding oleh hewan ternak. Tanggul umumnya memiliki panjang 50-100 m dengan kedalaman air berkisar 4-8 m. Sebuah pelimpah darurat (saluran bervegetasi atau beton) dipasang pada salah satu atau kedua sisi dinding untuk keamanan pembuangan air jika melebihi level pasokan penuh. Pembuangan kembali air waduk dapat terjadi maksimum 500 m, dengan kapasitas berkisar antara 50.000-100.000 m³.

Bendungan terutama dimanfaatkan untuk konsumsi rumah tangga, irigasi atau konsumsi hewan ternak. Jika pembangunan bendungan yang dibangun di atas tanah komunal membutuhkan konsultasi dan keterlibatan penuh dari masyarakat setempat. Pemerintah menyediakan bantuan teknis dan keuangan untuk rancangan, konstruksi, dan pengelolaan infrastruktur tersebut. Dibutuhkan pula kontribusi masyarakat berupa lahan, tenaga kerja dan sumber daya setempat. Masyarakat melakukan pemeliharaan infrastruktur secara berkala yang termasuk pengelolaan vegetasi di tanggul, endapan lumpur, dll serta daerah tangkapan (melalui praktik konservasi tanah dan air).

Kiri atas: Pembangunan bendungan kecil secara manual membutuhkan keterlibatan masyarakat: Tanah dipindahkan dalam kantong, ditimbun dan dipadatkan lapisan demi lapisan (Foto: Maimbo Malesu)

Kanan atas Pengambilan air untuk kebutuhan rumah tangga di bendungan kecil. (foto: Maimbo Malesu)



Kawasan: Provinsi bagian Selatan

Wilayah teknologi Di daerah penelitian terdapat lebih dari 293 bendungan yang dimanfaatkan bagi lebih dari 1,1 juta hewan ternak dan hampir 1 juta jiwa

Tindakan konservasi: struktural

Tahap intervensi: pencegahan degradasi lahan, mitigasi/reduksi degradasi lahan

Asal: dikembangkan secara eksternal/ diperkenalkan melalui proyek, 10-50 tahun yang lalu

Penggunaan lahan: lahan pertanian dan lahan penggembalaan

Iklim: semi-tandus, subtropis

Referensi Basis data WOCAT : QT ZAM001en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Pendekatan Terkait tidak didokumentasikan

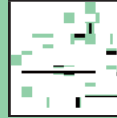


Disusun oleh: Maimbo Malesu, ICRAF-CGIAR; World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya

Tanggal: 1 Januari 1970, diperbarui 2011

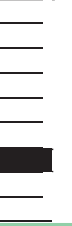
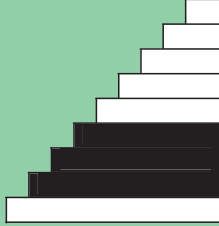





Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan: degradasi air, erosi tanah, ketersediaan air permukaan yang rendah

Penggunaan lahan  Penanaman tahunan (tadah hujan)	 tanah penggembalaan yang luas	klim  semi-tandus	 sub-lembap, subtropis	Degradasi  degradasi air: mengurangi ketersediaan air permukaan	Tindakan konservasi  struktural: bendungan / danau kering (untuk menyimpan kelebihan air)
Tahap intervensi  Pencegahan Mitigasi/Reduksi Rehabilitasi	Asal  Inisiatif pengguna lahan Eksperimen/penelitian Dikenalkan secara eksternal: 10-50 tahun lalu	Tingkat pengetahuan teknis  Penasihat pertanian pengguna lahan			
Penyebab utama kerusakan lahan: Penyebab langsung- alami: curah hujan berat/ekstrem (intensitas/jumlah), banjir		Fungsi teknis utama: - Pemanenan air/peningkatan pasokan air - Pengendalian limpasan terkonsentrasi: menyimpan/menangkap		Fungsi teknis sekunder: Tidak ada	

Lingkungan

Lingkungan alami Rata-rata curah hujan tahunan (mm) 	Ketinggian (m d.p.l.) 	Bentuk lahan  Dataran tinggi/dataran Punggung bukit Lereng gunung Lereng bukit Kaki lereng Dasar lembah	Lereng (%)  datar landai sedang bergelombang berbukit curam sangat curam
Kedalaman tanah (cm) 	Musim tanam: 120 hari (November sampai April) Tekstur tanah: kasar/ringan (berpasir), menengah (tanah liat) Kesuburan tanah: sedang Bahan organik pada tanah lapisan atas: sedang (1-3%) Drainase/infiltrasi tanah: data tidak tersedia	Kapasitas penyimpanan air tanah: data tidak tersedia Muka air tanah: data tidak tersedia Ketersediaan air permukaan: sedikit/tidak ada Kualitas air: data tidak tersedia Keanekaragaman hayati: data tidak tersedia	
Toleransi terhadap iklim ekstrim: peningkatan suhu, peningkatan curah hujan musiman, penurunan curah hujan musiman, badai angin/badai debu, kemarau/masa kering panjang, penurunan periode masa tanam Sensitif terhadap iklim ekstrim: peristiwa curah hujan berat (intensitas dan jumlah), banjir Jika sensitif, modifikasi yang dilakukan/mungkin dilakukan: data tidak tersedia			

Lingkungan Manusia

<p>Lahan pertanian per rumah tangga (ha)</p> <ul style="list-style-type: none"> <0.5 0.5-1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 100-500 500-1,000 1,000-10,000 >10,000 	<p>Pengguna lahan: kelompok/masyarakat, pengguna lahan skala kecil, pengguna lahan yang kurang beruntung</p> <p>Kepadatan penduduk: <10 jiwa/km²</p> <p>Pertumbuhan penduduk per tahun: 3-4%</p> <p>Kepemilikan lahan: komunal/desa, tanpa hak milik</p> <p>Hak guna lahan: komunal (terorganisir)</p> <p>Hak guna air: data tidak tersedia</p> <p>Tingkat kekayaan relatif: miskin</p>	<p>Pentingnya pendapatan luar pertanian: data tidak tersedia</p> <p>Akses layanan dan infrastruktur: data tidak tersedia</p> <p>Orientasi pasar: campuran (subsisten dan komersial)</p> <p>Mekanisasi: tenaga hewan</p> <p>Ternak mengkonsumsi sisa tanaman: tidak</p>
---	--	---

Gambar teknis

Dimensi dan komponen utama sebuah bendungan kecil: (1) badan air; (2) dinding bendungan (dengan lapisan tanah yang dipadatkan, lereng sisi 3:1); (3) inti pusat ('kunci'); (4) penutup rumput; (5) pelataran batu; (6) saluran pelimpah (Mats Gurtner)

Penerapan kegiatan, masukan, dan biaya

Kegiatan pembangunan	Masukan dan biaya pembangunan per ha		
	Masukan	(US\$)	Biaya % terpenuhi oleh pengguna lahan
1. Pemilihan lokasi melalui konsultasi dengan masyarakat.			
2. Survei dan desain bendungan: survei topografi daerah bendungan; menggunakan alat pengarsan (<i>dumpy level</i> atau theodolite); Penentuan dimensi dinding bendungan.			
3. Konstruksi dinding bendungan: Penggalan parit inti (umumnya dengan lebar 4 m; dalam 2 m). Penggalan dan pengangkutan tanah kaya lempung ke lokasi bendungan. Pembangunan inti dan tanggul (sudut kemiringan 3:1)Pemadatan tanah.dilakukan terus menerus.	Tenaga kerja (633 HOK)	2'000	
4. Pembangunan saluran pelimpah lateral, dengan lebar 5-30 m (tergantung pada aliran banjir dan arus lintas).	Perangkat - Peralatan	30'000	
5. Desain dan instalasi infrastruktur irigasi dan drainase (untuk produksi tanaman).	Material bangunan - Batu	15'000	
6. Penyelesaian: penanaman rumput Kikuyu pada tanggul bendungan, saluran pelimpah dan kanal irigasi dan pagar; alternatif pelapisan menggunakan semen.	Pertanian -bibit -pupuk -Biosida	1000 1000 1000	
	TOTAL	50000	20

Kegiatan pemeliharaan/berulang	Masukan dan biaya pemeliharaan/berulang per ha per tahun		
	Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
1. Konservasi daerah tangkapan untuk meminimalkan sedimentasi bendungan dan infrastruktur irigasi (berkelanjutan).			
2. Menanam (kembali) rumput di bendungan dan infrastruktur irigasi (setiap tahun, dengan menggunakan cangkul).	Tenaga kerja (63 HOK)	200	
3. Pengendap bendungan (setiap 5- 10 tahun): menggali dan membuang lumpur yang terkandung dalam bendungan.	Perangkaat - penggunaan mesin	2'000	
4. Membersihkan bendungan dan infrastruktur irigasi: menebang pohon / semak dari bendungan / kanal. Jika beton berajar: perbaiki setiap kerusakan.	Material bangunan - batu	1'500	
	Pertanian - rumput, bibit, pupuk	300	
	TOTAL	4'000	80

Keterangan: Biaya pembangunan dihitung untuk sebuah bendungan dengan volume pengerjaan tanah sejumlah 10.000 m³ (panjang 44 m, kedalaman 8 m, kemiringan sisi 3:1). 20% dari biaya ditanggung oleh masyarakat (dalam bentuk kontribusi: tenaga kerja dan material lokal seperti pasir, batu). Mesin konstruksi meliputi: truk *tipper*, bulldoser, mesin pengeruk, pemadat, traktor, *grader*.

Pengkajian

Dampak Teknologi	
Keuntungan produksi dan sosial-ekonomi +++ peningkatan hasil panen +++ peningkatan ketersediaan air irigasi ++ peningkatan produksi ternak ++ peningkatan pendapatan petani	Kerugian produksi dan sosial-ekonomi tidak ada
Keuntungan sosial-budaya +++ peningkatan ketahanan pangan ++ penguatan institusi masyarakat + peningkatan peluang rekreasi	Kerugian sosial-budaya Tidak ada
Keuntungan ekologis +++ peningkatan kuantitas air +++ peningkatan panen/pengumpulan air ++ resapan permukaan/akuifer air tanah + pengurangan bahaya terhadap dampak buruk	Kerugian ekologis Tidak ada
Keuntungan bagi luar lokasi +++ peningkatan ketersediaan air +++ pengurangan banjir di daerah hulu	Kerugian bagi luar lokasi Tidak ada
Kontribusi terhadap kesejahteraan/penghidupan manusia Data tidak tersedia	

+++ : tinggi, ++ : sedang, + : rendah

Keuntungan/biaya menurut pengguna lahan	Keuntungan berbanding biaya	jangka pendek:	jangka panjang:
		Pembangunan	negatif
	Pemeliharaan/berulang	netral	sangat positif

Penerimaan / penerapan: catatan tahun 1991 mengindikasikan setidaknya terdapat 537 bendungan semacam ini di Zambia. Pada daerah penelitian terdapat lebih dari 293 bendungan yang digunakan untuk 1,1 juta populasi ternak dan hampir 1 juta populasi manusia.

Pernyataan Penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan	Kelemahan dan → cara mengatasi
Bendungan tanah yang kecil memungkinkan diversifikasi kegiatan yang menghasilkan pendapatan termasuk pembibitan pohon, pembuatan batu bata, budidaya ikan, ternak bebek dan angsa dan dengan demikian akan mengentaskan kemiskinan → peningkatan akses menuju pasar akan sangat penting untuk mendukung kegiatan yang menghasilkan pendapatan tersebut.	Bendungan adalah milik masyarakat bersama → dibutuhkan organisasi dan komitmen masyarakat yang kuat.
Menghemat waktu dengan mengurangi jarak pengambilan air untuk keperluan rumah tangga → hak dan perjanjian penggunaan air yang jelas dan adil.	Risiko pendangkalan → pembersihan sedimen dan konservasi area tangkapan adalah hal yang sangat penting.
Mengurangi risiko gagal panen dengan menjembatani periode kemarau panjang sehingga berkontribusi pada ketahanan pangan dan adaptasi perubahan iklim → penggabungan dengan praktik budidaya hemat air seperti pemulsaan, pencerukan, dll.	Kerentanan terhadap perubahan iklim → peningkatan kedalaman dan desain penyimpanan agar dapat bertahan setidaknya untuk dua musim hujan.
Mengurangi kerusakan akibat erosi tanah dan banjir dengan menyimpan kelebihan air limpasan → menggunakan pendekatan pengelolaan DAS terpadu untuk mengurangi risiko banjir dan erosi.	Kerugian karena penguapan dan rembesan → mempertahankan desain minimal dengan kedalaman 4 meter; jika rembesan tinggi: mempersiapkan bahan yang kedap air pada tanggul hulu, seperti: tanah liat atau lapisan plastik jika perlu.
Kemungkinan pengairan untuk ternak desa di dekat desa mengurangi pemadatan tanah dan erosi → pengaturan akses ternak untuk menghindari kerusakan di sekitar sumber air dan melindungi sumber air dari polusi.	

Referensi utama: Frot, E., van Wesemael, B., Benet, A.S dan House, M.A, 2008. Water harvesting potential in function of hillslope characteristics: A case study from the Sierra de Gador (Almeria province, south-east Spain). Journal of Arid Environments, 72(7): 1213-1231

Narahubung: Maimbo Malesu, ICRAF-CGIAR; Nairobi, Kenya; m.malesu@cgiar.org



Sumur isi ulang

Tunisia - *Puits filtrant (Bahasa Perancis)*

Sumur isi ulang terdiri dari satu lubang yang dibor hingga kedalaman 30-40 m dan mencapai muka air, serta satu filter sekitarnya yang memungkinkan injeksi langsung air banjir ke dalam akuifer.

Cekungan isi ulang atau sumur isi ulang merupakan metode pengisian air tanah yang banyak digunakan di seluruh dunia. Meskipun resapan air tanah yang berfungsi sebagai penyimpanan air pada saat air melimpah serta sebagai cadangan pada musim kering memiliki sejarah panjang sejak ribuan tahun lampau sumur resapan sendiri baru mulai digunakan pada abad ke dua puluh, terutama selama Perang Dunia II setelah terjadi kekhawatiran terhadap serangan pada fasilitas pasokan air. Sumur-sumur ini kemudian terus digunakan sebagai pengendali intrusi air laut, pengolahan air limbah, pemanenan air di daerah kering, dan penyimpanan air yang strategis.

Penggunaan sumur resapan pada umumnya dikombinasikan dengan bendungan pengendali bronjong karena dapat meningkatkan resapan air banjir ke dalam akuifer. Pada daerah dengan permeabilitas batuan dasar di depan bronjong yang dinilai terlalu rendah, sumur isi ulang dapat dibangun pada dasar wadi (sungai ephemeral). Air disimpan oleh bendungan pengendali bronjong dan mengalir melalui sumur isi ulang yang memungkinkan percepatan perkolasi ke dalam akuifer.

Sebuah sumur isi ulang terdiri dari sebuah pipa dalam yang panjang dan dikelilingi oleh sebuah pipa luar dengan keliling 1-2 m. Daerah antara pipa diisi dengan kerikil dasar sungai yang berfungsi sebagai filter sedimen. Air memasuki sumur melalui lubang berbentuk persegi panjang (dengan panjang hampir 20 cm dan lebar beberapa mm) yang terletak pada pipa luar, dan mengalir pada lubang bagian dalam setelah melewati kerikil dan lubang bor berbentuk persegi panjang. Ketinggian sumur pada permukaan sekitar 2-3 m dengan kedalaman terhubung pada kedalaman muka air (biasanya hingga 40 m). Lubang bor terhubung langsung dengan akuifer yang terhubung secara langsung melalui muka air atau secara tidak langsung melalui retakan. Volume kolam tergantung pada ukuran bendungan pengendali bronjong tetapi umumnya berkisar antara 500 dan 1000 m³. Air yang telah disaring dapat langsung mengalir dalam akuifer pada kecepatan di atas normal melalui tanah dan lapisan dasarnya.

Perancangan harus dilakukan terutama oleh ahli hidrogeologi dan spesialis konservasi tanah dan air untuk menentukan lokasi potensial dan peralatan pengeboran yang diperlukan. Pengeboran harus dilakukan oleh perusahaan yang telah ditentukan.

Tergantung pada kondisi geologi, keseluruhan biaya yang diperlukan adalah sekitar US\$ 5.000-10.000. Sumur isi ulang digunakan untuk mengisi ulang akuifer air tanah dalam yang sebagian besar dimanfaatkan oleh lembaga pemerintah. Namun, peternakan irigasi milik pribadi juga memperoleh manfaat tidak langsung dari peningkatan ketersediaan air tanah.

Kiri atas: Sumur isi ulang juga mengurangi adanya kubangan, dan penguapan, dengan menyuntikkan air banjir secara cepat ke dalam akuifer yang menjadi tempat untuk menyimpan air dan kemudian dapat digunakan untuk tujuan yang lain. Gambar di atas adalah contoh sumur isi ulang baik di belakang bendungan pengendali bronjong setelah hujan. (Foto: M. Ouessar)

Kanan atas: Sumur isi ulang A juga harus selalu dikombinasikan dengan bendungan pengendali bronjong yang mencegah pergerakan air banjir hilir dan menciptakan kolam sementara. (Foto: S. Temmerman)



Lokasi: Medenine

Kawasan: Medenine nord

Wilayah teknologi: 10-100 km²

Tindakan konservasi: struktural

Tahap intervensi: pencegahan degradasi lahan

Asal: dikembangkan secara eksternal/diperkenalkan 10-50 tahun yang lalu melalui proyek

Penggunaan lahan: lahan pertanian, lahan penggembalaan

Iklim: tandus, subtropis

Referensi basis data WOCAT: QT TUN014en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Pendekatan Terkait: pendekatan manajemen DAS Lahan Kering (QA TUN09)

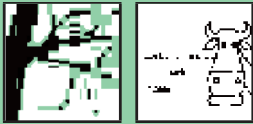
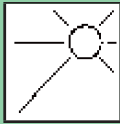

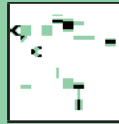
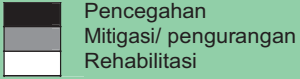
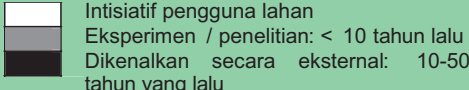
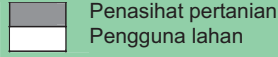
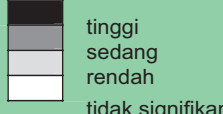
Disusun oleh: Mohamed Ouessar, Houcine Yahyaoui, Institut des Régions Arides (IRA), Tunisia

Tanggal: 31 Januari 2009, diperbarui 10 Juni 2011

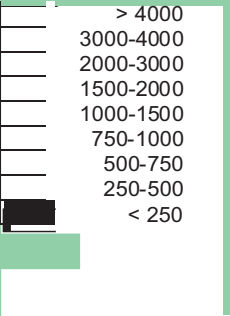
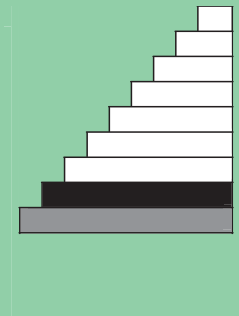
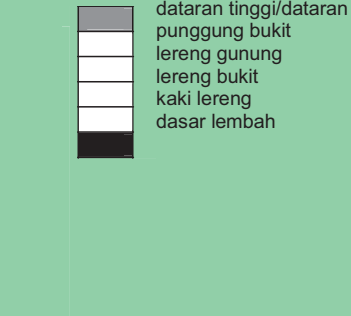

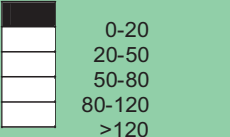


Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan: Hilangnya Limpasan air, erosi sungai, risiko banjir, kekeringan

<p>Penggunaan lahan</p>  <p>tanaman pohon lahan penggembalaan dan perdu yang luas</p>	<p>Iklim</p>  <p>Tandus, subtropis</p>	<p>Degradasi</p>  <p>Degradasi air: kekeringan</p>	<p>Tindakan konservasi</p>  <p>Struktural: sumur</p>	
<p>Tahap intervensi</p>  <p>Pencegahan Mitigasi/ pengurangan Rehabilitasi</p>	<p>Asal</p>  <p>Intisiatif pengguna lahan Eksperimen / penelitian: < 10 tahun lalu Dikenalkan secara eksternal: 10-50 tahun yang lalu</p>	<p>Tingkat pengetahuan teknis</p>  <p>Penasihat pertanian Pengguna lahan</p>		
<p>Penyebab utama degradasi lahan: Penyebab langsung - disebabkan oleh manusia: disebabkan oleh abstraksi/pemanfaatan air secara berlebihan (untuk irigasi, industri, dll)</p>				 <p>tinggi sedang rendah tidak signifikan</p>
<p>Fungsi teknis utama: - peningkatan level air tanah, resapan air tanah</p>	<p>Fungsi teknis sekunder: - Pemanenan air/peningkatan pasokan air</p>			

Lingkungan

<p>Lingkungan alami</p> <p>Rata-rata curah hujan tahunan (mm)</p> 	<p>Ketinggian (m d.p.l.)</p> 	<p>Bentuk lahan</p> 	<p>Kemiringan (%)</p> 
<p>Kedalaman tanah (cm)</p> 	<p>Musim tanam: 180 hari (Oktober sampai April) Tekstur tanah: sedang (tanah liat) Kesuburan tanah: sangat rendah Bahan organik pada tanah lapisan atas rendah (<1%) Drainase/infiltrasi tanah: sedang</p>		<p>Kapasitas penyimpanan air tanah: sedang Muka air tanah: 5-50 m Ketersediaan air permukaan: rendah, tetapi terdapat masa berlebih (banjir) Kualitas air: sedang Keanekaragaman hayati: sedang</p>
<p>Toleransi terhadap iklim ekstrim: semua kecuali banjir bandang Sensitif terhadap iklim ekstrim: banjir bandang</p>			

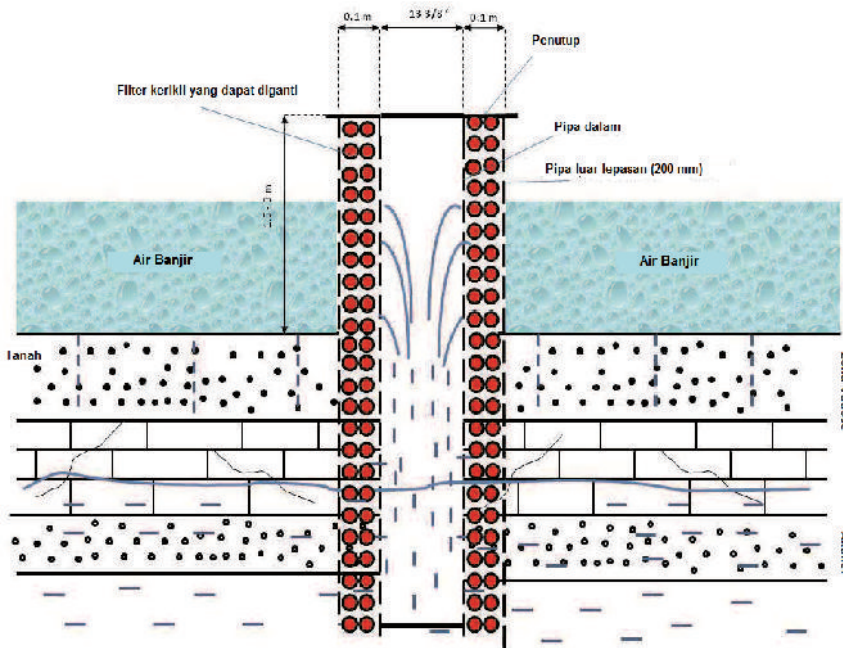
Lingkungan manusia

Lahan campuran per rumah tangga (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Pengguna lahan: karyawan (perusahaan, pemerintah)
Kepadatan penduduk: 10-50 jiwa/km²
Pertumbuhan penduduk per tahun: 0,5-1%
Kepemilikan lahan: negara
Hak guna lahan: komunal (diatur)
Hak guna air: komunal (diatur)
Tingkat kekayaan relatif: menengah, yang mewakili 70% pengguna lahan; 75% dari total lahan rata-rata dimiliki oleh pengguna lahan.

Pentingnya pendapatan luar pertanian: >50% dari semua pendapatan
Akses layanan dan infrastruktur: rendah: jasa keuangan; sedang: kesehatan, bantuan teknis, pekerjaan, pasar, energi, jalan dan transportasi, air minum dan sanitasi; tinggi: pendidikan
Orientasi pasar: beragam (subsisten dan komersial)



Gambar teknik

Skema representasi komponen utama sumur isi ulang. Air banjir yang ditahan di belakang bendungan pengendali bronjong mengalir melalui pipa luar dan filter kerikil kemudian menuju muka air. Penyumbatan filter adalah salah satu masalah utama yang harus diperhatikan dan diselesaikan. (Mohamed Ouessar)

Kegiatan pelaksanaan, masukan dan biaya

Kegiatan pembangunan

1. Pengeboran
2. Instalasi

Masukan dan biaya pembangunan per unit

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja	7'000	0
Material bangunan	1'000	0
TOTAL	8'000	0

Maintenance/recurrent activities

1. Pembersihan endapan pada filter
2. Perbaikan

Maintenance/recurrent inputs and costs per unit per year

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja	500	0
Bahan konstruksi	100	0
TOTAL	600	0

Keterangan: Biaya per unit dihitung per satu hektar lahan yang memanfaatkan sumur isi ulang. Tenaga kerja adalah faktor yang paling mempengaruhi biaya. Tingkat upah lokal adalah US\$ 10/hari.

Pengkajian

Dampak teknologi	
Keuntungan produksi dan sosial-ekonomi +++ peningkatan ketersediaan air minum +++ peningkatan ketersediaan/kualitas air untuk ternak +++ peningkatan ketersediaan/kualitas air irigasi	Kerugian produksi dan sosial-ekonomi tidak ada
Keuntungan sosial-budaya + Mitigasi konflik + Peningkatan pengetahuan konservasi/erosi	Kerugian sosial budaya Tidak ada
Keuntungan ekologis +++ Penyerapan muka/akuifer air tanah ++ Peningkatan pemanenan/penampungan air ++ Penurunan bahaya terhadap bencana (banjir, kekeringan) ++ Penurunan kadar garam	Kerugian ekologis ++ Risiko kontaminasi pada akuifer
Keuntungan bagi luar lokasi ++ Peningkatan ketersediaan air ++ Mengurangi banjir pada daerah hilir + Mengurangi kerusakan pada infrastruktur umum/pribadi	Kerugian bagi luar lokasi ++ pengurangan air permukaan menuju daerah hilir
Kontribusi terhadap kesejahteraan/penghidupan manusia ++ peningkatan ketersediaan air untuk konsumsi, pertanian dan ternak	

+++ : tinggi, ++ : sedang, + : rendah

Manfaat/biaya menurut pengguna lahan	Keuntungan berbanding biaya	jangka pendek:	jangka panjang:
		Pembangunan	sangat positif
	Pemeliharaan/berulang	sangat positif	positif

Manfaat jangka panjang sedikit berkurang karena masalah pendangkalan.

Penerimaan / penerapan: tidak ada keluarga pengguna lahan yang menerapkan teknologi dengan dukungan material eksternal. Teknologi ini semata-mata dilaksanakan oleh instansi pemerintah

Pernyataan penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan	Kelemahan dan → cara mengatasi
Pengisian ulang akuifer → pemilihan lokasi yang sesuai dan metode pengeboran yang baik.	Pendangkalan filter → pemeliharaan filter.
	Kerusakan akibat geometri dan karakteristik akuifer → pemilihan lokasi yang sesuai
	Mempertahankan air bagi pengguna di hilir → rencana pengelolaan DAS yang baik.

Referensi utama: Yahyaoui, H., Ouessar, M. 2000. Abstraction and recharge impacts on the ground water in the arid regions of Tunisia: Case of Zeuss-Koutine water table. UNU Desertification Series, 2: 72-78 / Temmerman, S. 2004. Evaluation of the efficiency of recharge wells on the water supply to the water table in South Tunisia. Disertasi, Ghent University, Belgium.

Narahubung : Ouessar Mohamed, Institut des Régions Arides , 4119 Medenine, Tunisia, Yahyaoui Houcine, CRDA, 4100 Medenine, Tunisia, Ouessar.Mohamed@ira.rnrt.tn

PENGUMPULAN AIR TANGKAPAN MIKRO



Demilun dengan mulsa, Niger. (HP. LiNiger)

Ringkasan

Uraian singkat

Sistem Pengumpulan air tangkapan mikro (PAmikro) dirancang untuk menangkap dan menampung limpasan dari daerah tangkapan air yang relatif kecil, biasanya (10-500 m²) dalam batas lahan pertanian. Air limpasan diarahkan menuju daerah penerapan dan kemudian dikumpulkan pada lubang, cekungan dan pematang. Air kemudian meresap ke dalam tanah, dan digunakan untuk menanam tanaman. Air yang dikumpulkan kemudian disimpan di zona akar untuk mengairi tanaman pangan seperti sorgum, millet, jagung, perdu, pohon atau tanaman pakan ternak. Rasio antara area tangkapan (pengumpulan) dengan area budidaya (aplikasi) dapat bervariasi antara 2:1 hingga 10:1. Ukuran tangkapan dapat dengan mudah dikontrol oleh petani, sehingga sistem ini mudah untuk diadaptasi dan ditiru. PAmikro adalah sistem kecil yang direplikasi berkali-kali dengan desain yang identik. Daerah resapan dan aplikasi dibuat bergantian dalam bidang yang sama, sehingga konsentrasi air hujan terbatas pada permukaan tempat tumbuhnya tanaman. Sebagai perbandingan, PAmikro adalah sistem yang jauh lebih besar dengan satu tangkapan di luar daerah budidaya.

Penyimpanan air dan tujuannya

Air yang tertampung disimpan dalam profil tanah - di zona akar - dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman. Ketika sistem tersebut diterapkan pada wilayah yang luas, resapan air tanah yang signifikan mungkin terjadi.

Teknologi yang umum digunakan

Lubang tanam (misalnya *zai*, *tassa*, *chololo*), cekungan mikro (misalnya *negarim*, *meskat*), guludan berbentuk segitiga/V, guludan setengah lingkaran, teras alis, cekungan PA *vallerani*, penghalang lintas-lereng (misalnya penghalang/jalur vegetatif, guludan berblok, guludan/punggung bukit kontur, guludan batu, teras bangku kontur).

Penerapan

PAmikro sesuai untuk untuk daerah semi-tandus dan tandus dengan variabilitas curah hujan tinggi selama musim hujan. Sistem ini dapat dibangun di hampir semua lereng, termasuk dataran yang hampir rata selama terdapat aliran permukaan yang dapat ditangkap. Tanah harus cukup dalam untuk memudahkan pembuatan lubang, cekungan, dan untuk penyimpanan air yang dikumpulkan. Tanah dengan kecenderungan pembentukan lapisan dan kerak pada permukaan tanah sangat sesuai untuk menghasilkan limpasan pada daerah tangkapan air. Selanjutnya, PAmikro dapat diterapkan pada tanah dengan degradasi berat untuk proses rehabilitasi produktif serta mengurangi erosi dan banjir.

Peningkatan ketersediaan air	
Air minum (kualitas tinggi)	t/a
Penggunaan domestik (rumah tangga)	t/a
Ternak menetap	t/a
Ternak pastoral	+
Pertanian tadah hujan	+++
Irigasi oportunistik	t/a
Irigasi tambahan	t/a
Irigasi tanaman di halaman belakang/kebun dapur	+
Pengisian ulang akuifer	+

Sasaran masalah pembangunan	
Mencegah/memulihkan degradasi lahan	+++
Memelihara dan meningkatkan ketahanan pangan	+++
Mengurangi kemiskinan di daerah perdesaan	++
Menciptakan lapangan kerja di daerah perdesaan	+
Mendukung kesetaraan gender/kelompok marginal	+
Mengurangi risiko kegagalan produksi	+++
Meningkatkan produksi tanaman (termasuk tanaman buah)	+++
Meningkatkan produksi pakan ternak	++
Meningkatkan produksi kayu/serat	++
Meningkatkan produktivitas air	+
Menangkap sedimen dan nutrisi	++
Meningkatkan keanekaragaman hayati	++
Pencegahan/mitigasi bencana alam	+
Mitigasi perubahan iklim	+++
Adaptasi perubahan iklim	
Ketahanan terhadap kondisi kering ekstrim	+
Ketahanan terhadap curah hujan yang beragam	++
Ketahanan terhadap hujan dan badai angin ekstrim	+
Ketahanan terhadap peningkatan suhu dan penguapan	++

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah, +/- netral, t/a: tidak ada

Ketahanan terhadap keberagaman iklim

Pengumpulan air pada tangkapan mikro mengurangi risiko kegagalan produksi akibat kekurangan air yang identik dengan keberagaman curah hujan dan musim kering panjang. Pengumpulan air ini mengakumulasi dan mengumpulkan air dan memungkinkan pertumbuhan tanaman (termasuk penanaman pohon) di daerah dengan curah hujan rendah, atau tidak dapat diandalkan. Meskipun metode pertanian limpasan dapat meningkatkan ketersediaan air, tetapi masih terdapat risiko iklim. Pada tahun-tahun dengan curah hujan yang sangat rendah, sistem ini tidak mampu mengatasi kekurangan air secara keseluruhan.

Keuntungan utama

- Peningkatan ketersediaan air, mengurangi risiko kegagalan produksi, peningkatan hasil tanaman, produksi pakan ternak dan pohon dan peningkatan efisiensi penggunaan air.
- Mudah dirancang dan dikelola, berbiaya rendah dan dapat dibangun (dan diterapkan) oleh petani perseorangan, oleh karena itu mudah untuk ditiru.
- Efisiensi pengumpulan limpasan yang lebih tinggi dari sistem Pengumpulan air menengah atau skala besar; kerugian angkut yang rendah.
- Pengendalian erosi dan perangkap sedimen yang kaya nutrisi dalam limpasan.
- Lahan yang harus dipersiapkan untuk penanaman serta masukan pupuk berkurang jika dibandingkan dengan persiapan konvensional seluruh lahan, sedangkan produksi secara keseluruhan meningkat dan risiko kegagalan berkurang.



Penerapan tangkapan mikro skala besar di Cina. (HP. LiNiger)



Tangkapan air dengan teras alis untuk penanaman pohon, Orissa, India. (HP. LiNiger)

Kerugian utama

- Tangkapan menggunakan lahan subur potensial; (kecuali lereng curam).
- Daerah tangkapan harus dipelihara agar bebas dari vegetasi. Namun, kerak sering terbentuk pada permukaan tangkapan yang kosong sehingga mengurangi pertumbuhan gulma secara alami.
- Sama seperti sistem Pengumpulan air lain, sistem dapat rusak selama hujan badai berat.
- Jika tidak dirawat dengan baik, erosi tanah dapat terjadi dan investasi awal akan hilang.

Rasio keuntungan-biaya

Teknologi	jangka pendek	jangka panjang
Cerukan tanam	+ / ++	+++
Cekungan mikro dan parit	- / +	+++
Jalur vegetatif	+	++
Teras fanya juu	-	++
Lajur batu dan guludan	- / +	++
Keseluruhan	+	++

--- sangat negatif; -- negatif; - cukup negatif; -/+ netral; + cukup positif; ++ positif; +++ sangat positif; (WOCAT, 2012).

Biaya untuk pembangunan sistem PAMikro yang paling utama adalah tenaga kerja. Jika dibandingkan dengan PAmakro, PAMikro memakan lebih sedikit biaya tenaga kerja. Biaya yang sama akan tetap muncul setiap musim tanam untuk struktur non permanen dan tanaman tahunan. Dalam hal ini, perbandingan keuntungan dan biaya jangka panjang lebih rendah dibandingkan dengan struktur permanen yang diperlukan dalam PAmakro. Sebagai tambahan, masukan rutin terutama digunakan untuk pertanian - seperti bibit, kompos, pupuk buatan, dll.

Penerapan dan peningkatan

Secara keseluruhan, tingkat adopsi praktik PAMikro tetap relatif rendah dengan beberapa pengecualian seperti di region Plateau Central di Burkina Faso. Di daerah ini banyak ditemukan lubang tanam *zaï*. Pengguna lahan ragu untuk berinvestasi jika jaminan kepemilikan lahan tidak memadai atau akses menuju pasar terbatas sehingga sulit untuk menjual kelebihan produksi. Sistem cerukan tidak memakan banyak biaya tetapi membutuhkan input tenaga kerja yang tinggi. Sebaliknya, bangunan permanen seperti guludan batu membutuhkan biaya pembangunan yang tinggi. Oleh karena itu, praktik yang lebih mudah dan murah untuk dilaksanakan akan lebih cepat berkembang.

Contoh: Pengumpulan air dengan alur yang disempurnakan untuk tanaman zaitun di Suriah

Pengumpulan limpasan telah digunakan untuk kebun tanaman zaitun di barat laut Suriah di daerah yang dianggap terlalu kering untuk tanaman zaitun. Dalam satu percobaan, pohon ditanam dengan jarak 8 m, di dalam dan di antara baris. Alur berbentuk 'tulang ikan' digali di sekitar pohon-pohon tersebut untuk memanen air limpasan. Alur-alur dibuat secara manual dengan cangkul dan diperkuat dengan batu. Alur-alur tersebut mengalihkan limpasan air hujan menuju tangkapan mikro yang kemudian terkumpul pada cekungan di sekitar pohon. Setiap pohon diairi oleh daerah tangkapan seluas 60 m². Alur-alur tersebut dibuat kembali setiap tahun (F. Turkelboom et al. dalam LiNiger dan Critchley, 2007; WOCAT, 2012).



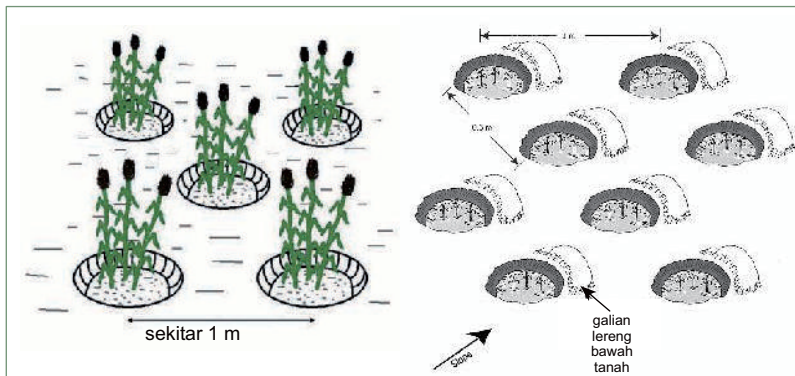
Alur-alur pengumpul limpasan di kebun zaitun, Suriah. (F. Turkelboom)

Teknologi

Cerukan tanam

Cerukan tanam adalah cekungan kecil yang ditanami beberapa bibit tanaman tahunan atau menahun. Cerukan-cerukan ini dibentuk dalam berbagai ukuran, bentuk, dan kerapatan (cerukan/ha). Cerukan pada umumnya memiliki lebar 20-30 cm dan kedalaman 20-30 cm dengan jarak 60 cm-1 m. Rasio C:A adalah 3:1. Cerukan ini digali menggunakan tangan. Tanah yang digali ditempatkan di lereng bawah cerukan dan terkadang dibentuk menjadi bukit kecil untuk menangkap curah hujan dan limpasan dengan baik. Pengguna dapat menambahkan pupuk kandang dan/atau pupuk buatan pada setiap lubang. Cerukan sering dikombinasikan dengan lapisan batu untuk merehabilitasi lahan terdegradasi dan berpermukaan keras dan agar dapat dibudidayakan kembali. Rumput yang tumbuh di antara batu-batu membantu meningkatkan penyerapan dan mempercepat akumulasi sedimen subur. Cerukan tanam digali pada tanah yang datar hingga landai (0-5%) dengan curah hujan 350-600 mm/tahun. Contoh-contoh cerukan antara lain: *tassa* di Niger, *zaï* di Burkina Faso, *chololo* di Tanzania, *agun* di Sudan, *kofyar* di Nigeria, *katumani* dan *tubukiza* untuk produksi pakan ternak di Kenya, *yamka* di Kyrgyzstan: *yamkas* digunakan untuk penanaman pohon dalam cerukan pada halaman sekolah, lapangan, dan lahan datar lainnya yang tidak dapat atau sulit teririgasi. Cerukan ini juga dapat digunakan untuk tanaman tahunan.

Cerukan *ngoro* (*matengo*) di Tanzania memiliki desain yang sedikit berbeda: cerukan ini berbentuk persegi, lebih luas dan lebih dalam, dengan masing-masing cerukan dikelilingi oleh empat guludan tanah yang dibuat di atas lapisan rumput. Tanaman (biasanya jagung) ditanam pada guludan tersebut untuk menerima nutrisi dari rumput yang mengkompos.



Kiri: Cerukan *zaï* dari Burkina Faso (Mati, 2005).

Kanan: Gambar teknis cerukan *chololo* dari Tanzania (Mutunga dan Critchley, 2001).

Karakteristik cerukan tanam

Nama	Negara	Tanaman	Bentuk	Kedalaman (cm)	Lebar (cm)	Jarak antar baris (cm)	Jarak dalam baris (cm)
<i>Zaï</i>	Burkina Faso	Sorgum	Lingkar	15-50	30-50	60-75	30-50
<i>Katumani</i>	Kenya	Pakan ternak	Bulan sabit	15-20	Tidak tersedia	Tidak tersedia	Kontinu
Cerukan <i>chololo</i>	Tanzania	Milet	Lingkar	20-25	20-25	100	0,5
Cerukan pisang	Kenya, Tana	Pisang	Persegi	60	60	300	300
Cerukan tebu	Kenya, Mwingi	Tebu	Persegi	60-75	100	60	60
Cerukan 5x9	Kenya	Jagung	Persegi	60	60	n/a	n/a
<i>Tumukiza</i>	Kenya Barat	Napier	Beragam	Beragam	Beragam	Beragam	Beragam

n/a: tidak tersedia

(Critchley dan Mutunga, 2003; Desta, 2005; Mati, 2006; Ondur dan Muchena, 2011 dalam Knoop et al., 2012)



Tanaman zaitun tumbuh di cerukan tanam di Maroko (HP. LiNiger)



Cerukan tanam (*tassa*) sebelum penanaman dan musim hujan, Niger. (HP. LiNiger)



Tassa dipenuhi oleh air hujan di Niger. (W. Critchley)

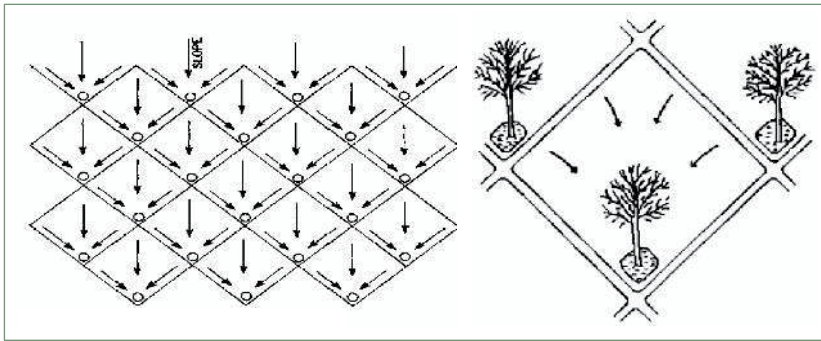


Pengguna lahan merawat tanaman sorgum miliknya pada lahan dengan *tassa*. (P. Benguerel)

Cekungan dan cekungan mikro

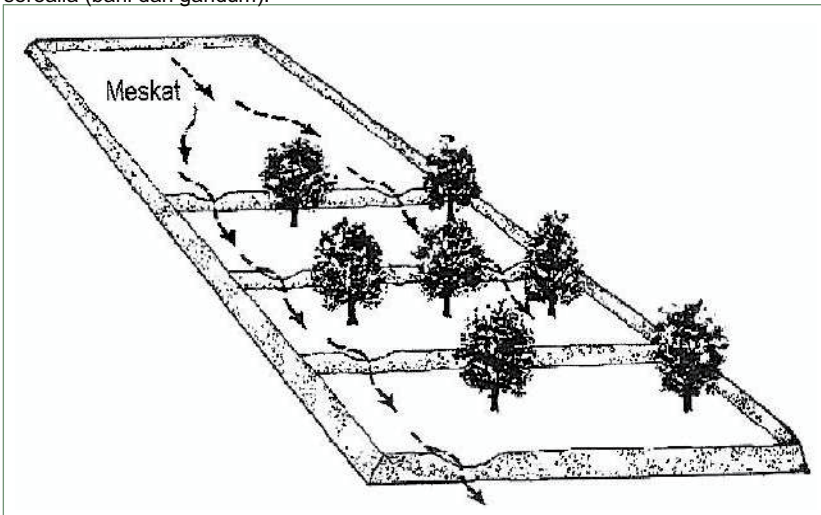
Penerapan PAmikro ini terdiri dari berbagai bentuk cekungan kecil, dikelilingi oleh guludan tanah rendah. Guludan menyalurkan limpasan ke titik terendah cekungan yang diserap oleh tanaman. Cekungan ini terdiri dari berbagai jenis:

Negarim adalah cekungan limpasan berbentuk berlian kecil, dikelilingi oleh guludan tanah yang rendah. Limpasan meresap pada puncak terendah tempat pohon ditanam. Ukuran *negarim* yang diketahui adalah 100-250 m² di Israel dan hingga 400 m² di India. Karena 15-90% curah hujan dapat dipanen sebagai limpasan dan digunakan untuk penanaman pohon, rasio tangkapan daerah tanam berkisar antara 3:1 hingga 10:1 dan mencapai 25:1 pada area yang lebih datar dan kering. Sistem ini dapat diterapkan pada lahan berlereng (1-20%), tetapi lebih sering ditemukan pada kemiringan 1-5% di daerah dengan curah hujan 150-500 mm/tahun. Di Timur Tengah, *negarim* digunakan untuk penanaman pohon buah-buahan, terutama aprikot, zaitun, almond, anggur, delima, dan pistachio. *Negarim* juga digunakan untuk penanaman semak pakan ternak serta pepohonan asli.



Kiri: Susunan beberapa *negarim* (Critchley dan Siegert, 1991)
Kanan: Tampilan jarak dekat sebuah *negarim* (dalam Schauwecker, 2010)

Meskat adalah cekungan limpasan berbentuk persegi panjang yang terdiri dari daerah tangkapan yang disebut *meskat* seluas 500 m², dan area tanam yang disebut *mankaa* seluas 250 m² (rasio C:A adalah 2:1). Seluruh sistem ini dikelilingi oleh guludan setinggi 20 m², dan dilengkapi dengan saluran agar limpasan mengalir menuju *mankaa*. Satu *meskat* dapat memiliki lebih dari satu *mankaa* yang disusun secara berurutan (lihat gambar di bawah). Kelebihan limpasan mengalir dari satu *mankaa* ke *mankaa* yang lain. *Meskat* sesuai untuk diterapkan di daerah dengan kemiringan 2-15% dan untuk daerah yang memiliki curah hujan tahunan sebesar 200-400 mm. *Meskat* biasa digunakan untuk penanaman pohon (misalnya zaitun, buah ara, kurma), anggur dan sereal (barli dan gandum).



Tangkapan mikro *meskat* di Tunisia (Prinz, 1996).



Tangkapan mikro untuk penanaman pohon, Etiopia. (HP. LiNiger)



Cekungan mikro atau parit (*tranchées*) di Niger. (HP. LiNiger)



Negarim untuk pohon akasia di Turkana, Kenya. (HP. LiNiger)

Contoh: *Meskat* di Tunisia

Sistem *meskat* adalah PAmikro tradisional yang hanya digunakan untuk penanaman pohon. Di Tunisia, *meskat* mencakup lahan seluas 300.000 ha untuk budidaya tanaman zaitun pada bidang *mankaa* terpadu. *Meskat* diterapkan di daerah dengan curah hujan tahunan 200-400 mm dan kemiringan 2-15% (Taamallah, 2010).



Meskat dengan pohon zaitun di zona Msaken, Sousse, Tunisia (H. Taamallah).

Guludan berbentuk segitiga/V: Serupa dengan negarim, guludan tanah ini berketinggian 0,5 m dengan lubang di puncak, tempat air disimpan sampai meresap ke dalam tanah. Guludan memiliki lebar 1-7 m dan biasanya dijajarkan dalam baris bertingkat. Puncak cekungan harus berada di atas kontur. Rasio C:A adalah sekitar 5:1. Guludan ini banyak digunakan untuk penanaman pohon: almond, aprikot, persik, pistachio, zaitun, atau delima, dan semak pakan ternak. Pada umumnya guludan ini diterapkan di daerah dengan kemiringan hingga 20% dengan curah hujan tahunan lebih dari 300 mm.

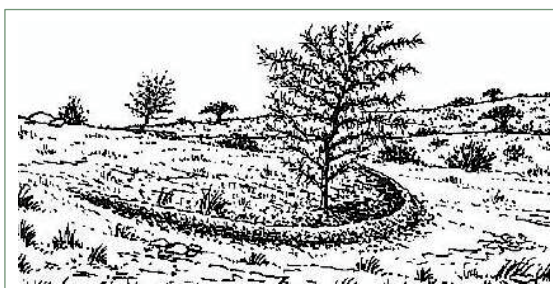


Guludan batu segitiga (berbentuk-V) (Benli, 2012)

Guludan setengah lingkaran biasanya terbuat dari tanah atau batu dan umumnya berdiameter 2-8 m (hingga 12 m). Puncak guludan diletakkan pada garis kontur, menghadap atas lereng. Guludan setinggi 30-50 cm dibangun dalam barisan bertingkat pada lahan – baris kedua menangkap limpasan yang mengalir di antara struktur pada baris atas, dan seterusnya. Rasio C:A berkisar antara 1:1 hingga 3:1. Dalam kondisi kering, guludan dibuat lebih besar. Dalam kondisi basah, guludan berukuran lebih kecil dibangun per hektar dalam jarak yang lebih dekat. Guludan setengah lingkaran dapat dibuat pada kemiringan hingga 15%, tetapi guludan tanah jarang digunakan pada tanah curam dengan kemiringan lebih dari 5% dengan curah hujan lebih dari 300 mm/tahun. Guludan berbentuk setengah bulan (Bahasa Perancis: *demi-lunes*) yang lebih besar dan berjarak lebih jauh dari guludan biasa terutama digunakan untuk lahan penggembalaan atau produksi pakan ternak. Guludan setengah bulan yang kecil dan berjarak dekat digunakan untuk menanam pohon dan perdu. Di Sahel, guludan ini sering digunakan untuk tanaman millet mutiara. Guludan efektif berfungsi sebagai *negarim* jika digunakan untuk penanaman pohon dengan sistem agroforestri dengan lubang galian tunggal pada titik terendah.



Guludan dengan pohon zaitun mengumpulkan air. (T. Oweis)



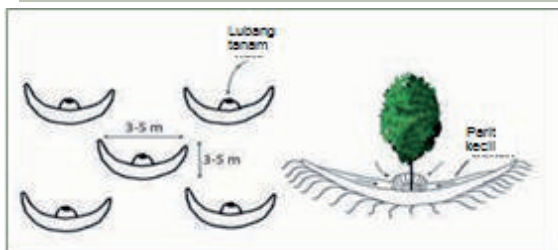
Guludan setengah lingkaran yang ditanami (Rocheleau et al., 1988 dalam Oweis et al., 2012).



Teras alis untuk penanaman pohon, India. (HP. Li Niger)

Contoh: Teras alis dan pagar hidup di Nepal

Lahan penggembalaan dengan degradasi berat di Nepal direhabilitasi dengan penggunaan teras alis untuk Pengumpulan dan pengendalian limpasan air hujan. Rumput dan pohon ditanam dan dilindungi oleh pagar. Tujuan utama adalah untuk membangun kembali penutup vegetasi di lahan rumput yang hampir benar-benar gundul. Teras alis digali bersama dengan parit drainase. Di sepanjang pegunungan pada teras alis dan parit juga ditanami beberapa jenis rumput. Pagar kontur didirikan antara parit dan teras alis dan pohon ditanam langsung di bawah cerukan (N. Guedel di WOCAT, 2012).



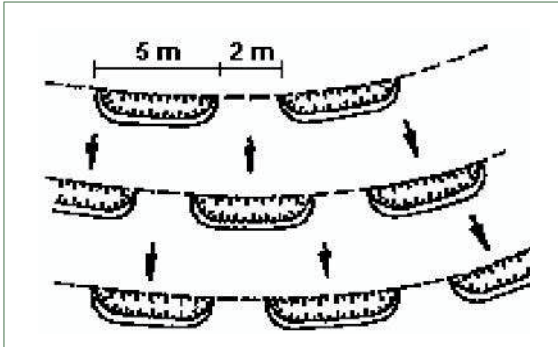
Tata letak sistem guludan setengah lingkaran (Mati, 2005)

Teras alis: Cekungan mikro yang menjadi memasok limpasan untuk pohon tunggal atau perdu pada lereng bukit kadang-kadang disebut teras alis. Teras tersebut juga dikenal sebagai 'teras bertingkat' karena bentuk lahan budidaya yang bertingkat. Luas tangkapan teras ini sekitar 5-50 m² dengan lahan budidaya seluas 1-5 m². Teknologi ini dapat diterapkan di lahan dengan kemiringan hingga 50%. Semakin curam lahan, semakin banyak guludan yang harus diperkuat oleh batu (jika tersedia). Teras Alis dapat diterapkan di daerah dengan curah hujan tahunan 200-600 mm.



Teras alis tampak sisi dan tampak atas (Schauwecker, 2010).

Cekungan Vallerani (demi-lunes mekanis) : *Demi-lunes* mekanis dapat dibangun dengan dua jenis bajak traktor yang sudah dimodifikasi: "kereta" dan "lumba-lumba". Traktor bajak jenis "lumba lumba" membentuk cekungan mikro berbentuk sabit sebanyak 5.000 -7.000 per hari, 400 cekungan mikro/ha. Sebuah cekungan mikro memiliki panjang 4-5 m, lebar 40 cm dan kedalaman 40 cm. Cekungan ini juga memiliki kapasitas air resapan sekitar 600 liter. Tingkat penanaman pohon juga sangat tinggi. Penggunaan bajak khusus ini sangat ekonomis untuk pengelolaan lahan yang luas serta saat dibutuhkan tindakan cepat di daerah daerah berpenduduk sedikit: misalnya untuk menghindari penggurunan yang mungkin akan terjadi. Bajak digunakan untuk penghijauan dan perbaikan padang rumput di negara- negara Mediterania, Afrika, dan Asia. Sistem ini dapat diterapkan di daerah dengan curah hujan tahunan 100- 600 mm dan pada lereng dengan kemiringan 2-10%..



Cekungan mikro Vallerani yang sepenuhnya mekanis (Prinz, 1996).

Penghalang lintas lereng

Ada beberapa jenis penghalang lintas lereng: penghalang vegetatif, tanah (sering dikombinasikan dengan vegetatif) dan batu.

Hambatan dan Lajur vegetatif permanen: terbuat dari rumput, semak atau pohon (sering dikombinasikan) untuk mengurangi hilangnya tanah dan meningkatkan penyerapan. Teknologi ini dilakukan tanpa langkah struktural yang dapat diterapkan baik padal ereng datar maupun curam. Lebar ajur rumput berkisar antara 0,5 -1,5 m. Pada lereng curam lebar lajur berkisar 2-4 m. Lajur pohon dan semak umumnya lebih luas antara 5-10 m. Karena lajur vegetatif biasanya ditempatkan di sepanjang kontur, jarak antar lajur ditentukan oleh kemiringan lahan. Pada lahan landai, lajur berjarak 20-30 m, sedangkan pada lahan curam lajur berjarak 10-15 m. Praktik dapat dilakukan dalam sistem skala kecil maupun besar. Lajur vegetatif juga dapat dimanfaatkan untuk kayu bakar dan pakan ternak jika lajur menggunakan varietas rumput perdu rapat yang sesuai (dipotong dan dibawa). Penghalang jenis ini membutuhkan biaya atau tenaga kerja yang lebih sedikit. Penghalang ini juga adalah cara yang umum dan mudah bagi pembuatan lahan dengan sistem "teras", terutama di daerah sub-lembab, karena tanah yang mengikis lereng atas terperangkap oleh vegetasi dari waktu ke waktu.

"*Tiger bush*" (*brousse tigrée*) adalah variasi alami lajur vegetatif yang dapat memanen air. Vegetasi ini terdiri dari beberapa jenis pohon atau perdu yang terpisah oleh tanah kosong atau rumput rendah penutup tanah yang tumbuh kira-kira sejajar dengan garis kontur dengan ketinggian yang sama. Vegetasi ini tumbuh di lereng rendah di daerah tandus dan semi-tandus, seperti Australia, Afrika Barat Sahelia, dan Amerika Utara. Di lahan kering, pohon tunggang dan semak-semak yang ditutupi rumput di bawah kanopi juga membentuk penghalang alami dan sistem Pengumpulan air. Penghalang ini mengumpulkan air dari tanah gundul yang tumbuh pada lereng di atas pohon dan perdu tersebut. 80-90% air hujan menjadi limpasan pada tanah gundul (antara pohon-pohon). Pohon-pohon dan rumput mengumpulkan limpasan dan mengakumulasinya dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh daerah gundul di sekitarnya.

Lajur budidaya: Dibuat pada lereng landai lajur tanam sepanjang kontur: bagian atas digunakan sebagai daerah tangkapan dan bagian lebih rendah digunakan untuk penanaman. Lebar lajur yang ditanami berkisar 1-3 m. Rasio C:A umumnya adalah 1:1, tetapi bisa mencapai 1:5 tergantung pada curah hujan dan tanaman. Seringkali guludan dibuat pada sisi dan ujung bawah lahan budidaya untuk menghambat limpasan dari lahan budidaya. Lajur budidaya digunakan di tanah datar atau lereng landai dengan kemiringan hingga 4%, kedalaman tanah minimal 1 m, serta curah hujan lebih dari 200 mm/tahun.



Cekungan mikro Vallerani (sepenuhnya mekanis). (www.vallerani.com).



Tangkapan mikro vallerani. (W. Critchley)



Lajur limpasan untuk lahan tanaman, Suriah (T.Oweis)



Pohon dan rumput mengambil limpasan dari tanah kosong dan menyimpannya dalam tanah di bawah kanopi pohon (HP, LiNiger)



Tampilan udara *tigrée brousse*. Jarak rata-rata antar lajur yang ditanami adalah 50 m, Parc "W", Niger. (N. Barbier)

Gulud tanah berblok: pada gulud tanah kecil dengan alur antar gulud dibentuk blok setiap jarak 0,5 -1,0 m. Gulud ini disebut gulud berblok. Pada lereng landai, dimensi khas gulud adalah 20-25 cm dan jarak antar gulud adalah 0,5-1,5 m tergantung pada curah hujan dan tanaman yang akan ditanam. Pada lahan datar guludan yang dipadatkan dan gulud dibuat untuk menghasilkan limpasan dengan jarak 1,2-10 m dan tinggi gulud 30-100 cm, tergantung pada curah hujan, tanaman yang akan ditanam, dan karakteristik tanah. Limpasan dikumpulkandi antara gulud Rasio daerah tangkapan dan daerah penerapan (C:A) berkisar antara 1:1 hingga 5:1. Jenis gulud ini membutuhkan pemeliharaan setiap musim tanam dan harus dibangun kembali setiap 5-6 musim. Gulud berblok sering dianggap sebagai bentukkasli konservasi air. Meskipun gulud berukuran besar, dapat dikatakan bahwa gulud dengan sendirinya berfungsi sebagai bentuk tangkapan mikro.



Gulud berblok dengan mulsa pada alur di Kenya (HP. LiNiger).

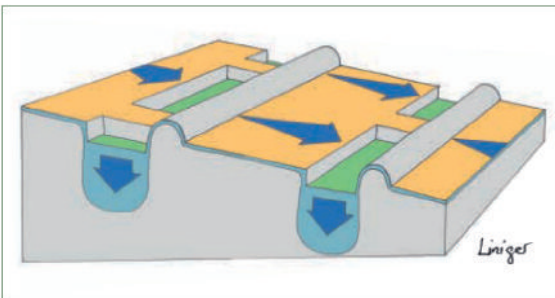
Guludan tanah kontur– lereng bawah (*Fanya chini*: "membuang ke bawah" dalam bahasa Kiswahili): Guludan tanah (di Afrika Selatan kadang kadang disebut sebagai 'gulud') dibuat di sepanjang kontur dengan menggali saluran dan membuat gulud kecil di bawah lereng. Kadang-kadang, tanah yang digunakan untuk membuat guludan diambil dari atas dan di bawah guludan tersebut. Guludan juga dapat diperkuat dengan vegetasi atau batu untuk stabilisasi. Guludan secara bertahap dibangun dengan pemeliharaan tahunan dan penambahan tanah pada guludan Keuntungan utama hal ini adalah bahwa lereng yang panjang dibagi menjadi 'petak' yang lebih kecil dengan lereng yang kurang curam mengakibatkan erosi berkurang dan limpasan lebih mudah meresap ke dalam tanah di antara guludan. Sebelum guludan membentuk undakan datar, guludan secara efektif membentuk tangkapan mikro dengan limpasan terkonsentrasi pada struktur lereng atas. Guludan ikatan silang dibuat secara berkala untuk menghindari aliran air lateral dan penembusan. Sistem guludan tersebut digunakan di daerah dengan curah hujan tahunan sebesar 300-600 mm dengan kemiringan 1-25%. Sistem ini dapat diterapkan pada semua jenis tanah yang relatif tahan air (misalnya aluvial, merah, laterit, coklat, dan tanah hitam dangkal dan medium) tetapi tidak pada tanah liat atau vertisol. Sistem ini sering digunakan untuk budidaya tanaman tahunan seperti jagung (*Zea mays*), tef (*Eragrostis tef*), atau kacang (*Vicia faba L*); namun, tanaman yang membutuhkan air yang lebih banyak, seperti pisang, buah-buahan dan sayuran juga mungkin dapat ditanam pada limpasan terkonsentrasi tepat di atas (terkadang tepat di bawah) guludan. Guludan kontur dapat digunakan secara khusus sebagai teknologi Pengumpulan air untuk penanaman pohon.



Guludan kontur lereng bawah di Rajasthan, India (HP. LiNiger).



Guludan kontur lereng bawah di Cape Verde (HP. LiNiger).



Guludan tanah kontur *fanya chini*.

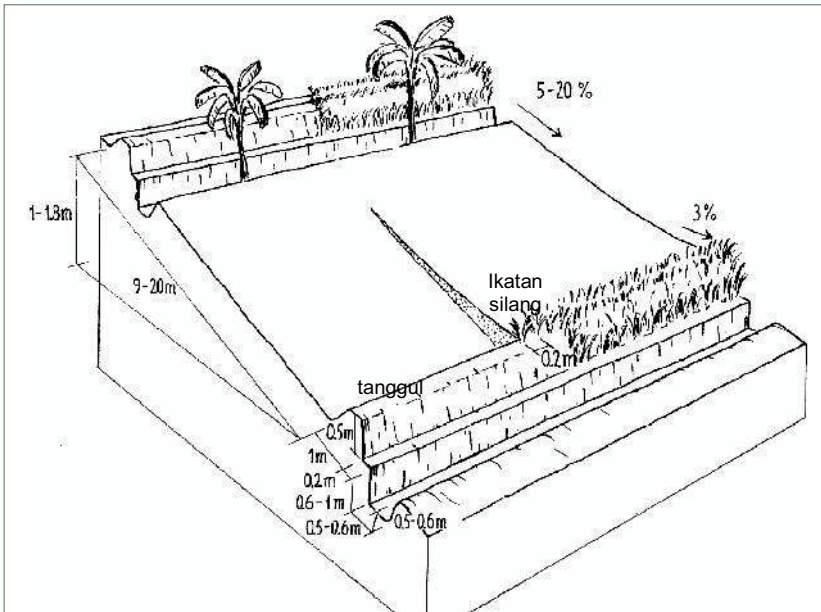
Guludan tanah kontur– lereng-atas (*Fanya juu*: "membuang ke atas" dalam bahasa Kiswahili) merupakan variasi teras bangku kontur yang biasa dibangun pada kemiringan 5-20%. Guludan ini dibangun dengan menggali parit dan melemparkan tanah ke lereng atas sehingga membentuk guludan. Parit biasanya berkedalaman 50-60 cm dan mungkin memiliki ikatan silang pada interval 10 m. Sebuah tanggul kecil yang terletak antara parit dan pematang berfungsi untuk mencegah tanah kembali longsor. Pembuatan *fanya juu* membutuhkan lebih banyak tenaga kerja daripada pembuatan *fanya chini*. Di daerah semi-tandus guludan biasanya dibangun untuk memanen dan menyimpan air hujan, sedangkan di zona sub lembab guludan dianggap secara lateral aman untuk pembuangan kelebihan debit limpasan. Guludan (undakan) sering distabilkan dengan rumput pakan ternak. Seiring waktu teras *fanya juu* yang miring ke depan dapat menjadi teras bangku kontur rata karena pengolahan kontur atau erosi tanah pada "teras". Penggunaan teras *fanya juu* tidak hanya ditemukan di Kenya, Etiopia dan Tanzania, tetapi juga terdapat di Zimbabwe.



Fanya chini and cekungan untuk penanaman pisang, Muranga, Kenya. (HP. LiNiger)

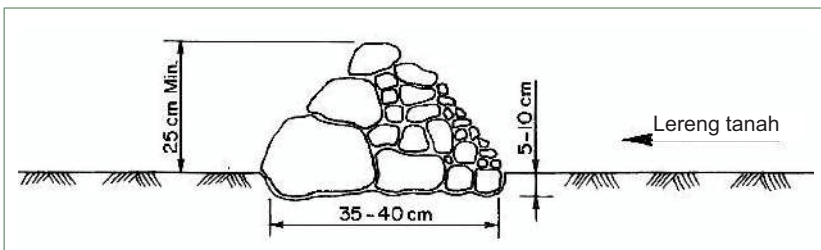


Teras *fanya juu* dengan lajur rumput yang sudah tertata dengan baik di daerah semi-tandus. Guludan kontur lereng atas dari waktu ke waktu berubah menjadi teras bangku (HP. LiNiger).



Gambar teknis *fanya juu* (M. Gurtner dalam LiNiger et al., 2011).

Lajur/guludan batu ("cordon de pierres"): Baris/guludan batu digunakan baik sebagai langkah konservasi tanah pada lahan dengan kemiringan > 5% (guludan) atau Pengumpulan air pada dataran yang cukup landai (<5%) di daerah semi-tandus (lajur). Oleh karena itu, lajur batu menggabungkan elemen teknologi tangkapan makro dan mikro tergantung pada limpasan yang dikumpulkan baik dari tangkapan eksternal atau pada lahan. Sebuah lajur batu biasanya dibuat dengan ketinggian 25 cm dengan lebar dasar sekitar 35-40 cm. Guludan ini dibangun dari campuran batu-batu kecil dan besar di sepanjang kontur dan lahan. Batu-batu kecil ditempatkan atas lereng dengan batuan lebih besar ditempatkan di bawahnya untuk memperlambat limpasan, menangkap sedimen tanah subur, dan meningkatkan resapan air. Jarak antar baris tergantung pada kemiringan dan jumlah batu yang tersedia. Jarak yang disarankan antar baris adalah 20 m untuk kemiringan kurang dari 1%, 15 m untuk kemiringan 1-2%. Lajur batu sangat mudah dan murah untuk dibuat, asalkan batu yang dibutuhkan tersedia di sekitar daerah tersebut. Lajur batu dapat ditemukan di seluruh Afrika, baik di daerah tandus maupun lembab. Lajur batu digunakan jika terdapat batu lepasan di lahan. Di *Sahel* (terutama Burkina Faso dan Niger), lajur batu ini biasanya berukuran lebih kecil - selebar 3 batu, dan setinggi satu atau dua batu.



Guludan batu: ketinggian hingga 25 cm; panjang hingga 35 – 40 cm (Critchley dan Siegert, 1991).

Teras bangku berkontur miring ke depan dibangun atau dikembangkan dari waktu ke waktu dari lajur vegetatif, guludan kontur tanah dan guludan batu di lereng curam (hingga 60%). Teknologi ini menggabungkan konservasi tanah dan air dengan Pengumpulan air. Limpasan dipanen dari daerah miring tanpa tanaman antara teras (rasio C:A adalah 1:1-10:1). Jenis teras ini digunakan di daerah dengan curah hujan tahunan antara 200-600 mm/tahun dan paling banyak digunakan untuk pohon dan perdu serta sedikit digunakan untuk tanaman ladang.



Lajur rumput pada *fanya juu* di Kenya dari dekat. (HP. LiNiger)



Guludan batu memperlambat limpasan dengan penyerapan air yang lebih tinggi dan perkecambahan jagung yang lebih cepat. (HP. LiNiger)



Lajur batu di padang rumput mengumpulkan air dalam tanah di bawah bebatuan, Niger. (HP. LiNiger)



Teras miring ke depan di Rwanda. (HP. LiNiger)

Persebaran dan penerapan

Persebaran

Sistem Ceruk contoh: Burkina Faso (*zai*), Niger (*tassa*), Nigeria (*kofyar*), Tanzania (*chololo*, *ngoro*, dan *matengo*), Kenya (*katumani*, *tubukiza*), Sudan (*magun*), Uganda, Zambia di Afrika Sub-Sahara dan Kyrgyzstan (*yamka*) di Asia Tengah.

Cekungan mikro: contoh: Botswana, Burkina Faso, Chad, Mesir, Kenya, Maroko, Niger, Senegal, Sudan, Tunisia (*meskat*), Israel (*negarim*), Yordania, Suriah, Cina, India, Nepal, Tajikistan

Jenis cekungan Vallerani: Burkina Faso, Chad, Cina, Mesir, Yordania, Kenya, Maroko, Niger, Senegal, Sudan, Suriah dan Tunisia.

Penghalang antar kemiringan: tersebar luas

- Penghalang/ lajur vegetatif: misalnya Burkina Faso, Senegal, Suriah
- Guludan kontur: Afrika Sub-Sahara (misalnya Botswana, Burkina Faso, Kamerun, Etiopia, Ghana, Kenya, Malawi, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Somalia (sistem *saad*), Afrika Selatan, Sudan Tanzania, Uganda, Zambia, Zimbabwe), Afghanistan, Cina, India Nepal, Pakistan, Thailand, Filipina, Peru, Suriah, Tajikistan, Tunisia, dll
- Lajur batu Sub Sahara Afrika (misalnya Burkina Faso, Kenya, Mali, Niger, Senegal), Afghanistan, Pakistan, Tajikistan, dll.

Penerapan

Penggunaan lahan: lahan pertanian tahunan dengan serealia (sorgum, millet, jagung), legume biji (kecipir, kacang gude dll), sayur (tomat, bawang bombay, kentang, dll). Sering digunakan untuk budidaya tanaman pohon, terkadang juga digunakan untuk semak pakan ternak dan pohon hutan.

Pemanfaatan air: Untuk meningkatkan ketersediaan air di zona akar dan produksi tanaman. Kombinasi cerukan dengan guludan batu digunakan di Afrika Barat untuk merehabilitasi lahan terdegradasi dan berkerak sehingga dapat dibudidayakan kembali. Teknologi ini harus dikombinasikan dengan teknologi yang dapat mengurangi limpasan dan penguapan (melalui penutup tanah, naungan dan pelindung angin serta pengendalian gulma) dan meningkatkan kesuburan tanah (seperti pemupukan dan pemupukan dosis mikro) untuk lebih meningkatkan hasil.

Iklim: Terutama diterapkan di daerah semi-tandus dengan curah hujan tahunan 250-750 mm. Selain itu, praktik-praktik ini terkadang juga ditemukan di daerah sub-lembab hingga daerah lembab. Lajur vegetatif tampil lebih baik jika diterapkan di iklim yang lebih lembab.

Dataran: Praktik PAMikro dapat diterapkan pada lereng curam maupun daerah datar, asalkan tersedia limpasan yang cukup. Jenis cerukan yang berbeda diterapkan di daerah datar, sedangkan penghalang lintas-lereng termasuk guludan, parit, dan teras pada umumnya digunakan pada lahan miring.

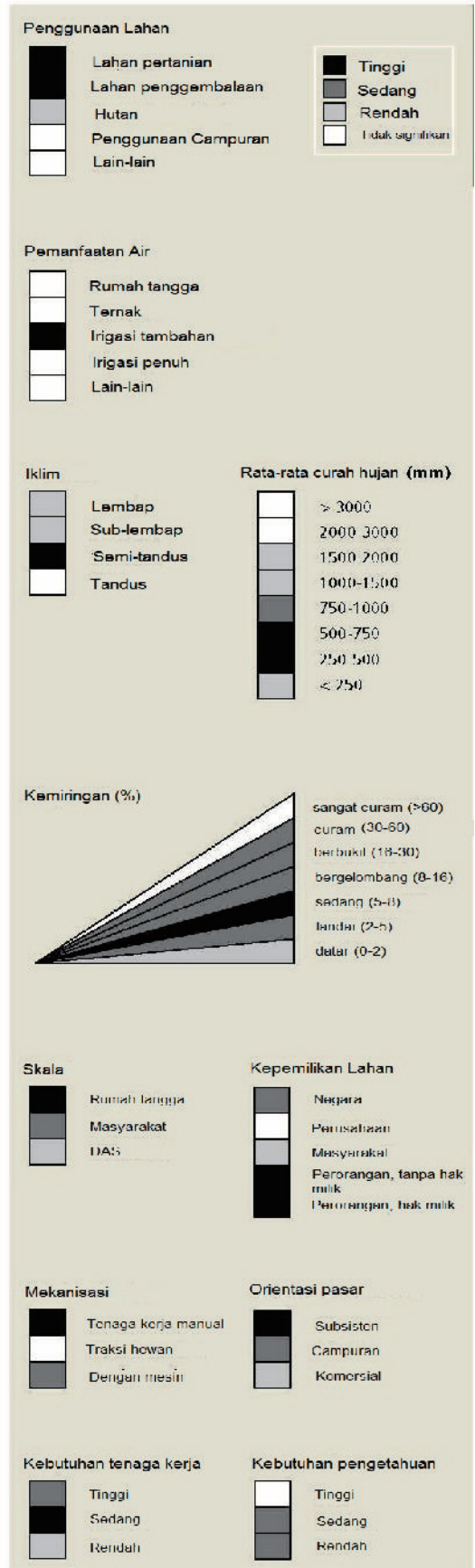
Skala: Air dikumpulkan dari daerah tangkapan kecil, biasanya 10-500 m², dalam batas-batas pertanian individu dan dalam lahan pertanian.

Tingkat mekanisasi: Biasanya dibangun secara manual, kecuali cekungan mikro Vallerani, yang dibuat dengan mesin.

Kepemilikan lahan dan hak guna lahan/air: Praktik PAMikro sering diterapkan oleh pengguna lahan perseorangan terutama untuk produksi tanaman. Terkadang sistem ini juga diterapkan pada lahan milik negara atau komunal misalnya dalam kasus aforestasi. Daerah tangkapan kecil dapat dengan mudah dikendalikan oleh pengguna lahan perseorangan, sehingga sistem ini mudah diterapkan dan ditiru. Karena air disimpan di dalam tanah dan memiliki sumber/bidang asal, setiap pengguna lahan dapat menerapkan sistem tanpa melibatkan masyarakat atau menimbulkan konflik antartetangga karena penggunaan air.

Kebutuhan keahlian/pengetahuan: Pelaksanaan praktik PAMikro oleh pengguna lahan membutuhkan sedikit pengetahuan, sedangkan penasihat pertanian harus memiliki tingkat pengetahuan yang memadai.

Kebutuhan tenaga kerja: Membutuhkan tenaga kerja sedang hingga tinggi: terutama bagi sistem cerukan yang membutuhkan ketersediaan tenaga kerja yang cukup karena cerukan harus digali kembali setiap musim tanam. Namun, jika dibandingkan dengan persiapan lahan di seluruh area tanpa tangkapan mikro maka keseluruhan masukan beban kerja dan tenaga kerja terkonsentrasi pada lahan yang akan ditanami.



Ekonomi

Biaya

Biaya tenaga kerja untuk PAmikro

Praktik	Negara	Biaya (US\$/ha)	
		pembangunan	Pemeliharaan per tahun
Zai dan guludan kontur ¹	Burkina Faso	80 – 175	30
Ngoro ²	Kenya	45 – 55	15 – 20
Guludan batu ²	Kenya	36 – 62	12
Fanya juu ²	Kenya	54	18
Cerukan tanam dan lajur batu ³	Kenya	77 – 175	21
Katamani ³	Kenya	100 – 150	
Cerukan pisang ³	Kenya	2177	81
Meskat ⁴	Tunisia	900	–
Lajur Vetiver ⁵	Africa selatan	140	25
Cistem ⁴	Tunisia	400/struktur	65/struktur

¹ Van Steenberg et al; ² diperlukan penggunaan alat-alat tambahan untuk *fanya juu*; masa pakai guludan batu dan *fanya juu* adalah 10 tahun, 2 tahun untuk cerukan *Ngoro*; disadur dari Ellis-Jones dan Tengberg, 2000; ³ Knoop et al., 2012; ⁴ Taamallah, 2010; ⁵ WOCAT, 2012.

² dan ³ biaya tenaga kerja adalah US\$ 1,0 per hari, meskipun dapat bervariasi sekitar US\$ 0,75-1,25 per hari dalam studi kasus yang berbeda;

Biaya teknologi PAmikro di Niger

Praktik PAmikro	Biaya indikatif US\$/ha
Lajur batu	31
Lajur batu dengan pembibitan langsung	44
Guludan tanah (dengan mesin)	137
Guludan tanah (manual)	176
Setengah lingkaran untuk tanaman	111
Setengah lingkaran untuk pohon	307
Cerukan tanam <i>Zai</i>	65

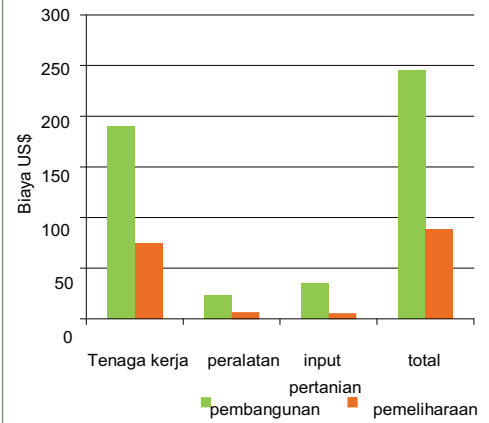
(Projet d'Aménagement Agro-Sylvo-Pastoral Nord Tillabéry (PASP); Projet Développement Pedesaan Tahoua (PDRT) dalam LiNiger et al., 2011).

Keuntungan produksi

Tanaman	Hasil panen tanpa PAmikro (t/ha)	Hasil panen dengan PAmikro (t/ha)	Keuntung
Jagung (hasil bulir) Kenya ¹	0,16 – 0,56	Lajur batu: 0,41 – 1,28	230 – 250
Millet Burkina Faso ²	0,15 – 0,3	Zai + pupuk kandang 0,4 (curah hujan rendah) 0,7 (curah hujan tinggi)	30 – 400
Sorgum (hasil bulir) Burkina Faso ²	0 (karena kondisi tanah yang keras, tanaman sorgum gagal ditanam)	Setengah lingkaran : 0,04 Setengah lingkaran + pupuk kandang: 1,16 Setengah lingkaran + kompos: 1,0	
Sorgum Burkina Faso ²	0,08	Zai dan guludan batu: 0,3-0,4 (tahun dengan curah hujan rendah) 1,5 (tahun dengan curah hujan tinggi)	375 – 500

¹ Wakindiki dan Ben-Hur, 2002; ² Zougmore et al., 2003; ³ Van Steenberg et al., 2011; keuntungan tambahan: pasar untuk pupuk kandang.

Biaya PAmikro per ha (median)



Biaya pembangunan PAmikro berkisar dari US\$ 95/ha untuk cekungan mikro Vallerani dan US\$ 809/ha untuk cerukan *chololo*. Tenaga kerja terutama diperlukan, dengan tambahan beberapa input lain seperti pertanian (bibit, kompos, pupuk, dll). Hari kerja sangat beragam dan berkisar antara 80-250 HOK/ha.

Sumber: 8 studi kasus dari basis data WOCAT (WOCAT, 2012).



Produksi zaitun skala besar dengan berbagai jenis tangkapan mikro dan makro, Maroko. (HP. LiNiger)

Contoh: Manfaat produksi dari ceruk tanam

Di Burkina Faso setelah pengembangan cerukan *Zai*, petani mampu merehabilitasi lahan dan memperluas ukuran pertanian mereka yang sebelumnya kosong. Dengan demikian, pada dasarnya tidak ada hasil panen sebelum cerukan dibangun. Setelah penggunaan cerukan, hasil panen mencapai 0,3-0,4 t/ha dalam satu tahun dengan keadaan curah hujan yang rendah, hingga 1,5 ton/ha dalam satu tahun dengan curah hujan yang baik. Dengan sistem setengah lingkaran, hasil panen biji sorgum tercatat di atas rata-rata (dibandingkan dengan lahan yang dibajak) walaupun ditanam pada tanah terdegradasi berat. Tanpa cekungan mikro setengah lingkaran, tanaman sorgum akan mengalami kegagalan produksi (Zougmore et al., 2003).

Penelitian serupa pada cerukan *Ngoro* di Tanzania mengungkapkan bahwa cerukan selebar 2 m memiliki hasil biji jagung tertinggi (1,85 t/ha) dibandingkan dengan cerukan selebar 1 m (1,44 t/ha) dan 1,5 m lubang lebar (1,66 t/ha) (Malley et al., 2004).

Tingkat kelangsungan hidup semak pakan ternak yang ditanam dengan kombinasi struktur PAmikro di Suriah adalah 3-4 kali lebih tinggi dibandingkan semak pakan ternak di lahan bercurah hujan tahunan baik tinggi maupun rendah (Somme et al, 2004).

Dampak

Keuntungan	Tingkat pertanian/rumah tangga	Tingkat Masyarakat/DAS/ lansekap
Produksi/ Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> +++ Peningkatan hasil panen ++ Peningkatan ketersediaan air untuk tanaman ++ Peningkatan produksi pakan ternak ++ Peningkatan pendapatan pertanian + Peningkatan Produksi kayu + Diversifikasi produksi 	++ Mengurangi risiko kegagalan produksi
Ekologis	<ul style="list-style-type: none"> +++ Peningkatan ketersediaan air +++ Peningkatan resapan air +++ Meningkatkan kelembaban tanah bersih +++ Mengurangi limpasan +++ Mengurangi erosi tanah dan hilangnya tanah ++ Dapat digunakan untuk rehabilitasi lahan terdegradasi berat + Peningkatan penutup tanah + Peningkatan bahan organik tanah dan kesuburan tanah + Perangkap sedimen untuk nutrisi 	<ul style="list-style-type: none"> +++ Mengurangi banjir dan beban sedimen pada sungai dan waduk +++ Mengurangi degradasi dan sedimentasi
Sosial Budaya	<ul style="list-style-type: none"> ++ Peningkatan pengetahuan mengenai konservasi ++ Tidak terdapat konflik akibat penggunaan air 	++ Peningkatan ketahanan pangan
Luar lokasi		++ Melindungi sungai dan waduk dari sedimentasi

Keterangan: +++ Tinggi, ++ sedang, + rendah

	Kendala	Cara mengatasi
Produksi/ Ekonomi	PAMikro saja mungkin tidak cukup untuk meningkatkan hasil panen	→ menggabungkan dengan pengelolaan kesuburan tanah yang telah diperbaiki (dosis mikro dan pengomposan)
	Pemeliharaan sistem PAMikro yang tidak memadai dapat menyebabkan erosi tanah	→ memastikan penggunaan peralatan pemeliharaan yang sesuai dan pelatihan terorganisir
	Ketersediaan pupuk kandang yang tidak memadai untuk meningkatkan kesuburan mengurangi potensi produksi tanaman	→ peningkatan akses pasar untuk masukan dan peralatan
	Masa pakai struktur yang terbatas sehingga mengakibatkan kebutuhan tenaga kerja untuk pemeliharaan yang terus menerus	→ mengklarifikasi tersedianya tenaga kerja dalam jumlah yang cukup sebelum terlibat dalam pelaksanaan PAMikro
	Hilangnya lahan (untuk membentuk area tangkapan) dapat dianggap sebagai masalah bagi pertanian skala kecil	→ mengkaji terlebih dulu keuntungan dan kerugian akibat hilangnya tanah dan peningkatan produksi atau penurunan risiko kegagalan panen
Ekologis	Genangan air bisa menjadi masalah karena sistem drainase yang buruk	→ memeriksa karakteristik drainase tanah terlebih dulu
	Rumput dan semak yang tumbuh pada penghalang akan menjadi sarang tikus	→ menggabungkan dengan pengendalian hama biologis
Sosial budaya	Konflik sosial-budaya mengenai lahan rehabilitasi. Lahan kritis yang sebelumnya tidak memiliki perizinan penggunaan diklaim oleh penduduk setelah mengalami rehabilitasi, meskipun penduduk yang sama tidak memiliki kontribusi terhadap reklamasi lahan tersebut.	→ petani dan masyarakat terlibat dan mengklarifikasi klaim dan hak pada awal kegiatan rehabilitasi

Penerapan dan peningkatan

Tingkat penerapan

Secara umum tingkat penerapan masih tetap rendah. Pengguna lahan ragu untuk menginvestasikan waktu dan uangnya untuk PAMikro karena tidak terdapat jaminan tanah dan terbatasnya akses ke pasar lokal untuk menjual surplus panen. Namun, beberapa teknologi PAMikro seperti *Zai* telah banyak diterapkan dengan (dan di beberapa daerah tanpa) dukungan eksternal.

Lingkungan yang mendukung

Lingkungan kebijakan: dibutuhkan hukum yang kondusif dan anggaran untuk mengatur penggunaan lahan dan sumber daya air oleh pengguna berbeda terutama pengembala serta hubungannya dengan produsen tanaman.

Kepemilikan tanah dan air: Jaminan kepemilikan merupakan masalah penting yang akan menentukan petani menerapkan, mengadaptasi dan menerapkan praktik PAMikro.

Dukungan teknis dan pembangunan kapasitas: PAMikro membutuhkan dukungan material dan teknis dalam skala rendah. Namun, tantangan utama terletak pada peningkatan pengelolaan hara, melalui pendekatan terpadu (dosis mikro serta pemupukan/kompos dan mulsa), dan mekanisasi yang lebih kuat yang membutuhkan dukungan teknis dan material.

Akses layanan finansial: Penghalang lintas-lereng (misalnya) membutuhkan biaya investasi yang cukup besar; maka pengguna lahan harus mendapatkan akses pada kredit mikro untuk meningkatkan pembiayaan mandiri. Penyalahgunaan insentif bagi masyarakat yang berpartisipasi, khususnya sistem pemberian makanan sebagai ganti upah kerja yang tidak signifikan serta menimbulkan budaya ketergantungan harus dihindari. Selain insentif dalam bentuk kredit mikro dan peralatan, terdapat pula kebutuhan peningkatan motivasi dan kepedulian, percontohan, pelatihan dan penyuluhan.

Ketersediaan tenaga kerja: Praktik PAMikro dianggap memiliki kebutuhan tenaga kerja yang tinggi dan dengan demikian, ketersediaan tenaga kerja dianggap sebagai faktor kunci yang menentukan mungkin-tidaknya praktik-praktik tersebut diterapkan. Namun, mengingat berkurangnya luas lahan budidaya serta konsentrasi nutrisi pada area ini, hasil panen yang dihasilkan per tenaga kerja yang diinvestasikan mengalami peningkatan tinggi dibandingkan dengan penanaman lahan konvensional. Ketersediaan tenaga kerja dapat menjadi sangat terbatas di daerah perdesaan pada negara-negara berkembang, mengingat banyak pemuda bermigrasi ke pusat kota atau ke luar negeri.

Pendekatan yang tepat: Sekolah lapangan bagi petani yang terdiri dari kelompok belajar untuk meningkatkan pengetahuan dan kapasitas di kalangan pengguna lahan merupakan salah satu pendekatan yang baik. Bantuan timbal balik dari warga sekitar juga merupakan pendekatan umum yang digunakan di banyak negara. Masyarakat bergiliran membantu anggota komunitasnya dengan melakukan pekerjaan padat karya (misalnya *Hashar* di Tajikistan). Inisiatif untuk mendukung inovator lokal akan membantu mengidentifikasi dan merangsang inovasi terbaru.

Kelayakan dan perencanaan

Pelaksanaan praktik PAMikro pertama-tama membutuhkan pengkajian terhadap tenaga kerja yang tersedia, material dan sarana keuangan, untuk merencanakan praktik yang paling sesuai. Selanjutnya, untuk memilih praktik-praktik terbaik bagi lingkungan tertentu, pengkajian biofisik pada lahan harus dilakukan. Pengkajian ini mencakup kebutuhan air untuk tanaman, sifat tanah, data curah hujan, dan perkiraan koefisien limpasan. Bila mungkin, praktik PA yang sudah ada (tradisional dan inovatif) harus dipertimbangkan terlebih dulu serta dimodifikasi sesuai dengan kondisi sosial-ekonomi dan biofisik yang ada.

Keberlanjutan sosial dan ekonomi praktik PAMikro tergantung pada keterlibatan seluruh pemangku kepentingan. Masyarakat perlu dilibatkan dalam perencanaan pada setiap tahapan untuk menjamin pemeliharaan praktik dan pembagian keuntungan. Perencanaan juga harus mempertimbangkan potensi dan kemungkinan pengelolaan kesuburan, serta menyelidiki ketersediaan pupuk organik atau kompos yang akan ditambahkan pada lahan di samping praktik PAMikro.

Pemantauan dan evaluasi harus menjadi bagian yang tidak terpisahkan agar dapat meningkatkan produksi dan memberikan informasi kepada pengguna lahan mengenai cara-cara penerapan sistem tersebut.

lingkungan yang mendukung: faktor kunci penerapan	
Masukan, material	++
Insentif, kredit	+
Pelatihan dan pendidikan	+
hak guna air/lahan	+++
Akses menuju pasar untuk masukan dan keluaran	++
Penelitian	+
Kepemilikan asli oleh dari masyarakat	++

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah, +/- netral

Kelayakan dan perencanaan: Faktor kunci penerapan	
Mengkaji kuantitas air yang akan di panen	+++
Mengkaji kualitas air	+/-
Memperkirakan kebutuhan air	++
Aspek finansial	++
Pengkajian dampak lingkungan	++
Hak guna air/tanah	+/-
Hubungan antar tetangga	++
Keterlibatan masyarakat	+/-
Aspek sosial dan jender	+
Perizinan pemerintah	+/-

Keterangan: +++ tinggi, ++ sedang, + rendah, +/- netral



Perencanaan skala besar untuk proyek-proyek pemerintah menggunakan tangkapan mikro untuk penghutanan kembali, dataran tinggi Loess, Cina (HP. LiNiger)



Pelatihan pengguna lahan untuk membuat parit sejajar dengan terasfanya untuk memanen air di daerah kering, Laikipia, Kenya. (HP. LiNiger)



Cerukan tanam dan lajur batu

Niger - *Tassa avec cordon pierreux* (Bahasa Perancis)

Rehabilitasi lahan terdegradasi dengan pemupukan cerukan tanam dikombinasikan dengan lajur batu kontur. Cerukan tanam digunakan untuk produksi millet dan sorgum di lereng landai.

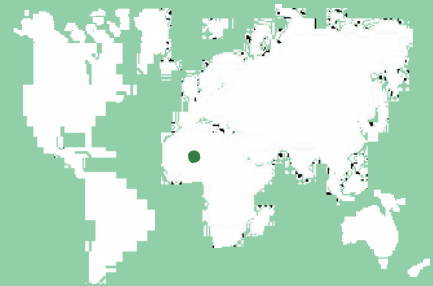
Kombinasi cerukan tanam (*tassa*) dengan lajur batu digunakan untuk rehabilitasi lahan terdegradasi dan berkerak. Teknologi ini terutama diterapkan di daerah semi-tandus di dataran berpasir/geluh, sering ditutupi dengan lapisan kedap air, dengan kemiringan di bawah 5%. Dataran gundul ini dibudidayakan dengan kombinasi *tassa* dan lajur batu. Cerukan tanam lubang berdiameter 20-30 cm dengan kedalaman 20-25 cm, berjarak sekitar 1 m pada setiap arah. Tanah yang digali dibentuk menjadi gulud kecil di lereng bawah ceruk. Pupuk kandang ditambahkan di setiap ceruk, tetapi terkadang terhambat oleh masalah ketersediaan. Pada awal musim hujan, millet atau sorgum disemai dalam lubang-lubang ini.

Tujuan keseluruhan dari sistem ini adalah untuk menangkap dan menahan air hujan dan limpasan, sehingga meningkatkan resapan air sekaligus meningkatkan ketersediaan hara. Lajur batu adalah struktur yang kecil, dengan lebar kira-kira tiga batu dan setinggi satu batu. Jarak antar baris tergantung pada fungsi lereng dan ketersediaan batu. Biasanya lajur batu dibuat terpisah dengan jarak 25-50 m pada kemiringan 2-5%. Batu-batu biasanya dikumpulkan dari lokasi terdekat dan diangkut ke ladang menggunakan gerobak keledai atau truk (ketika melibatkan sebuah proyek). Terkadang batu-batu diambil dari tempat-tempat sejauh 5-10 km. Batu-batu tersebut diatur secara manual di sepanjang kontur. Lajur batu berfungsi memperlambat limpasan sehingga dapat meningkatkan tingkat penyerapan, sekaligus melindungi cerukan tanam dari sedimentasi. Rerumputan sering pula ditanam di antara bebatuan untuk membantu meningkatkan penyerapan lanjutan dan mempercepat akumulasi sedimen subur. Partikel yang tertiuap angin juga dapat tumbuh di sepanjang lajur batu karena penurunan kecepatan angin. Akumulasi sedimen di sepanjang lajur batu membantu penyerapan air di atas lereng. Hal ini meningkatkan pertumbuhan tanaman, yang selanjutnya meningkatkan dampak dari sistem tersebut. Pembangunan sistem ini tidak memerlukan alat berat (kecuali untuk pengangkutan batu-batu yang dibawa dari jauh menggunakan truk).

Teknik ini lebih menguntungkan untuk penerapan spontan. Lajur batu perlu diperbaiki setiap tahun, terutama jika terjadi hujan deras. Pupuk kandang diberikan setiap tahun ke dua (atau ketiga) ke dalam cerukan yang telah digali sebelumnya dan pasir harus dibuang setiap tahun: biasanya produksi tanaman tertinggi adalah pada tahun kedua setelah pemberian pupuk kandang.

Kiri Atas: Menambahkan pupuk kandang ke dalam cerukan (*tassa*) sebelum penanaman. (Foto: William Critchley)

Kanan atas Lajur batu yang dikombinasikan dengan *tassa*: dua langkah berfungsi bersama-sama untuk menangkap limpasan dan meningkatkan kinerja tanaman. (Foto: Charles Bielders)



Lokasi/Kawasan: Distrik Tahoua

Wilayah teknologi: 40 km²

Tindakan konservasi: struktural

Tahap intervensi: rehabilitasi/reklamasi lahan gundul

Asal: dikembangkan/diperkenalkan secara eksternal melalui proyek, <10 tahun yang lalu

Penggunaan lahan: beragam (silvo-pastoralis) dan lahan pertanian

Iklim: semi-tandus, tropis

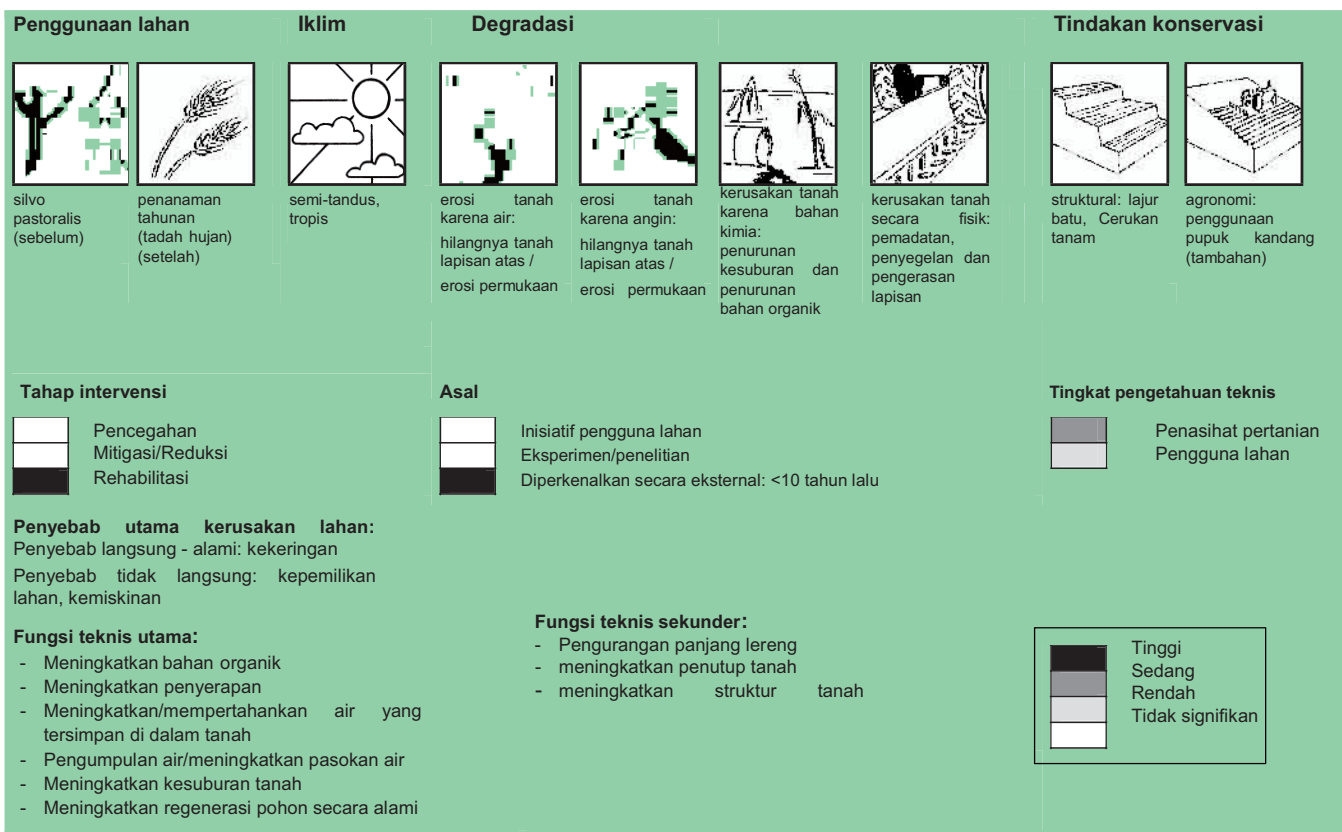
Referensi basis data WOCAT: QT NIG002en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Pendekatan Terkait: rehabilitasi lahan Partisipatif (QA NIG001en)

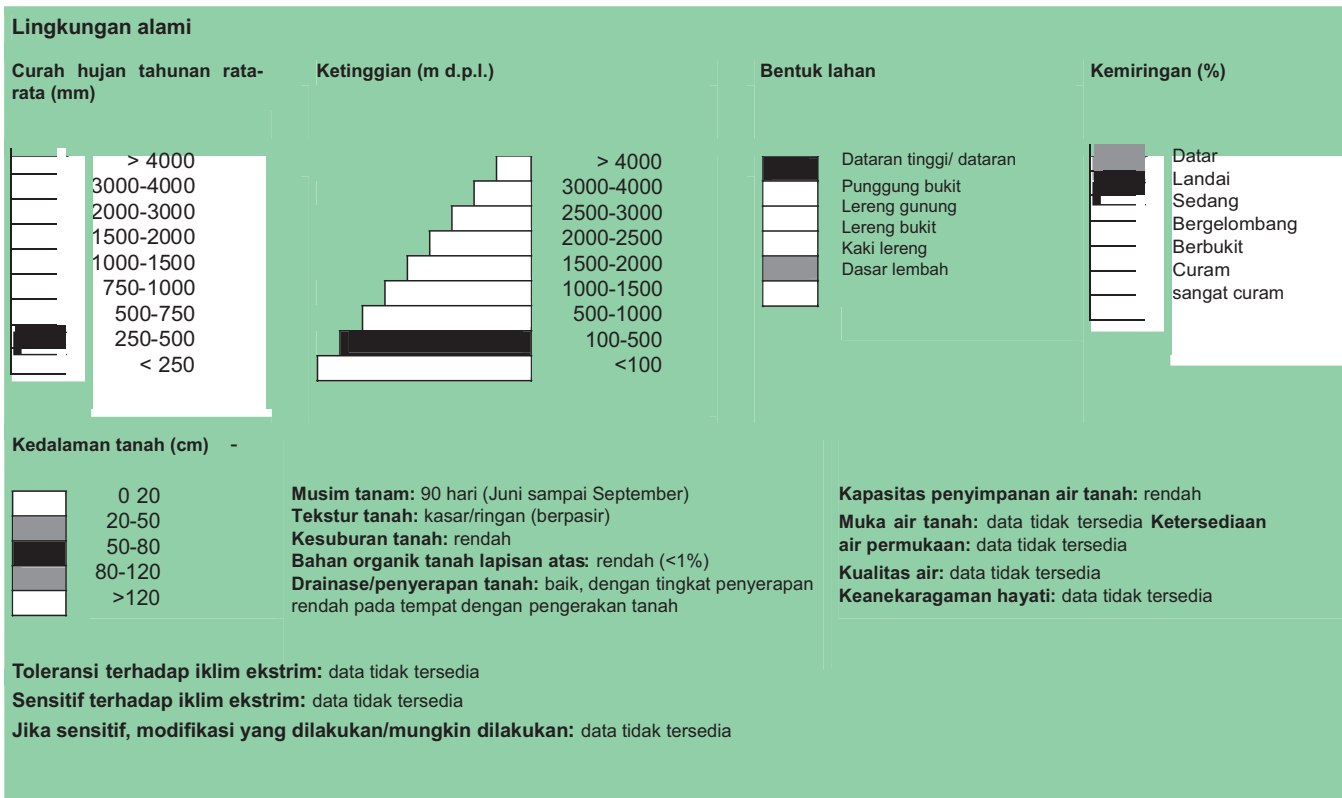
Disusun oleh: Oudou Noufou Adamou, Projet de développement pedesaan de Tahoua, PDRT
Tanggal: 01 Agustus 1999, diperbarui Juni 2004

Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan: Penurunan kesuburan tanah adalah masalah dasar: hal ini disebabkan oleh degradasi dan penambangan unsur hara. Hilangnya air hujan yang terbatas oleh limpasan dan hilangnya penutup tanah menyebabkan rendahnya produksi tanaman dan kekurangan pangan. Ini terjadi bersamaan dengan kurang tersedianya padang rumput yang membatasi persediaan pupuk kandang.



Lingkungan



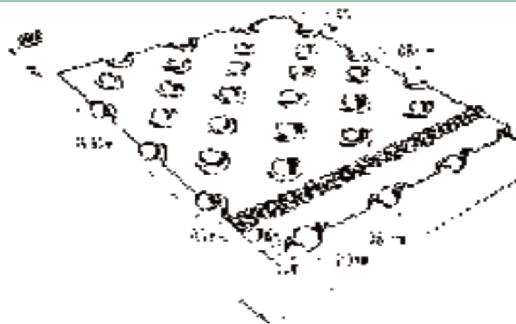
Lingkungan manusia

Lahan pertanian per rumah tangga (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Pengguna lahan: data tidak tersedia
Kepadatan penduduk: 10-50 jiwa/km²
Pertumbuhan penduduk per tahun: 2-3%
Kepemilikan tanah: perseorangan, hak milik
Hak guna lahan: perseorangan
Hak guna air: data tidak tersedia
Tingkat kekayaan relatif: Menengah, yang mewakili 20% dari pengguna lahan; 30% dari total lahan yang dimiliki oleh rata-rata pengguna lahan

Pentingnya pendapatan luar pertanian > 50% dari semua pendapatan: pengiriman uang dari tenaga kerja yang bermigrasi di luar, perdagangan dan kerajinan
Akses layanan dan infrastruktur: data tidak tersedia
Orientasi pasar: subsisten (mandiri)
Mekanisasi: tenaga manual
Ternak mengkonsumsi sisa tanaman: data tidak tersedia



Gambar teknis

Cerukan tanam (*tassa*) menangkap limpasan air hujan untuk budidaya tanaman tahunan, dan lajur batu – dengan interval 25-50 meter – membantu menahan kelembaban dan mencegah pengikisan tanah. (Mats Gurtner)

Penerapan kegiatan, masukan dan biaya

Kegiatan pembangunan

1. Penggalian cerukan (*tassa*) dengan cangkul di musim kemarau: tanah yang digali membentuk punggung di lereng bawah lubang. Cerukan berjarak masing-masing sekitar 1 m, dengan 10 cerukan/ha
2. Penggalian batu dari lokasi terdekat
3. Pengangkutan batu dengan gerobak keledai atau truk
4. Menyelaraskan batu sepanjang kontur dengan menggunakan bak air bertingkat: maksimal selebar 3 batu
5. Pemupukan cerukan dengan menggunakan sekitar 250 g per cerukan (2,5 t/ha)

Masukan dan biaya pembangunan per ha

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja		
- Untuk penggalian <i>tassa</i> (100 HOK)	150	100
- Lajur batu (25 HOK)	40	100
Perangkat		
- pengangkutan batu menggunakan truk	40	0
- peralatan untuk <i>tassa</i>	5	100
- peralatan untuk lajur batu	5	75
Bahan bangunan		
- batu (50 m ²)	0	
Pertanian		
- pupuk kompos/pupuk kandang (2.5 t)	5	100
TOTAL	245	83

Kegiatan berulang/pemeliharaan

1. Pembuangan pasir dari *tassa* (tahunan, Maret-Mei)
2. Pemupukan cerukan dengan sekitar 250 g per cerukan (2,5 t/ha) setiap tahun kedua pada bulan Oktober/November atau Maret-Mei
3. Pemeriksaan dan perbaikan lajur batu setiap tahun dan setelah hujan deras

Masukan dan biaya pemeliharaan/berulang per ha per tahun

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja		
- <i>tassa</i> (20 HOK)	30	100
- lajur batu (1 HOK)	1,5	100
Perangkat		
- peralatan untuk <i>tassa</i>	1	100
Pertanian		
- pupuk kompos/pupuk kandang (1,25 t)	2,5	100
TOTAL	35	100

Keterangan: Biaya berdasarkan pada 300 m lajur batu per hektar (pada kemiringan 3-4%). Biaya pemeliharaan mengacu pada pembuangan pasir dari cerukan pada tahun kedua dan seterusnya, dan dengan penggunaan pupuk kandang setiap tahun kedua (biaya tersebar secara tahunan). Jikaditerapkan, biaya pengangkutan pupuk juga perlu ditambahkan. Asumsi umum dalam perhitungan ini adalah bahwa pupuk kandang telah tersedia di dekat lokasi dalam jumlah yang memadai. Ketersediaan batu merupakan faktor utama dalam penentuan biaya – meskipun ketersediaan tenaga kerja juga dapat mempengaruhi harga. Jika batu tidak tersedia di lahan atau di sekitarnya (jarak pendek agar batu dapat diangkut dengan gerobak keledai), bebatuan harus diangkut dengan truk memakan biaya jauh lebih tinggi. Biaya di sini hanya mengacu pada biaya bahan bakar, dibayar oleh proyek; biaya-biaya ini tidak termasuk biaya penyusutan truk.

Pengkajian

Dampak teknologi	
Keuntungan produksi dan sosial ekonomi +++ Peningkatan hasil panen ++ Peningkatan pendapatan petani	Kerugian produksi dan sosial-ekonomi ++ Peningkatan kendala tenaga kerja ++ Peningkatan kendala masukan
Keuntungan sosial-budaya ++ Peningkatan pengetahuan mengenai konservasi/erosi + Penguatan institusi masyarakat	Kerugian sosial budaya + konflik hak guna lahan tanah yang direhabilitasi + konflik antara petani dan penggembala
Keuntungan ekologis ++ Peningkatan kelembaban tanah ++ Peningkatan bahan organik tanah/bawah tanah C ++ Mengurangi hilangnya tanah ++ Perbaikan tanah penutup jangka panjang ++ Peningkatan kesuburan tanah	Kerugian ekologis + Genangan air di cerukan tanam setelah hujan lebat
Keuntungan bagi luar lokasi + Mengurangi banjir di daerah hilir + Mengurangi pendangkalan daerah hilir	Kerugian bagi luar lokasi tidak ada
Kontribusi terhadap kesejahteraan/penghidupan manusia Data tidak tersedia +++: tinggi, ++: sedang, +: rendah	

Keuntungan /biaya menurut pengguna lahan	Keuntungan berbanding biaya	
	jangka pendek:	jangka panjang:
	Pembangunan	positif
	Pemeliharaan/berulang	positif

Penerimaan/penerapan: 100% keluarga pengguna lahan telah menerapkan teknologi dengan dukungan material eksternal. Penerapan spontan cukup berkembang (untuk rehabilitasi dataran), tetapi tidak ada perkiraan mengenai jangkauannya.

Pernyataan penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan	Kelemahan dan → cara mengatasi
Teknologi sederhana, dengan penerapan perseorangan pada musim kemarau, memerlukan sedikit pengetahuan/pelatihan tanpa peralatan khusus.	Teknologi yang membutuhkan tenaga kerja untuk penerapan dan pemeliharaan → mekanisasi tugas; pengangkutan batu dan pupuk kandang. Tetapi, hal ini akan menaikkan biaya.
Memanfaatkan pupuk kandang dengan baik, sehingga membatasi sumber daya	Ketidastabilan cerukan tanam pada tanah gembur, peningkatan erosi pada lereng yang lebih curam dengan tingkat curah hujan yang lebih lebat → menghindari tanah berpasir gembur dan lereng curam.
Peningkatan produksi pertanian.	Keefektifan dapat terganggu jika berbagai unit geomorfologi (dataran tinggi, lereng) tidak dipelihara secara bersamaan → pendekatan daerah tangkapan jika masalah berupa banjir ke daerah hulu.
Rehabilitasi lahan terdegradasi dan gundul: mengembalikan produksi lahan tidur; perluasan lahan pertanian pada dataran tinggi.	Kemungkinan konflik penggunaan lahan untuk lahan yang telah direhabilitasi, khususnya dengan petani pastoral → koordinasi/konsultasi yang lebih matang sebelum penerapan teknologi pada sebuah wilayah.
	Kendala penerapan: ketersediaan pupuk kandang dan/atau batu dan pengangkutan pupuk/kandang ke dataran tinggi dan lereng → pengangkutan bersubsidi (gerobak keledai untuk pasokan) atau/dan penerapan lajur batu hanya pada area dengan persediaan batu dekat pada lahan.

Referensi utama : Bety A, Boubacar A, Frölich W, Garba A, Kriegl M, Mabrouk A, Noufou O, Thienel M and Wincker H: Gestion durable des ressources naturelles. Leçons tirées du savoir des paysans de l'Adar. Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Niamey, 142 pp.. 199 / Hassane A, Martin P and Reij C: Water harvesting, land rehabilitation and household food security in Niger: IFAD's Soil and Water Conservation Project in Illela District. IFAD, Rome, 51 pp.. 2000.

Narahubung: Oudou Noufou Adamou, Projet de développement rural de Tahoua (PDRT) BP 139 TAHOUA / fax: 61 02 31 / Tel: 61 05 24. pdrt@intnet.ne/ Charles Biolders Dept. of Environ. Sciences and Land Use Planning – Agric. Engineering Unit, The Faculty of Bio-engineering, Agronomy and Environment, biolders@geru.ucl.ac.be / Eric Tielkesm Centre for Agriculture in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany, tielkes@unihohenheim.de



Pengumpulan limpasan dengan alur yang disempurnakan untuk tanaman zaitun

اللتغسل ملاث لحةالفا ادحصل اهيلما في نتيابس نوتيزلا - نوتيزلا
(Bahasa Arab)

Pengumpulan limpasan melalui tangkapan mikro berbentuk V yang dibuat setiap tahun, ditingkatkan dengan pembajakan lereng bawah.

Lembah Khanasser di barat laut Suriah adalah daerah pertanian marginal, dengan curah hujan tahunan sekitar 220 mm/tahun. Tanah di daerah ini dangkal dengan produktivitas rendah. Kaki bukit terdegradasi secara tradisional digunakan secara luas untuk penggembalaan atau budidaya gandum. Namun, untuk mencapai swasembada produksi minyak zaitun, beberapa petani telah mengembangkan perkebunan di daerah yang umumnya dianggap terlalu kering untuk tanaman zaitun ini. Pohon masing-masing berjarak 8 m, di dalam dan di antara baris. Secara tradisional, petani lebih memilih untuk membajak kebun menggunakan traktor agar terbebas dari gulma (gulma dapat menarik perhatian domba, menyebabkan kebakaran, dan merebut pasokan air pohon-pohon zaitun). Pengolahan tanah yang dilakukan dari atas dan ke bawah lereng menghasilkan alur-alur yang dapat mengakibatkan limpasan dan erosi. Namun, jika dikombinasikan dengan tangkapan mikro berbentuk V dan/atau tulang ikan di sekitar pohon individu, alur-alur tersebut dapat digunakan untuk menemanen air limpasan dan meningkatkan produksi. Guludan tanah berbentuk V (diperkuat dengan batuan) dibangun secara manual menggunakan cangkul di sekitar masing-masing pohon. Alur-alur tersebut kemudian mengalihkan limpasan secara sistematis menuju tangkapan mikro sehingga terkumpul pada cekungan di sekitar pohon. Setiap pohon secara efektif diairi oleh daerah tangkapan seluas 60 m². Rasio lahan tangkapan:lahan budidaya adalah sekitar 60:1 (dengan asumsi area ditanami pohon). Teknologi ini menghemat air irigasi pada musim kemarau, meningkatkan penyimpanan kelembaban tanah, dan merangsang pertumbuhan pohon zaitun. Selanjutnya, partikel halus dari tanah yang tererosi ditangkap di tangkapan mikro. Walaupun mungkin mengandung banyak zat hara, partikel-partikel ini juga memiliki kecenderungan untuk menutup permukaan.

Guludan perlu dibangun kembali setiap tahun. Struktur yang rusak setelah badai besar perlu diperbaiki. Masukantenaga kerja untuk pembuatan dan pemeliharannya cukup rendah, teknologi mudah dan murah untuk dirawat, dan keahlian penduduk setempat cukup memadai untuk merawat dan memperluas sistem ini. Penutupan lahan dengan mulsa di sekitar setiap pohon dengan batu yang tersedia (batu kapur dan/atau basalt) merupakan salah satu teknologi pendukung. Teknologi ini dimanfaatkan untuk menurunkan suhu tanah selama musim panas, mengurangi penguapan permukaan, dan meningkatkan penyerapan. Daerah tangkapan antarapohonan terkadang ditanami tanaman musim dingin yang membutuhkan sedikit air (lentil, vetch, barli, dll) terutama ketika pohon-pohon tersebut masih berusia muda. Ini membantu mengurangi erosi permukaan. Penerapan Pengumpulan air limpasan dengan menggunakan alur yang disempurnakan pada kebun-kebun zaitun dimulai pada tahun 2002, dan diterapkan oleh petani secara bertahap.

Kiri atas: Pengumpulan limpasan untuk pohon zaitun dengan pengolahan atas dan bawah (traktor) dan tangkapan mikro berbentuk V (digali menggunakan cangkul). (Foto: Francis Turkelboom)

Kanan atas Limpasan dikumpulkan di sekitar cekungan mikro. Pemulsaan batu sebagai langkah pendukung meningkatkan konservasi kelembaban dengan mengurangi penguapan air. (Foto: Francis Turkelboom)



Lokasi: Harbakiyeh dan Habs, Lembah Khanasser

Kawasan: Aleppo, barat laut Suriah

Wilayah teknologi: 0,05 km²

Tindakan konservasi: agronomi dan struktural

Tahap intervensi: rehabilitasi/reklamasi lahan gundul

Asal: Dikembangkan secara eksternal/diperkenalkan melalui proyek

Pemanfaatan lahan: lahan pertanian dan beragam (silvopastoralism)

Iklim: semi-tandus, sedang

Referensi basis data WOCAT: QT SYR003en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Pendekatan Terkait: pengembangan teknologi partisipatif (QA SYR03)

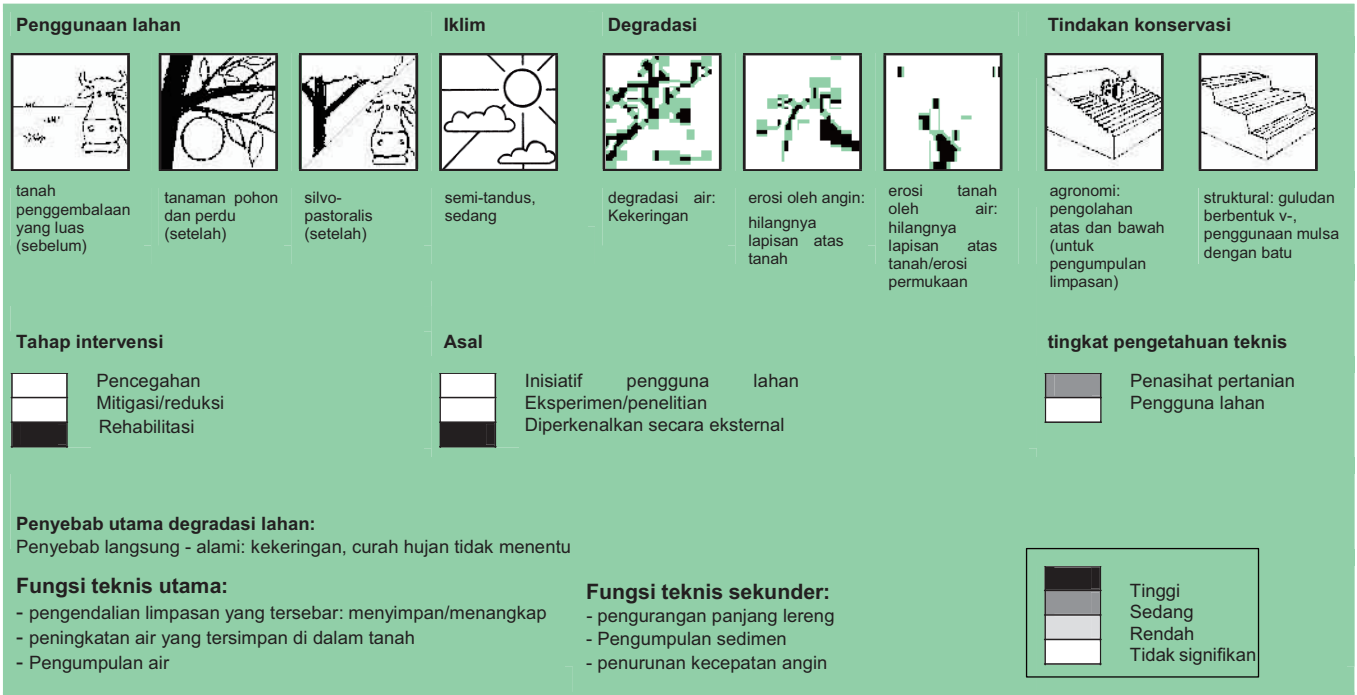
Disusun oleh: Francis Turkelboom, ICARDA

Tanggal: 01 Nov 2004, diperbarui April 2005



Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan: Terdapat serangkaian masalah di daerah ini, termasuk: curah hujan yang rendah dan tidak menentu, kekeringan, produktivitas lahan yang rendah, efisiensi penggunaan air yang buruk, degradasi lahan, air tanah yang terbatas untuk irigasi, pilihan pertanian yang terbatas, dan pendapatan rendah dari pertanian.



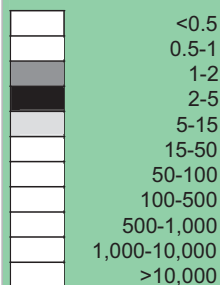
Lingkungan

Lingkungan alami



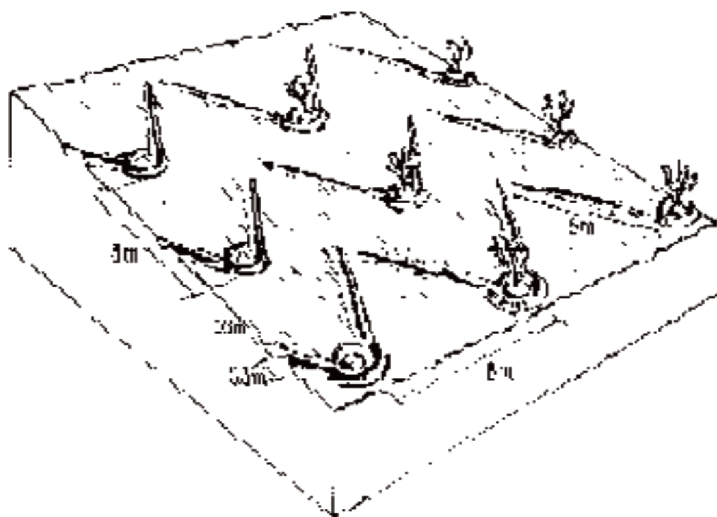
Lingkungan manusia

Lahan pertanian per keluarga (ha)



Pengguna tanah: perorangan
Kepadatan penduduk: data tidak tersedia
Pertumbuhan penduduk per tahun: 1-2%
Kepemilikan tanah: perorangan, hak milik
Hak guna lahan: perorangan
Hak guna air: data tidak tersedia
Tingkat kekayaan relatif: data tidak tersedia

Pentingnya pendapatan luar pertanian : 10-50% dari seluruh pendapatan: dari kegiatan buruh tani dan non-pertanian di kota-kota terdekat
Akses layanan dan infrastruktur: data tidak tersedia
Orientasi pasar: campuran (subsisten dan komersial)
Mekanisasi: data tidak tersedia
Ternak mengkonsumsi sisa tanaman: ya



Gambar teknis

Tangkapan mikro berbentuk V yang memanen air untuk pohon-pohon zaitun: alur-alur atas-dan-bawah lereng membantu mengalirkan limpasan menuju pohon zaitun. (Mats Gurtner)

Penerapan kegiatan, masukan, dan biaya

Kegiatan pembangunan

1. Pengolahan atas dan bawah menggunakan bajak yang didorong dengan traktor; pada musim dingin.
2. Pembangunan guludarpemanen limpasan dan cekungan mikro, secara manual dengan cangkul (November/Desember; awal musim hujan).

Guludan berbentuk V adalah struktur musiman sehingga dibuat setiap tahun. Pembangunan guludan pemanen limpasan dan cekungan mikro.

Masukan dan biaya pembangunan per ha

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja		
- pembangunan (10 HOK)	50	100
- perbaikan (5 HOK)	25	100
Peralatan		
- Penggunaan mesin	10	100
- alat-alat	3	100
Bahan bangunan		
- tanah (terdapat di lokasi)	0	
TOTAL	88	100

Kegiatan berulang/pemeliharaan

1. Pemeliharaan guludan di musim dingin musim/hujan, setelah hujan deras 1-3 kali setahun

Masukan dan biaya pemeliharaan/berulang per ha per tahun

Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
Data tidak tersedia		

Keterangan: Perhitungan hanya mencakup teknologi Pengumpulan limpasan. Kegiatan tahunan seperti pembajakan dan pendirian dan pemeliharaan struktur Pengumpulan air. Penanaman pohon-pohon zaitun dan pemeliharaannya tidak termasuk dalam perhitungan ini.

Pengkajian

Dampak teknologi	
Keuntungan produksi dan sosial ekonomi ++ Penyimpanan air ++ Pertumbuhan pohon yang lebih baik + Peningkatan hasil tanaman	Kerugian produksi dan sosial-ekonomi ++ Ketergantungan terhadap ketersediaan traktor + Peningkatan kendala tenaga kerja + Kendala pada operasi pertanian + Peningkatan pertumbuhan gulma di sekitar pohon
Keuntungan sosial-budaya ++ Peningkatan pengetahuan mengenai konservasi/erosi + Peningkatan lansekap dan kualitas lingkungan	Kerugian Sosial-budaya Tidak ada
Keuntungan ekologis +++ Mengurangi limpasan permukaan +++ Mengurangi hilangnya tanah ++ Peningkatan kelembaban tanah + Turunnya kecepatan angin + Peningkatan kesuburan tanah + Peningkatan keanekaragaman hayati	Kerugian ekologis Tidak ada
Keuntungan bagi luar lokasi + Mengurangi banjir di daerah hilir + Mengurangi pendangkalan di daerah hilir	Kerugian bagi luar lokasi + Penurunan limpasan untuk penyerapan didasar lembah + Penurunan hasil sedimen di dasar lembah
Kontribusi terhadap kesejahteraan/penghidupan manusia Data tidak tersedia	

+++ : tinggi, ++ : sedang, + : rendah

Keuntungan/biaya menurut pengguna lahan	Keuntungan berbanding biaya	jangka pendek:	jangka panjang:
		Pembangunan	t/a*
	Pemeliharaan/berulang	t/a	t/a

t/a* tidak ada

Penerimaan/penerapan: 100% keluarga pengguna lahan telah menerapkan teknologi dengan sukarela. Terdapat sedikit kecenderungan (berkembang) pada penerapan teknologi secara spontan. Terutama diterapkan oleh 'petani' yaitu rumah tangga dengan mata pencaharian utama bergantung pada pertanian. Petani dengan ketertarikan pada pekerjaan di luar pertanian atau ternak domba kurang tertarik pada teknologi ini. Teknologi ini berkembang secara perlahan dan bertahap pada saat ini.

Pernyataan penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan	Kelemahan dan → cara mengatasi
Meningkatkan penyimpanan kelembaban tanah pada area bercurah hujan rendah dan memungkinkan ekspansi perkebunan zaitun ke area yang lebih kering → penggunaan perubahan organik (mulsa atau pupuk kandang), serta penggalakan penggunaan mulsa batu Mudah, murah, dan tidak memerlukan masukan tambahan dari luar.	Kebutuhan tenaga kerja tambahan → pembangunan di luar musimnya Peningkatan pertumbuhan gulma pada cekungan pohon → penggalakan penggunaan mulsa batu
Mengurangi erosi tanah	Kebutuhan irigasi bagi pepohonan pada musim panas → peningkatan efisiensi praktik irigasi
Mengurangi kebutuhan irigasi pada musim panas → penggunaan irigasi terlokalisasi (tetes) akan mengurangi kebutuhan irigasi secara keseluruhan	
Meningkatkan produktivitas tanaman zaitun → menggali lahan sebelum oenanaman untuk memperoleh hasil yang lebih banyak.	

Referensi utama: Tubeileh A. dan Turkelboom F. (2004) Participatory research on water and soil management with olive growers in the Khanasser Valley. KVIIRS project, ICARDA, Syria. / Tubeileh A., Bruggeman A., Turkelboom F. (2004) Growing olive and other tree species in marginal dry environments, ICARDA, Aleppo, Suriah.

Narahubung: Francis Turkelboom, F.Turkelboom@cigar.org / Ashraf Tubeileh, A.Tubeileh@cigar.org / Adriana Bruggeman, A.Bruggeman@cigar.org. Semua dari ICARDA, Aleppo, Suriah, www.icarda.org



Teras Fanya Juu

Kenya - *Fanya Juu* (Bahasa Kiswahili)

Guludan teras berkaitan dengan parit, sepanjang kontur atau kemiringan lateral landai. Tanah dilontarkan ke sisi atas parit untuk membentuk guludan, yang biasanya distabilkan dengan penanaman rumput pakan ternak.

Teras *Fanya Juu* ('membuang ke atas' dalam Bahasa Kiswahili) terdiri atas tanggul (guludan), yang dibangun dengan menggali parit dan menumpuk tanah pada sisi atas untuk membentuk guludan. Sebuah langkan kecil atau 'tanggul' yang tersisa antara parit dan guludan berfungsi untuk mencegah tanah longsor kembali. Di daerah semi-tandus, teras *fanya juu* biasanya dibangun pada kontur untuk menahan curah hujan, sedangkan di zona sub-lembab teras ini secara lateral dibuat bertingkat untuk melepaskan kelebihan limpasan. Jarak disesuaikan dengan kemiringan dan kedalaman tanah (lihat gambar teknis). Sebagai contoh, pada kemiringan 15% dengan tanah yang agak dalam dibutuhkan jarak antar struktur sejauh 12 m dan interval vertikal sekitar 1,7 m. Dimensi khas untuk parit adalah pada kedalaman 0,6 m dan lebar 0,6 m. Guludan memiliki ketinggian 0,4 m dan lebar dasar sekitar 0,5-1 m. Konstruksi manual memakan waktu sekitar 90 hari per hektar pada kemiringan 15%, meskipun tingkat tenaga kerja meningkat di lereng bukit curam karena jarak yang lebih dekat struktur.

Fanya Juu berfungsi mencegah kehilangan tanah dan air serta meningkatkan kondisi untuk pertumbuhan tanaman. Guludan yang dibuat biasanya distabilkan dengan lajur rumput, misalnya rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), atau *makarikari* (*Panicum coloratum* var. *Makarikiensis*) di zona kering. Rumput ini berfungsi sebagai pakan ternak. Sebagai tindakan agroforestri pendukung dan tambahan, buah atau pohon serbaguna dapat ditanam tepat di atas tanggul (misalnya jeruk atau *Grevillea robusta*), atau dalam parit di bawah daerah-daerah kering (misalnya pisang atau pepaya), karena limpasan cenderung terkonsentrasi di area ini. Sedimen terakumulasi di belakang guludan akibat erosi air dan pengerjaan tanah. Ini mengakibatkan teras *Fanya Juu* pada akhirnya berubah menjadi teras bangku yang sedikit miring ke depan (atau bahkan rata). Pemeliharaan merupakan kegiatan penting: setiap tahun guludan perlu dibangun kembali dari bawah, dan lajur rumput perlu dipangkas agar rumput tetap rapat. Teras *Fanya Juu* dibuat secara manual dan sangat sesuai untuk peternakan skala kecil. Metode ini digunakan secara luas di Kenya. Teras *fanya juu* pertama kali muncul pada tahun 1950-an dan tersebar dengan cepat sekitar tahun 1970-an dan 1980-an dengan munculnya Program Konservasi Air dan Tanah Nasional. Teras *Fanya Juu* tersebar di seluruh Afrika Timur dan sekitarnya.

Kiri atas: Teras *Fanya Juu* di daerah semi-tandus yang telah berkembang dari waktu ke waktu menjadi bertingkat: perhatikan lajur rumput yang tumbuh dengan baik di sepanjang guludan. (Photo: Hanspeter LiNiger)

Kanan atas: Guludan *Fanya Juu* di ladang jagung setelah panen: lajur rumput gajah di bagian atas guludan, dan sampah jagung di selokan di bawah.



Lokasi/Kawasan: Provinsi sebelah Timur

Wilayah teknologi: 3.000 km²

Tindakan konservasi: struktural

Tahap intervensi: mitigasi/pengurangan kerusakan lahan

Asal: dikembangkan melalui inisiatif pengguna lahan, tradisional, > 50 tahun yang lalu

Pemanfaatan lahan: lahan pertanian

Iklim: sub-lembab semi-tandus, tropis

Referensi basis data WOCAT: QT KEN005en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Pendekatan Terkait: Pendekatan tangkapan QA KEN01

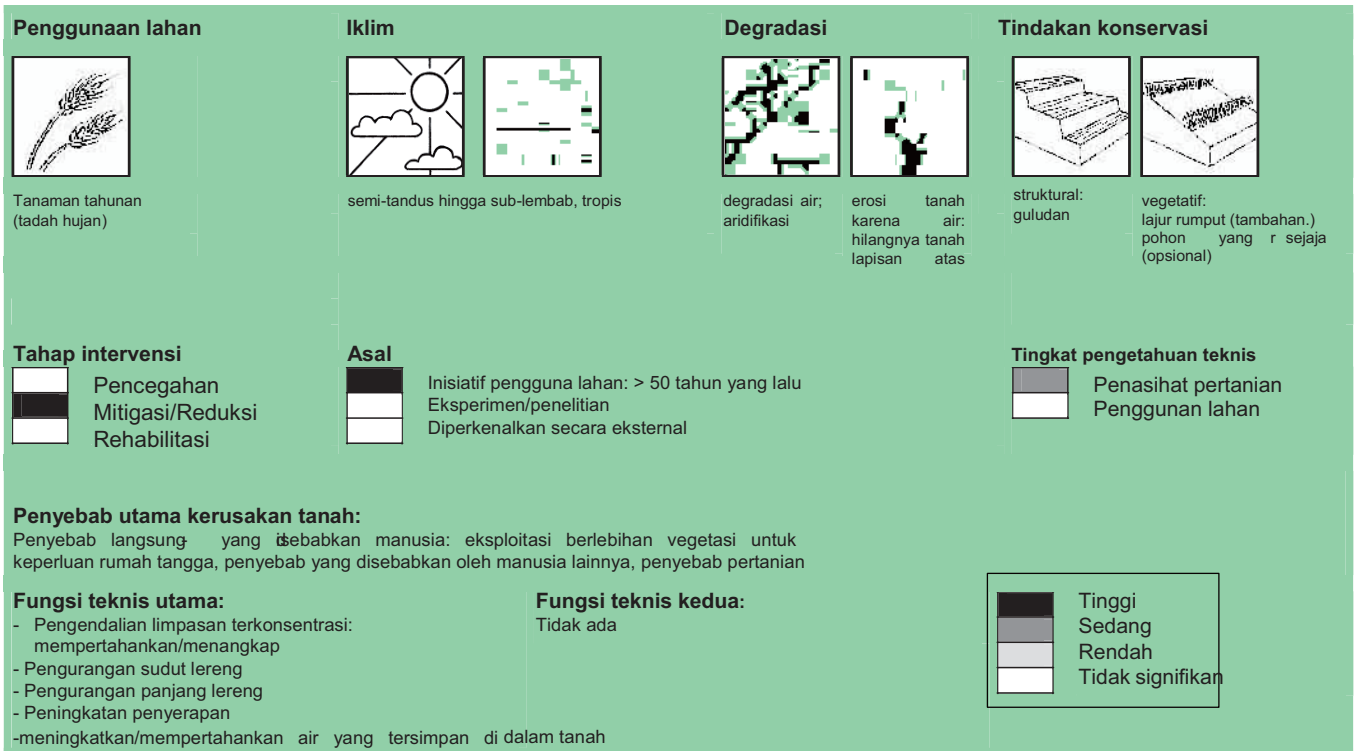
Disusun oleh: Donald Thomas; Kithinji Mutunga dan Joseph Mburu, Departemen Pertanian, Kenya

Tanggal: Januari 1999, diperbarui Juni 2004

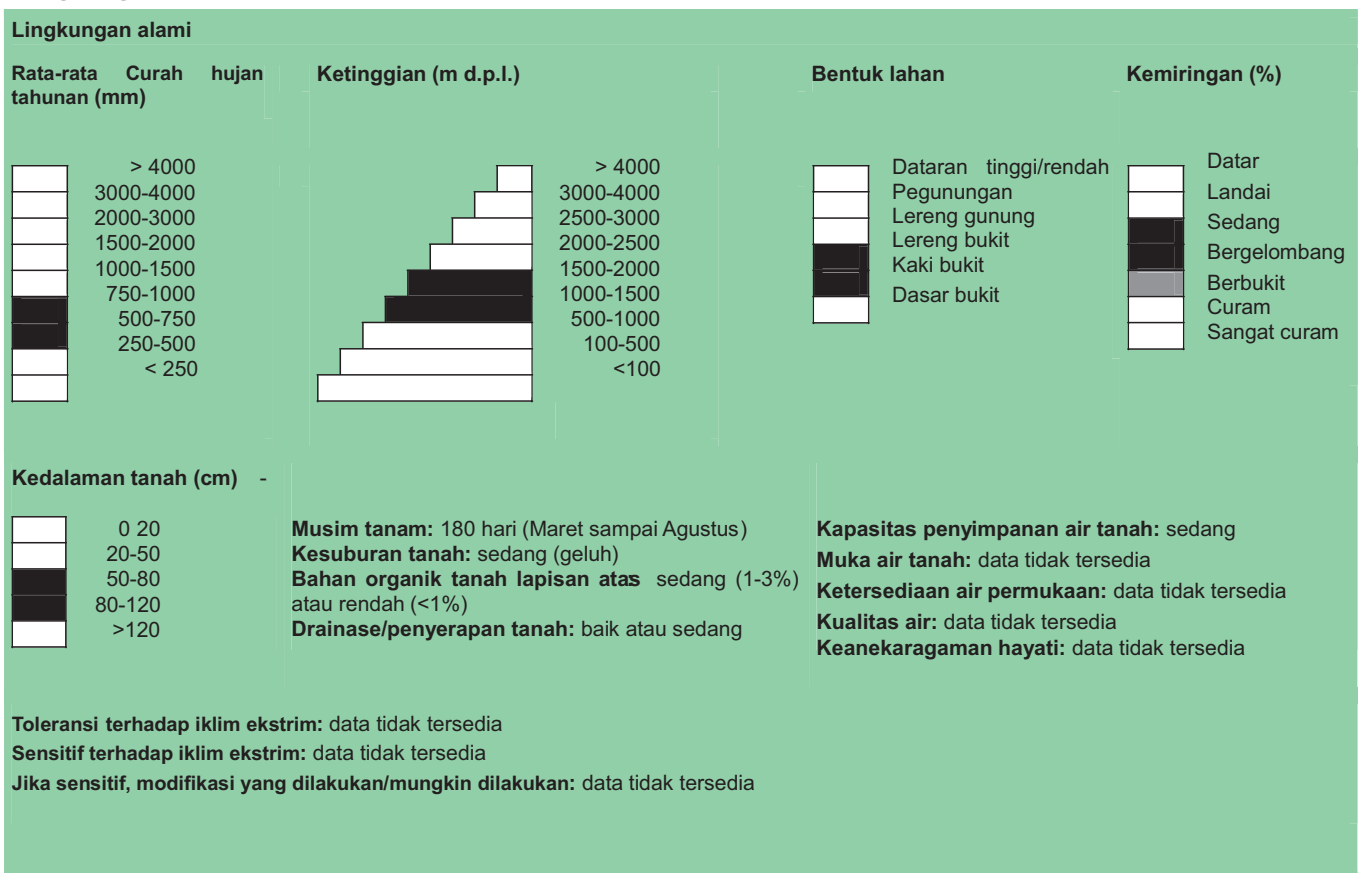


Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan: curah hujan rendah dan tidak menentu. Erosi tanah. Pembentukan lapisan pada tanah. Hilangnya air melalui limpasan. Kesuburan tanah yang rendah dan kekurangan lahan. Curah hujan yang rendah dan tidak menentu, pembentukan lapisan pada permukaan, kehilangan air melalui limpasan, kesuburan tanah yang rendah, serta kekurangan lahan dan dengan demikian kebutuhan untuk melestarikan sumber daya yang ada.



Lingkungan



Lingkungan manusia

Lahan pertanian per rumah tangga (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

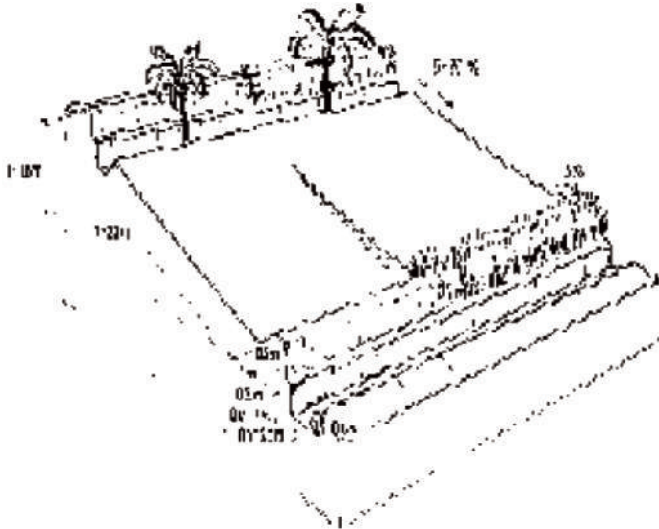
Pengguna tanah: keluarga perseorangan pengguna lahan skala kecil
Kepadatan penduduk: 100-200 jiwa/km²
Pertumbuhan penduduk per tahun: 2-3%
Kepemilikan lahan: perseorangan dengan hak milik dan tanpa hak milik
Hak guna lahan: perseorangan
Hak guna air: perseorangan
Tingkat kekayaan relatif: menengah, yang mewakili 50% pengguna lahan; 60% dari total lahan dimiliki rata-rata pengguna lahan

Pentingnya pendapatan luar pertanian: 10-50% dari seluruh pendapatan: dari tenaga kerja lokal, perdagangan, dan kiriman uang - hal ini sangat tergantung pada lokasi: semakin dekat dengan kota besar, semakin tinggi pentingnya pendapatan di luar pertanian.

Akses layanan dan infrastruktur: data tidak tersedia
Orientasi pasar: subsisten (mandiri), campuran (subsisten dan komersial)

Mekanisasi: tenaga hewan yang dimekanisasi

Ternak mengkonsumsi sisa tanaman: data tidak tersedia



Gambar teknis

Gambar teknis: teras *Fanja juu* yang baru saja dibangun (kiri) and sudah lama (kanan) yang ditanami pisang di bawah guludan dan rumput pakan ternak pada undakan: perhatikan bahwa perataan terjadi seiring waktu berjalan (kanan). (Mats Gurtner)

Penerapan kegiatan, masukan dan biaya

Kegiatan pembangunan	Masukan dan biaya pembangunan per ha		
	Masukan	biaya (US\$)	%terpenuhi oleh pengguna lahan
1. Tata Letak (penjajaran dan jarak) teras baik pada kontur (daerah kering) atau undakan (daerah yang lebih lembab) seringdilakukan menggunakan peralatan 'garis datar' sederhana yang dioperasikan oleh petani.	Tenaga kerja (90 HOK)	270	100
2. Penggemburan tanah untuk memudahkan penggalian	Peralatan		
3. Penggalian selokan/parit dan pelontaran tanah ke atas untuk membuat guludan	- tenaga hewan (bajak yang ditarik sapi)	20	100
4. Perataan dan pepadatan guludan.	- peralatan (cangkul, sekop, golok)		
5. Penggalian lubang tanam untuk rumput.	Pertanian		
6. Pembagian materi tanam (Spesies yang disebar)	- pupuk kompos/kandang	10	100
7. Pemupukan menggunakan pupuk kandang (untuk rumput gajah dan tanaman buah-buahan)	- petak rumput	20	100
8. Penanaman rumput.			
	TOTAL	320	100

Kegiatan pemeliharaan/berulang	Masukan pemeliharaan/berulang dan biaya per ha per tahun		
	Masukan	Biaya (US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
1. Memperbaiki kebocoran struktur jika diperlukan	Tenaga kerja	30	100
2. Membangun guludan setiap tahun	Peralatan		
3. Memotong lajur rumput agar tetap pendek dan rapat, dan menyediakan pakan untuk ternak	- peralatan (cangkul, sekop, golok)	5	100
4. Memelihara lajur rumput agar bebas dari gulma dan tetap rapat.	Pertanian		
5. Pemupukan rumput gajah.	- pupuk kompos/kandang (250 kg)	3	100
	TOTAL	38	100

Keterangan: Perhitungan iniberdasarkan pada kemiringan 15% (dengan 830 meter lari teras per hektar) dengan dimensi khas dan jarak: menurut tabel dan gambar di atas. Di beberapa daerah peralatan tersedia dengan gratis, tetapi biasanya hanya untuk lahan percontohan dan tidak termasuk dalam perhitungan).

Pengkajian

Dampak teknologi	
Keuntungan produksi dan sosial-ekonomi ++ peningkatan hasil panen ++ peningkatan produksi kayu ++ peningkatan pendapatan petani ++ peningkatan produksi/kualitas pakan ternak	Kerugian produksi dan sosial-ekonomi ++ hilangnya lahan ++ peningkatan kendala tenaga kerja + peningkatan kendala masukan + perasaan canggung untuk berjalan membawa beban melewati ladang
Keuntungan sosial-budaya ++ penguatan lembaga masyarakat ++ peningkatan pengetahuan mengenai konservasi/erosi + penguatan kelembagaan nasional	Kerugian sosial-budaya tidak ada
Keuntungan ekologis ++ peningkatan kelembaban tanah ++ pembuangan kelebihan air yang lebih baik ++ mengurangi hilangnya tanah	Kerugian ekologis tidak ada
Keuntungan di luar lokasi ++ mengurangi pendangkalan hilir + mengurangi banjir pada daerah hilir + aliran sungai meningkat pada musim kemarau	Kerugian di luar lokasi tidak ada
Kontribusi terhadap kesejahteraan/penghidupan manusia data tidak tersedia	

+++ : tinggi, ++ : sedang, + : rendah

Keuntungan/biaya menurut pengguna lahan	Keuntungan berbanding biaya	jangka panjang:	
		jangka pendek:	jangka panjang:
	Pembangunan	cukup negatif	positif
	Pemeliharaan/berulang	positif	sangat positif

Penerimaan/penerapan: 30% dari pengguna lahan keluarga (50.000 keluarga, 30% dari area) telah menerapkan teknologi dengan dukungan material eksternal. Diperkirakan 70% pengguna lahan keluarga (100 000 keluarga, 70% dari area) telah menerapkan teknologi secara sukarela. Terdapat kecenderungan (berkembang) yang cukup baik terhadap penerapan spontan teknologi ini. Terdapat beberapa penerapan spontan yang berkembang di luar daerah karena pengakuan dari petani mengenai manfaat teknologi ini. Pengakuan ini tersebar melalui kelompok perempuan. Dalam area tertentu, seperti Distrik Machakos, hampir semua lahan pertanian dibuat berteras.

Pernyataan penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan	Kelemahan dan → cara mengatasi
Pengendalian limpasan dan erosi → memastikan desain yang baik, pemeliharaan struktur, dan menyesuaikan desain dengan kondisi setempat.	Hilangnya lahan tanam untuk guludan teras → penerapan khusus pada lokasi: hanya pada tempat yang membutuhkan teras <i>fanya juu</i> , yaitu agronomis (pemulsaan, pembajakan kontur) dan langkah vegetative tidak cukup untuk mempertahankan/mengelakkan limpasan.
Penyimpanan air pada tanah untuk tanaman → memastikan desain yang baik, pemeliharaan struktur, dan penyesuaian desain dengan kondisi setempat.	Tingginya kebutuhan tenaga kerja yang terlibat untuk konstruksi awal → persebaran tenaga kerja selama beberapa tahun dan bekerja dalam kelompok.
Pemeliharaan kesuburan tanah → memastikan desain yang baik, pemeliharaan struktur, dan penyesuaian desain dengan kondisi setempat.	Risiko keretakan yang mengakibatkan peningkatan erosi → tata letak yang akurat dan pemadatan guludan yang baik.
Peningkatan nilai lahan → memastikan desain yang baik, pemeliharaan struktur, dan penyesuaian desain dengan kondisi setempat.	Persaingan antara rumput pakan ternak dan tanaman budidaya → pangkas rumput secara berkala dan panen sebagai pakan ternak.

Referensi utama: Thomas D (1997) Soil and water conservation manual for Kenya. Soil and water conservation Branch. Nairobi

Narahubung: Donald Thomas; Kithinji Mutunga dan Joseph Mburu, Kementerian Pertanian, Kenya; Kithinji.Mutunga@fao.org

PENGUMPULAN AIR ATAP DAN HALAMAN



Air diPengumpulan dari atap seng non-galvanis (C.Studer)

Ringkasan

Uraian singkat

Pengumpulan air atap dan halaman menyediakan air di sekitar rumah. Air hujan yang tertampung mengalir dari daerah tangkapan pada atap rumah atau permukaan beraspal/padat di dalam dan sekitar halaman. Air yang tertampung dialirkan melalui sistem pengaliran air melalui selokan dan talang air menuju berbagai jenis saluran pengaliran. Terdapat beberapa jenis bahan atap yang sesuai untuk Pengumpulan air, tergantung pada teknologi, kondisi alam, dan keterjangkauannya, antara lain seng bergelombang galvanis, lembaran aluminium atau semen, dan ubin serta batu sabak (*slate*). Di sebagian besar negara tropis ilalang, bamboo, atau atap daun kelapa juga digunakan sebagai bahan alternatif yang lebih murah. Namun, bahan-bahan tersebut sulit dibersihkan dan dapat mencemari limpasan. Selokan, talang air, filter, dan fasilitas penyimpanan dapat dibuat dengan bentuk sederhana dengan bahan-bahan yang tersedia di sekitar kita atau bahan-bahan buatan pabrik yang khusus dibuat untuk tujuan tersebut. Semakin luas atapnya, semakin besar limpasan yang dihasilkan. Jumlah air hujan yang dapat ditampung dari atap selama satu tahun dapat diperkirakan dengan mengkalikan curah hujan tahunan dengan luas atap. Namun, di negara tropis hanya sekitar 85% air yang mengalir dari atap rumah 15% dari air tersebut biasanya hilang akibat penguapan dan percikan. Jika hujan gerimis terjadi, seperti yang terjadi di beberapa negara beriklim sedang, maka lebih dari 15% air akan hilang melalui proses penguapan yang lambat. Kualitas air dapat dijaga dengan cara menambahkan perangkat penyaring atau dengan proses "air hujan pertama". PAAatap-Halaman tidak hanya dimanfaatkan oleh rumah tangga, tetapi juga oleh masyarakat/institusi umum seperti sekolah atau rumah sakit, atau perusahaan komersial.

Penyimpanan air dan tujuannya

Sistem penyimpanan tertutup dapat berada di atas permukaan tanah, di bawah tanah atau kombinasi keduanya. Tergantung pada ukuran, bentuk, atau lokasinya, sistem ini umumnya disebut "tangki", "tempayan", "drum" atau "cistern". Air yang terkumpul dimanfaatkan untuk air minum, keperluan rumah tangga dan konsumsi ternak, serta irigasi kebun dapur kecil dan tanaman halaman belakang, tergantung pada kebutuhan dan kualitas air yang diPengumpulan.

Teknologi yang umum digunakan

PAAtap: Air diPengumpulan dari seng galvanis bergelombang, aluminium atau semen, atap genting, batu sabak, atau organik. Air kemudian disimpan pada fasilitas penyimpanan di bawah atau atas tanah.

PAHalaman: Air diPengumpulan dari permukaan yang dipadatkan/beraspal dan disimpan di fasilitas penyimpanan bawah tanah.

Penerapan

PAAtap-halaman menyediakan sumber air berkualitas baik, aman, dan nyaman (tetapi dalam jumlah yang terbatas) jika sumber-sumber lain ternyata kurang nyaman diterapkan atau kotor.

Peningkatan ketersediaan air	
Air minum (berkualitas tinggi)	++
Penggunaan domestik (rumah tangga)	+++
Ternak menetap	++
Ternak pastoral	n/ap
Pertanian tadah hujan	n/ap
Irigasi oportunistik	n/ap
Irigasi tambahan	+
Irigasi aman di halaman belakang/kebun dapur	+++
Pengisian ulang akuifer	n/ap
Pengolahan hasil pertanian	++
Sasaran masalah pembangunan	
Mencegah/memulihkan kerusakan lahan	n/ap
Memelihara dan meningkatkan ketahanan pangan	+
Mengurangi kemiskinan di daerah perdesaan	++
Menciptakan lapangan kerja di daerah perdesaan	++
Mendukung kesetaraan gender/kelompok marjinal	+++
Mengurangi risiko kegagalan produksi	+
Meningkatkan produksi tanaman (termasuk tanaman buah)	+
Meningkatkan produksi pakan ternak	n/ap
Meningkatkan produksi kayu/serat	n/ap
Meningkatkan produktivitas air	++
Menahan sedimen dan nutrisi	n/ap
Meningkatkan keanekaragaman hayati	+
Pencegahan/ mitigasi bencana alam	+
Mitigasi perubahan iklim	+/-

Adaptasi perubahan iklim

Ketahanan terhadap terhadap kondisi kering ekstrim	+
Ketahanan terhadap curah hujan yang beragam	++
Ketahanan terhadap hujan dan badai angin ekstrim	+++
Ketahanan terhadap peningkatan suhu dan penguapan	+++

Keterangan +++tinggi, ++sedang, +rendah, +/-netral, n/ap tidak tersedia

Ketahanan terhadap keberagaman iklim

Curah hujan teratur dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan, sehingga kekeringan berkepanjangan akan menjadi masalah. Dibandingkan dengan sumber-sumber alternatif lainnya, PAAatap-Halaman adalah sistem yang paling kokoh dalam menghadapi hujan badai ekstrem walaupun tempat penyimpanan sistem hanya dapat menampung air dalam jumlah yang terbatas serta tidak dapat menampung kelebihan air.

Keuntungan utama

- Peningkatan ketersediaan air yang relatif bersih, handal, dan terjangkau untuk air minum, keperluan rumah tangga, sanitasi, konsumsi hewan, irigasi kebun dapur, dan kegiatan penghasil pendapatan lainnya.
- Mengurangi beban kerja terutama bagi perempuan, yang bertanggung jawab atas sebagian besar tugas rumah tangga dan dengan demikian mengurangi masalah kesehatan perempuan yang disebabkan karena pengambilan air.
- Memungkinkan penyimpanan air selama musim hujan untuk digunakan pada musim kemarau.
- Pengelolaan air di tingkat rumah tangga, sehingga dapat menghindari konflik air terkait dengan pengelolaan air di tingkat masyarakat.

Kerugian utama

- Kemungkinan bahaya kontaminasi air seperti tingkat fosfat yang tinggi dari kotoran burung dan debu yang menumpuk di atap rumah, yang kemudian terbawa ke dalam wadah penyimpanan.
- Ketergantungan pada curah hujan yang relatif handal dan kapasitas penyimpanan yang memadai.

Rasio keuntungan-biaya

Instalasi sistem PAAatap-Halaman membutuhkan sumber daya keuangan dan ketersediaan tenaga kerja tertentu, meskipun biaya operasionalnya sangat murah setelah sistem selesai dibangun.



Tangkapan Atap di Kenya menunjukkan perbedaan komponen pada sistem Pengumpulan air atap (M.Malesu).



Contoh Pengumpulan air atap di Kyrgyzstan. (L.Pluess, Helvetas)



Contoh tangki ferosemen, Sri Lanka (tidak diketahui)



Halaman atau kompleks Pengumpulan air yang diterapkan di Lanzarote, kepulauan Canaria (W.Critchley).



Pengumpulan air halaman Palestina (N.Harari)

Sistem	Jangka Pendek	Jangka Panjang
Sistem Pengumpulan air buatan pabrik	—	+++
sistem Pengumpulan air yang dibangun dari metode dan bahan sederhana	+/-	+++
Keseluruhan	-	+++

—Sangat negatif; —negatif; -cukup negatif; +/-netral; +cukup positif; ++positif; +++Sangat positif; (WOCAT, 2012).

Penerapan dan Peningkatan

PAAatap-Halaman harus menguntungkan bagi pengguna lahan, terjangkau, serta sederhana dalam pembangunan dan pengelolaannya. Masyarakat memiliki alasan kuat untuk menerapkan teknologi ini jika letak sumber air utamanya terlalu jauh, tidak tersedia, atau tercemar atau jika titik impas investasi untuk penerapan sistem PAAatap-Halaman ini cukup tinggi. Salah satu alasan negara-negara berkembang menerapkan teknologi ini adalah penghematan biaya dan peningkatan hidup ekologis.

Jenis dan Bahan

Daerah tangkapan

Dalam sistem PAAatap-Halaman, permukaan atap rumah dan halaman digunakan sebagai daerah resapan.

Pengumpulan air atap: Bahan Atap yang mempermudah Pengumpulan air terdiri dari berbagai jenis tergantung pada teknologi, kondisi alam, dan keterjangkauan. Dua syarat utama agar atap dapat digunakan untuk Pengumpulan air atap adalah:

- 1) Atap harus mudah terhubung dengan talang air dan harus terdapat metode pemasangan talang air di bawah atap.
- 2) Air yang berasal dari atap harus bebas dari kontaminan, terutama material terlarut.

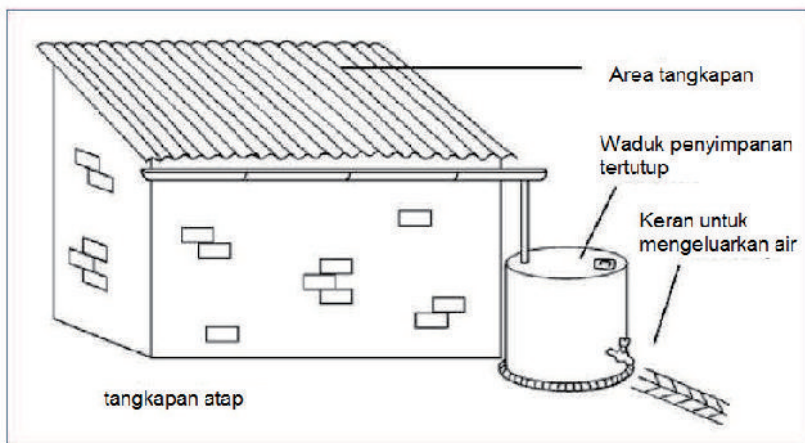
Besi galvanis atau aluminium lembaran: Bahan ini mempunyai permukaan yang sangat halus untuk limpasan air hujan dan suhu tinggi membantu membunuh bakteri. Bahan yang sama juga dapat digunakan sebagai penutup tangki penyimpanan. Namun, bahan ini relatif mahal dan tidak terjangkau di beberapa negara berpenghasilan rendah.

Lembaran semen bergelombang: lembaran semen bergelombang sangat umum digunakan dan merupakan bahan penutup atap yang baik. Bahan ini menyediakan air yang cukup bersih serta mudah untuk dibangun.

Lembaran asbes Asbes, terutama di masa lalu, digunakan di beberapa negara sebagai bahan pelapis atap. Lembar-lebar baru dapat menyediakan air yang relatif bersih, sedangkan atap yang telah lama digunakan dapat ditumbuhi jamur atau lumut. Yang terpenting, atap asbes dapat mencemari air sehingga dapat membahayakan kesehatan, sehingga harus dihindari penggunaannya.

Genting dan batu sabak: Genting yang dibuat dari tanah liat yang dibakar akan menghasilkan air yang berkualitas tinggi. Genting terdiri dari berbagai bentuk dan ukuran. Kontaminasi dapat terjadi pada sambungan, dan genting tanpa lapisan glasir adalah tempat tumbuhnya lumut. Atap batu sabak tepat untuk Pengumpulan air atap karena tingkat penyerapan air yang rendah dan relatif tahan terhadap kondisi cuaca. Bahan ini lebih umum digunakan di negara-negara maju.

Penutup atap organik: Umum digunakan di daerah tropis, contohnya atap jerami, daun kelapa, bamboo, atau atap sirap kayu dengan atau tanpa penutup plastik. Atap jenis ini banyak digunakan di negara-negara berpenghasilan rendah dengan kualitas air relatif rendah. Air yang dikumpulkan biasanya keruh dan bahan organik terlarut tidak dapat disaring dengan mudah. Selain itu, atap organik menghasilkan limpasan yang relatif sedikit, dan atap yang terkadang berbentuk bulat dan miring sangat sulit dipasang talang air. Penutup plastic yang dipasang harus dapat dilepas agar terlindung dari debu dan cahaya matahari saat tidak terjadi hujan. Umumnya pengguna kurang menyukai penutup dari plastik karena menghalangi ventilasi alami melalui atap, sehingga kelembapan yang terjebak di bawah atap akan menyebabkan bahan organik membusuk.



Sistem Pengumpulan air atap (UNEPIETC, 1998 in Clements et al., 2011)



Lembaran seng bergelombang untuk pengatapan. (HP.Liniger)



Proyek Pengumpulan Air hujan di Sekolah Menengah di Kenya (WaterCharity, 2012).

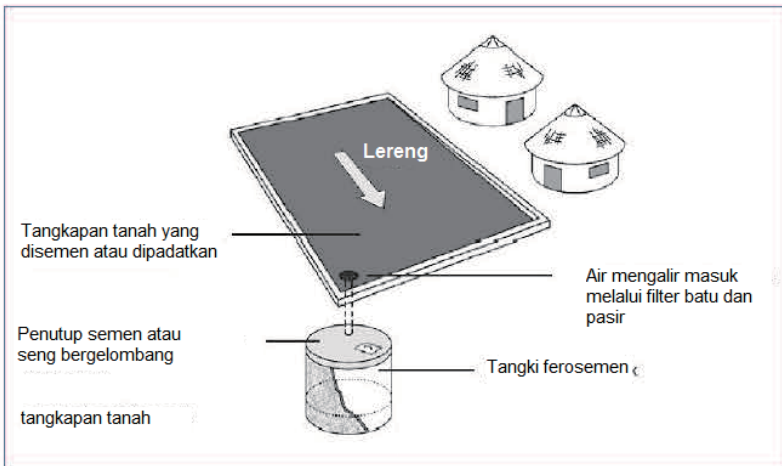


Sistem Pengumpulan air atap yang mengumpulkan air dari atap organik. (www.infonet-biovision.org)



Sistem Pengumpulan air atap sederhana yang memasok air minum, Madagaska. (J.Zähringer)

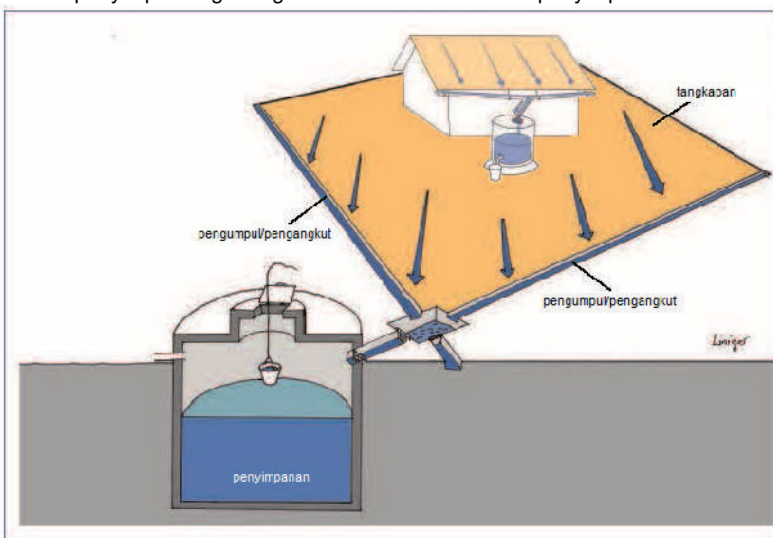
Pengumpulan air Halaman: Air hujan dapat dikumpulkan dari permukaan tanah yang dipadatkan, beraspal atau ditutupi terpal plastik, di dalam dan sekitar halaman. Kemiringan dan permeabilitas air ("koefisien limpasan") pada lapisan atas mempengaruhi jumlah air hujan yang dapat dikumpulkan. Air dapat disimpan di atas atau di bawah tanah. Air hujan dikumpulkan dari permukaan datar (misalnya halaman) dan dialirkan ke tangki bawah tanah. Air yang di Pengumpulan menggunakan metode ini berkualitas rendah dan dapat hilang karena penyerapan. Untuk memaksimalkan jumlah air yang dikumpulkan, tanah harus dibersihkan dari tanaman penutup tanah dan tanah dipadatkan untuk mengurangi permeabilitas; filter dipasang pada pembukaan fasilitas penyimpanan untuk meningkatkan kualitas air. Filter tersebut mencegah masuknya batu an dan pasir ke dalam tangki. Di daerah dengan curah hujan tahunan sekitar 500 mm, permukaan tanah kedap air seluas 100 m² berpotensi memanen air sebesar 50 m³ selama satu tahun. Jika tidak ada air yang hilang maka diasumsikan bahwa Pengumpulan air adalah sekitar 40-45 m³.



Sistem tangkapan halaman mencakup tanah yang disemen (jalan dapat juga berfungsi menjaditangkapan), tangki ferosemen bawah tanah dengan penutup semen, besi bergelombang, atau genting (UNEP PPEI, 1998 di Clements et al., 2011).

PAJalan dekat pemukiman induk: jalan, lintasan atau setapak yang diaspal (*murrum*) yang dilengkapi dengan drainase dapat berfungsi sebagai sumber tambahan Pengumpulan air untuk keperluan rumah tangga. Air yang dikumpulkan oleh jenis Pengumpulan air ini dialirkan menuju fasilitas bawah tanah (contohnya: tangki tanah silinder) mirip dengan Pengumpulan air halaman yang dijelaskan di atas.

Sistem Gabungan: Pengumpulan air atap dapat dikombinasikan dengan Pengumpulan air halaman dan Pengumpulan air jalan. Karena air dari Pengumpulan air atap biasanya berkualitas lebih baik daripada air yang di Pengumpulan dari permukaan tanah dan jalan, sebaiknya tangki Pengumpulan air atap dibuat terpisah. Kelebihan air yang dibuang melalui pipa limbah dapat dialirkan menuju fasilitas penyimpanan gabungan untuk memaksimalkan penyimpanan air.



Kombinasi sistem PAAtap-Halaman .



PA tanah permukaan di Cina. (HP.Liniger)

Contoh: Tanka atau kund di India

Di Kenya timur, parit distabilisasi karena Masyarakat Rajasthan umumnya menggunakan atap rumah serta halaman mereka untuk mengumpulkan air hujan. Teknologi yang disebut *tankas* atau *kunds* oleh penduduk lokal sangat penting karena air tanah di daerah tersebut memiliki kandungan garam dan tidak layak konsumsi. Atap-atap di daerah ini memiliki sisi yang landai agar air dapat mengalir ke pipa, yang berfungsi untuk menyaring kotoran dan butir-butir pasir, dan mengalirkan air ke tangki bawah tanah. Ukuran tangki bervariasi, tergantung pada curah hujan lokal dan daerah tangkapan. Halaman dibangun dengan campuran pasir dan kapur dengan permukaan halaman yang sedikit miring. Kemiringan dirancang dari satu ujung ke ujung lain halaman, atau dari segala penjuru menuju tengah halaman. *Kund* dibangun padat titik pusat ini. Struktur ini dibangun agar air tidak dapat merembes melalui dasarnya. Kualitas air pada *kund* juga sangat baik (Mahnot, 2003).

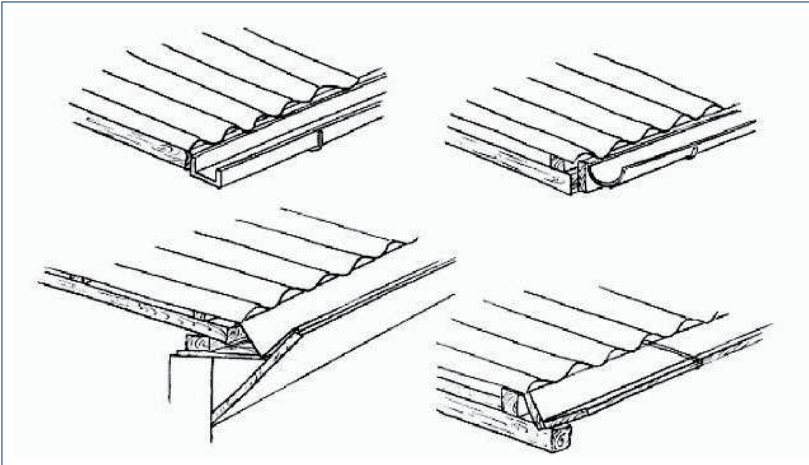


Tangki bawah tanah untuk Pengumpulan air dari halaman dan jalan, Kenya. Tangki ini dilengkapi dengan penangkap lumpur dan digunakan untuk menyimpan limpasan (Nissen-Petersen 2007).

Sistem Pengangkut

Sistem pengangkut memindahkan limpasan atap ke sistem penyimpanan. Sistem ini terdiri dari talang yang terhubung ke pipa pengalir atau memanjang menuju suatu titik tepat di atas tangki.

Talang air: Talang air terdiri dari beragam jenis, bentuk, dan bahan.



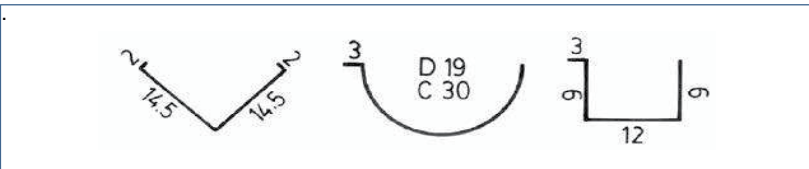
Talang air berbentuk persegi, setengah lingkaran, dan berbentuk V dengan dua cara pemasangan yang berbeda pada area tangkapan Worm (dan Hattum, 2006)

Talang berbentuk V: Talang ini dibuat dengan memotong dan melipat lembaran baja galvanis rata. Salah satu cara paling sederhana untuk membuat talang V adalah menjepit lembaran baja di antara dua potong kayu lurus dan melipat lembaran di sepanjang pinggir kayu. Tepi-tepinya diperkuat dengan melipat lembaran 90° kemudian diratakan dengan palu pada permukaan yang keras. Jenis talang mudah tersumbat oleh ranting dan daun.

Talang setengah lingkaran: ekstrusi plastik adalah cara paling sederhana untuk membuat talang setengah lingkaran. Bahan baku plastik dilebur dan dibentuk menjadi bentuk yang berkelanjutan. Cara lain adalah dengan membelah pipa (atau bambu) menjadi dua. Talang ini murah dan mudah dibersihkan.

Talang persegi: lembaran logam dilipat dan dibentuk menggunakan sepotong kayu agar berbentuk persegi. Jenis talang ini rentan terhadap pengendapan.

Talang kayu dan bambu: jenis ini paling murah, bahkan terkadang gratis. Namun jenis ini harus sering diganti, sulit dibersihkan, dan sering mencemari limpasan.



Dimensi talang berbentuk V, persegi, dan setengah lingkaran dalam sentimeter (D: diameter, C: keliling) (Nissen Petersen, 2007).

Untuk mencegah air melampaui batas talang air, dapat memasang pelindung talang air atau pelindung percikan



Air melampaui batas talang air (kiri) dan pilihan untuk menghindari luapan air (Skinner, 2003 di Doyle, 2008).



Talang air setengah lingkaran dengan talang air tambahan berbentuk lingkaran. (C.Studer)



Pembuatan talang air persegi berbahan besi galvanis, dibentuk menggunakan kayu (Nissen-Petersen 2007).

Contoh: Talang air di Myanmar

Penduduk di daerah delta di Myanmar biasa menggunakan bambu dan lembaran plastik sebagai bahan pembuatan talang air.



Ketika hujan akan turun, pemilik rumah memasang talang air yang bisa dilepas di bawah atap.



Untuk talang air permanen, penduduk menggunakan bambu yang dibelah dan diikatkan pada beberapa kayu dengan kemiringan pada rusuk rumah.

(Nissen-Petersen 2007)

Talang yang diperpanjang : Dalam struktur ini talang air terhubung pada tangki penyimpanan di luar tepi atap bangunan, dengan pusat yang sejajar dengan talang air. Talang air diperpanjang dengan sedikit kemiringan menuju arah saluran masuk tangki. Terkadang tangki dipasang langsung di bawah celah antara kedua ujung talang (satu dari kanan dan satu dari kiri). Limpasan kedua talang tersebut bertemu dan mengalir bersama menuju tangki penyimpanan.

Saluran terbuka terpisah : metode ini sederhana, yaitu dengan memperpanjang talang air sedikit di luar ujung bangunan, dengan lubang pada talang agar air dapat mengalir turun. Kemudian dipasang suatu saluran terbuka terpisah yang sedikit miring dengan sudutnya mengarah ke talang air pada atap. Saluran ini menerima air yang mengalir dan membawanya ke dalam saluran masuk tangki. Tangki tidak harus sejajar dengan tepi atap. Metode ini menghubungkan bagian depan dan belakang atap bangunan menuju tangki tunggal.

Pipa pengalir: Terbuat dari besi, plastik, atau bahan lainnya yang tersedia di sekitar. Terdapat peralatan khusus kedap air yang menyambungkan pipa langsung ke bagian bawah talang air. Pipa pengalir memiliki dimensi penampang melintang yang sama dengan talang.

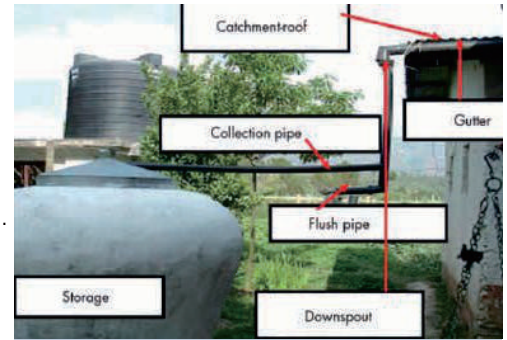
Pipa limbah: pipa limbah dipasang pada bagian atas tangki penyimpanan, agar kelebihan air untuk dapat dibuang dengan aman ketika hujan deras dan berkepanjangan. Ukuran pipa limbah biasanya sama dengan pipa inlet / pengangkut. Jaring dipasang di bagian bawah pipa, untuk mencegah kecoak, tikus atau tupai masuk. Jaring perlu diganti sewaktu-waktu

Penyaringan

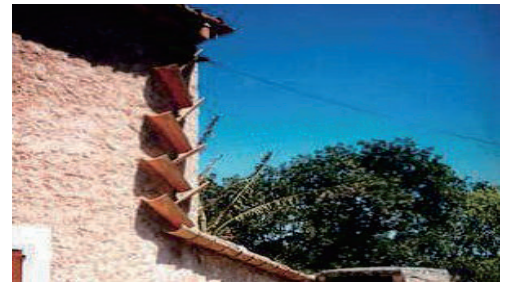
Kotoran perlu disaring untuk mencegah pencemaran pada fasilitas penyimpanan.

Filter kasar: Jala/jaring dipasang di antara talang dan pipa limbah atau saluran masuk fasilitas penyimpanan air. Jala harus berukuran cukup besar (sekitar 5 mm) agar air dapat mengalir menuju tangki tanpa hambatan. Filter tersebut perlu dikeluarkan dan dibersihkan secara teratur.

Filter halus: Sebagai alternatif, filter dengan jaring jaring-halus terkadang digunakan untuk sistem Pengumpulan air atap. Seringnya penyumbatan membuat pengguna umumnya melepas filter ini dan menggantinya dengan filter kasar. Di negara-negara berpenghasilan tinggi filter swabersih tersedia dengan jaring sebesar 0,4 mm dengan aliran air pertama digunakan untuk menyiram filter ketika hujan turun.



Unsur-unsur sistem Pengumpulan air atap di Nepal (ICIMOD,2009).



Talang air bertingkat sistem Pengumpulan air atap untuk penggunaan rumah tangga di Mallorca, Spanyol (Barron,2009).



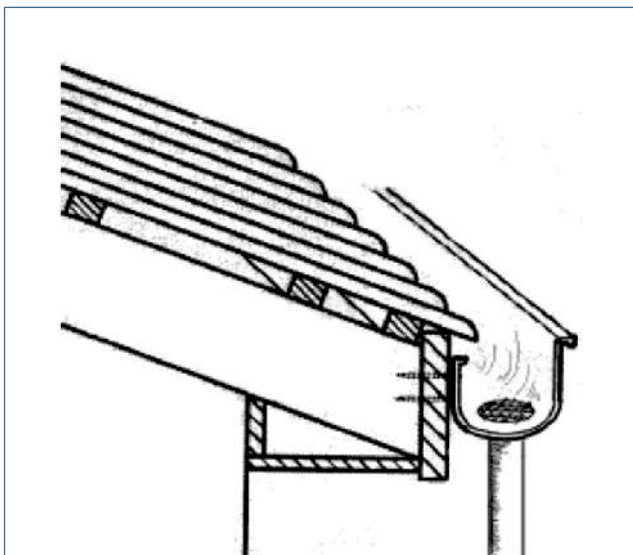
Pengalir yang terbuat dari botol plastik bekas yang dijahit dengan menggunakan kawat tipis S.Stevenson)

Contoh filter di India

Beberapa ratus bendungan tangkapan batu di India dipasang filter yang terbuat dari kerikil, pasir, dan jala yang diletakkan di atas tangki penyimpanan guna menjaga kebersihan air. Filter ini mencegah daun, debu, lumpur, dan bahan organik lainnya memasuki tangki. Bahan filter dibersihkan setelah hujan berhenti, karena pencegahan air hujan yang telah memasuki tangki penyimpanan dapat menyebabkan filter meluap. Kerikil dan pasir diambil dan dicuci dan kemudian ditempatkan kembali ke dalam filter



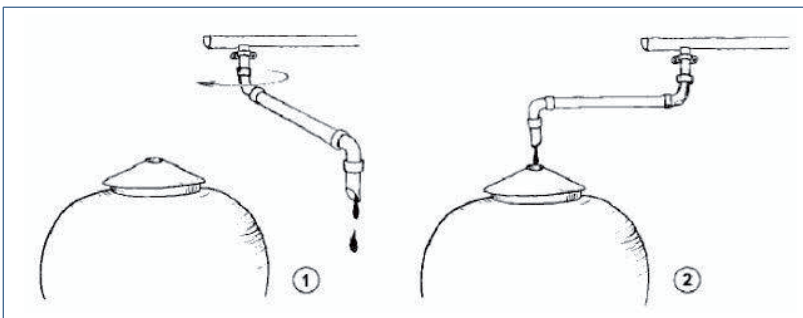
Filter dengan jaring, pasir, dan kerikil yang digunakan di Karnataka, India (Rainwater Club, tidak bertanggung jawab).



Fiter kasar(WormdanHattum,2006).

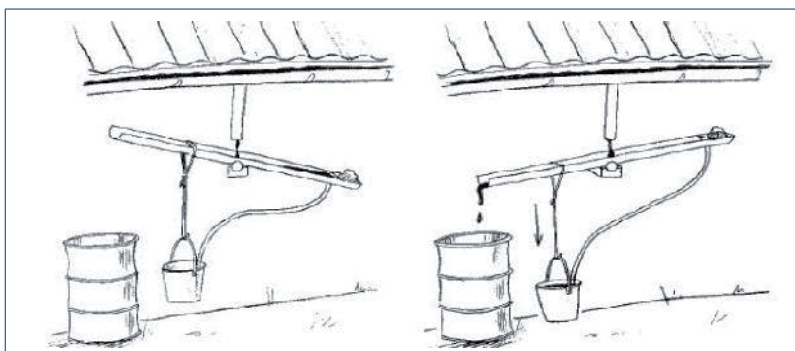
Pengalih: Membuang air limpasan kotor pertama yang mengalir dari atap, disebut juga 'pengalih air hujan pertama'.

Pengalihair hujan pertama: proses pembuangan aliran pertama limpasan yang biasanya mengandung kontaminan. Teknik yang paling sederhana adalah untuk memindahkan pipa pengalih ke samping secara manual saat hujan mulai turun, sehingga limpasan pertama tidak jatuh ke dalam tangki. Sebagian besar negara berpenghasilan tinggi menggunakan pengalih otomatis.



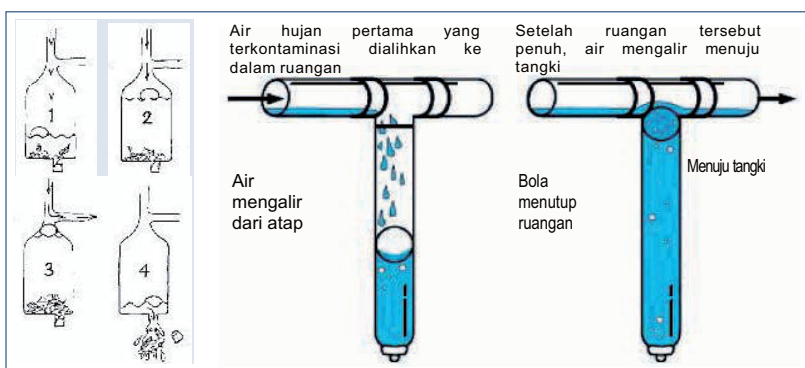
Metode manual untuk memisahkan air hujan pertama(Wormdan Hattum,2006).

Sistem massa tetap: Sistem ini terkadang digunakan sebagai pengganti Pengalih air hujan pertamayang dilakukan secara manual, karena metode ini tergantung pada ketersediaan pengguna selama hujan pertama. Sistem massa tetap bergantung pada massa air pada ujung ember atau jungkat-jungkit.

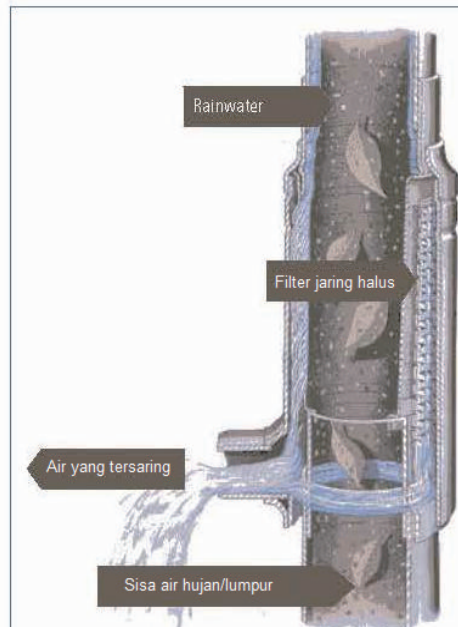


Sistem massa tetap(Wormdan Hattum,2006).

Bola apung: Bola apung, juga dikenal sebagai sistem *SafeRain*, merupakan metode pengalih otomatis pertama. Sebuah ruang pengalih dipasang pada pipa pengangkutan di antara talang air dan fasilitas penyimpanan, sehingga aliran air limpasan kotor yang pertama, mengalir ke ruang pengalih. Setelah ruang terisi penuh, air bersih mengalir melewati ruang menuju tangki. Untuk mencegah pencampuran air bersih dengan air kotor di ruangan tersebut, maka desain tersebut juga menggunakan sebuah bola. Ketika tingkat air naik dan ruangan menjadi penuh, bola apung akan naik dan mencapai puncak sehingga menghambat saluran masuk ke dalam ruangan. Setelah hujan berhenti, ruangan tersebut dikosongkan sebelum hujan berikutnya turun. Sistem ini memiliki banyak kelebihan, salah satunya adalah swabersih dan tidak membutuhkan penyimpanan untuk air hujan pertama.



Saluran pengalih air hujan pertama dengan bola apung. Gambar kiri oleh Wormdan Hattum(2006)and kanan oleh Doyle (2008).



Sistem penyaringan gabungan di Jerman

WISY, suatu perusahaan yang berbasis di Jerman, mengembangkan filter cerdas yang berfungsi sebagai filter sekaligus sistem penggelontoran air hujan pertama. Filter ini membawa air masuk melalui jaring yang sangat halus (sekitar 0,20 mm) dan memungkinkan debu dan endapan terbawa ke bawah melalui pipa (Practical Action, 2008).



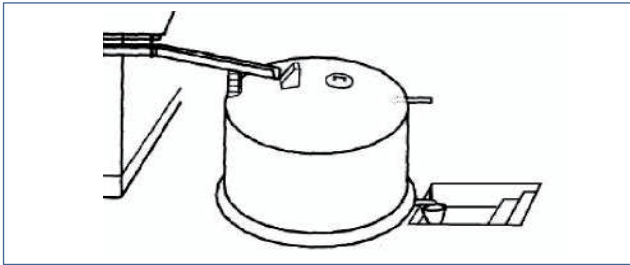
Tangki plastik dengan sistem pembuangan air hujan pertama, Kenya(Stevenson,200 & Doyle,2008).

Fasilitas penyimpanan

Air yang dikumpulkan dari atap biasanya disimpan dalam fasilitas tertutup, yang mungkin berada di atas atau di bawah tanah dengan berbagai desain. Syarat utama untuk membuat fasilitas ini adalah harus terlindungi dengan baik agar air tidak hilang melalui rembesan atau penguapan. Semua fasilitas terbuat dari batu bata semen dan pengerjaan batuanya membutuhkan fondasi yang kuat dan tahan terhadap pelapukan.

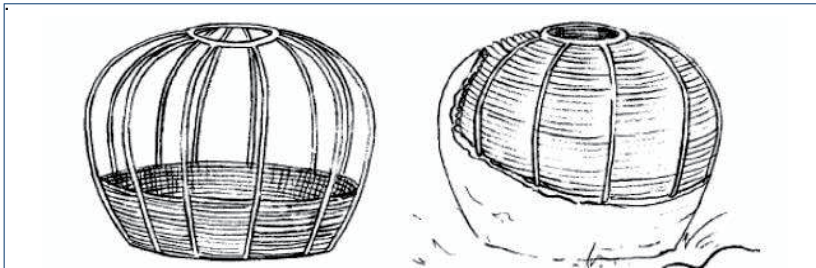
Di atas permukaan tanah

Tangki ferosemen: Tangki ferosemen merupakan teknologi yang relatif murah, membutuhkan sedikit perawatan, dan tahan lama. Tangki ini dibuat menggunakan cetakan solid dari lembaran baja galvanis bergelombang atau rata menjadi bagian-bagian melengkung yang kemudian disambung hingga membentuk silinder. Jaring dipasang di sekeliling cetakan ini dan kawat galvanis dipilin berbentuk spiral pada sekeliling tangki dengan jarak yang lebih pendek pada bagian bawah dan melebar di bagian atas. Jaring tersebut kemudian diplester dengan adukan semen dan dibiarkan semalaman. Cetakan kemudian dibongkar dan bagian dalam tangki diplester dengan adukan semen. Sebagian besar tangki ini kemudian dilapisi dengan semen agar kedap air; atau dengan menggunakan bahan anti air di lapisan adukan semen utama (Thomas dan Martinson, 2007). Diperlukan konstruksi cetakan khusus untuk penutup tangki. Desain silinder lurus menggunakan cetakan baja lembaran merupakan desain tangki ferosemen yang paling umum digunakan. Meskipun tangki ini dianggap sebagai teknologi yang membutuhkan "kemampuan rendah", pengerjaannya tetap dianggap penting. Jenis tangki penyimpanan ini tersebar luas di Afrika Selatan, Sri Lanka dan Thailand.



Tangki ferosemen (Wormdan Hattum, 2006). HP Bilderreihe

Tempayan air ferosemen atau tempayan besar (juga dikenal sebagai Tangki labu): Biasanya digunakan di Asia (misalnya Nepal, Thailand) dan lebih disukai oleh perempuan, karena mereka dapat membuatnya sendiri. Penyimpanan air ini dibuat dari beton dengan tongkat bambu atau kawat ayam untuk membentuk dan memperkuat struktur, dan kemudian ditempatkan 90 cm dari dinding rumah, titik tempat air jatuh. Pembuatan tempayan ini biasanya dimulai setelah musim hujan untuk memastikan ferosemen mengering dengan perlahan dan menghasilkan konstruksi kuat.



Pembuatan tempayan air dengan rangka dari batang besi atau bambu yang dilapisi dengan semen (Wormdan Hattum, 2006).

Tangki Drum/drum minyak: Pilihan sederhana dan murah ini biasanya ditemukan di Afrika dan Asia. Tangki jenis ini tidak hanya sesuai digunakan di pemukiman padat yang memiliki ruang terbatas dan atap sempit, tetapi juga dalam rumah tangga miskin di pedesaan (misalnya pedesaan Uganda). Tangki ini berkapasitas 200 liter (kapasitas drum minyak yang kosong yang paling umum digunakan dan kurang dari 1.000 liter). Ukuran ini adalah ukuran yang sesuai secara ekonomis mengingat sumber air alternatif yang biasanya tersedia di daerah perkotaan. Sebagai perbandingan, rumah tangga miskin biasanya lebih memilih untuk menggunakan Pengumpulan air atap jenis ini karena murah, portabel dan dapat dipasang dengan cepat. Kualitas air yang dikumpulkan dengan menggunakan teknologi ini rendah karena (a) sebagian besar sebelumnya digunakan untuk penampungan minyak, (b) tidak tertutup sehingga menjadi tempat berkembangbiakan nyamuk yang ideal (c) pengambilan air dengan pencelupan cangkir dapat mengakibatkan kontaminasi air.



Tangki ferosemen di sebuah sekolah lokal di Burkina Faso. (WaterAid/ChrisLeake)

Contoh: Tempayan digunakan di Thailand

Di Thailand, tempayan dimanfaatkan sebagai sarana penyimpanan air hujan dari limpasan atap yang murah dan memadai untuk air minum. Sebelum penyimpanan ini dikenalkan, masyarakat tidak tahu bagaimana melindungi air dari limbah dan nyamuk. Tempayan diperkenalkan dalam berbagai ukuran (dari 100 sampai 3.000 liter). Tempayan berkapasitas 2.000 liter paling umum digunakan. Tempayan ini dapat menampung air hujan yang cukup untuk konsumsi rumah tangga beranggotakan enam orang selama musim kemarau yang berlangsung selama hampir 6 bulan (UNEP, 2002).



Tempayan air hujan yang digunakan di India (RAIN)

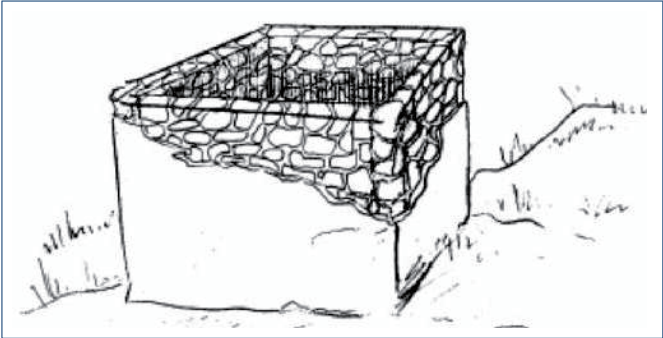


Air hujan di Pengumpulan dari atap dan ditampung dalam tangki drum. (HP, Liniger)

Tangki batu bata: Terbuat dari batu bata, batu potong baloktanah padat, beton dan tambang yang tersedia di sekitar masyarakat. Biasanya tangki inidibuat oleh masyarakat setempat, karena teknik pembuatannya mirip dengan pembangunan sebuah bangunan melingkar.Namun, jika yang dibuat adalah sebuah tangki silinder berdiameter kecil, batu bata yang tidak terpasang dengan tepat memerlukan lebih banyak semen setara dengan jumlah semen yang dibutuhkan dalam pembangunan penyimpanan ferosemen.Ukuran tangki tergantung pada jumlah curah hujan.Tangki batu bata digunakan di beberapa negara misalnya di Sri Lanka dan Uganda. Di Nepal, misalnya, Tangki batu bata tradisional memiliki kapasitas sekitar 25.000 liter.



Tangki yang menggunakan lembaran metal di Macquierey Bay,Australia(Barron,2009).



Tangki batu bata/batu Wo(mdan Hattum2006).

Contoh: Pengumpulan air atap di Jepang
Rojison adalah sistem Pengumpulan air hujan dan pemanfaatan fasilitas yang sederhana dan unik yang digunakan masyarakat lokal di distrik Mukojima, Tokyo untuk memanen air hujan dari atap rumah mereka sendiri. Air tersebut digunakan untuk mengairi taman pemadam kebakaran, dan air minum darurat. Saat ini, sekitar 750 bangunan swasta dan umumdi Tokyo memperkenalkan sistem ini dan pengumpulan air hujan terus berkembang (UNEP, 2002).

Tangki pracetak: Tangki ini biasanya digunakan di negara-negara berpenghasilan tinggi seperti Jerman dan Australia. Tangki ini dicetak dengan kendali pabrik(dalam ukuran sampai dengan 35 m³), diangkut dengan truk, dan dipasang menggunakan derek. Di Jerman, tangki ini biasanya dipasang di bawah tanah untuk menghemat ruang. Beberapa upaya telah dilakukan untuk menerapkan teknologi ini di negara-negara berpenghasilan rendah seperti Brazil dan Kenya, yaitu dengan menggunakan penutup seng.Tetapi penerapannya terbukti lambat akibat mahalnya biaya teknologi bagi negara-negara ini.



Atap organic dengan penutup plastik tambahan dan tangki yang sebagian berada di bawah tanah di pedesaan Uganda (Danert danMotts,2009)

Tangki plastik: Tangki ini pertama kali populer di negara negara berpenghasilan tinggi. Di negara negara transisi dan berpenghasilan rendah tangki ini umumnya dianggap terlalu mahal tetapi menjadi semakin murah dan populer karena kemajuan produksi massal masyarakat setempat. Tangki plastik biasanya terbuat dari polyethylene berkepadatan tinggi, atau plastik yang diperkuat kaca,dan melalui proses yang kompleks. Tangki ini sangat ringan dan mudah dipasang.

Tangki bawah tanah

Di beberapa negaratangki berbiaya murah dibangun di bawah tanah karena tanah menyokong beban tekanan air.Tangki ini tidak membutuhkan dasar yang datar sehingga dapat dibuat dalam berbagai bentuk, seperti bentuk kubah terbalik.Jika tanahnya sangat ideal, tangki dapat mengurangi kebutuhan bahan hingga 50%.Selain itu, pembuatan tangki bawah tanah dapat dilakukan oleh anggota keluarga dan orang-orangtanpa keahlian tertentu.

Tangki berlapis semen yang sebagian berada dibawah tanah

Mirip dengan tangki bawah tanah, tangki yang sebagian berada di bawah tanah ini (6.000 sampai 10.000 liter) banyak digunakan di Uganda yang awalnya diperkenalkan sebagai bagian dari proyek penelitian dan pengembangan Pengumpulan air pada tahun 2002. Ahli batu di negara ini saat itu dilatih dan pembayaran pembangunannya dilaksanakan oleh para pengguna rumah tangga. Setelah proyek berjalan, lebih dari 1.000 tangki jenis ini dibangun di negara ini.



Tangki bawah tanah berlapis semen sedang dibangun,Etiopia.(HP.Liniger)

Persebaran dan penerapan

Persebaran

Atap: di seluruh dunia; contoh Botswana, Burkina Faso, Ghana, Kenya, Nigeria, Senegal, Afrika Selatan, Uganda di Afrika; Cina, Kirgistan, India, Indonesia, Jepang, Nepal, Sri Lanka, Tajikistan, Thailand di Asia dan Brazil, Australia, Jerman, Spanyol

Halaman: contoh: Cina, India, Yordania, Kenya, Palestina, Suriah

Penerapan

Penggunaan lahan: Pemukiman, halaman, kebun dapur

Pemanfaatan air: Air hujan yang diPengumpulan dari atap biasanya dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga, irigasi kebun dapur skala kecil dan konsumsi ternak (air minum, mencuci, sanitasi dll). Air hujan yang dikumpulkan dari halaman biasanya ber kualitas rendah sehingga tidak digunakan sebagai air minum.

Iklim: Sistem PAAatap-Halaman umumnya dapat diterapkan di daerah yang mengalami curah hujan yang tidak berarti selama 3 bulan berturut-turut dan di daerah-daerah yang memiliki curah hujan tahunan lebih dari 1.000 mm dengan musim kemarau panjang (sampai lima bulan berturut-turut dengan curah hujan tidak berarti). Namun, sistem penyimpanan ini juga dapat digunakan di daerah yang sangat lembap untuk mengurangi luapan sistem drainase di permukiman serta alasan ekologis lain. Beberapa contoh curah hujan tahunan yang menerapkan PAAatap-Halaman adalah: 250-500 mm (Botswana); 500-750 mm (Tajikistan); 750 - 1.000 mm (Nepal), 1.700 - 2.500 mm (Tonga).

Luas atap yang diperlukan(m²/orang)dengan tingkat curah hujan berbeda

		Curah hujan 700mm	1000 mm	1500 mm	2000 mm	>2500 mm
Pemanfaatan air		Luas atap yang dibutuhkan(m ² /orang)				
Satu-satunya sumber air (95 %permintaan pada 20lkh*)	Tangki besar	14,5	10	6,5	5	4
Sumber utama (70 %permintaan pada 20lkh di musim hujan,14lkh di musim kemarau)	Tangki sedang	11,5	8,5	5,5	4	3
Sumber musim hujan saja (95 %permintaan)	Tangki kecil	8	5,5	4	3	2,5
Sumber air portable saja (95 %permintaan pada7lkh)	Tangki kecil	6,5	4,5	3,5	2,5	2

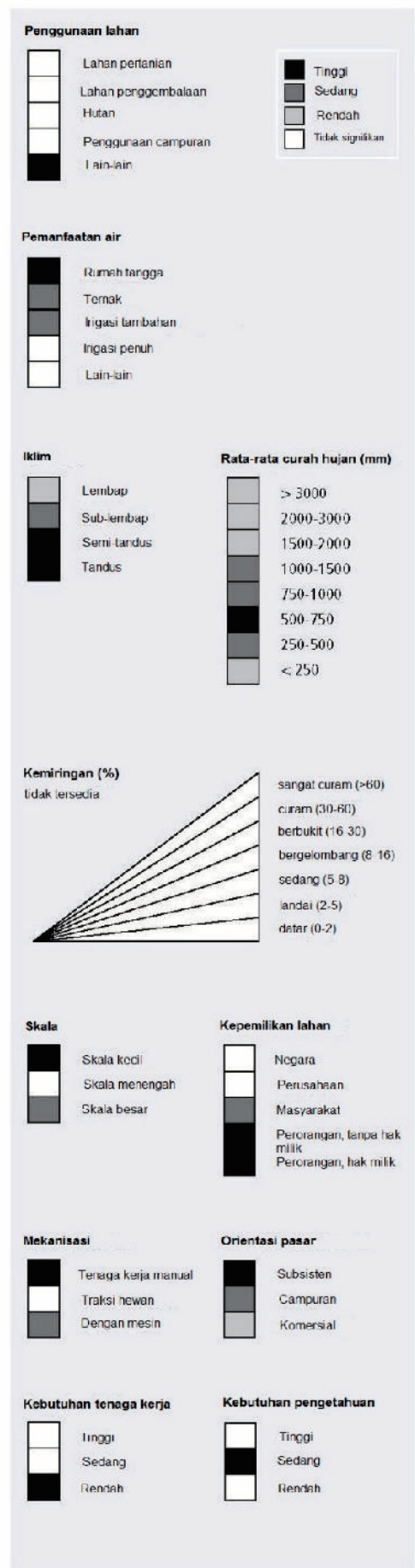
*lkh:liter per kapita per hari
(diambil dariThomasdanMartinson,2007).

Skala:Sistem PAAatap-Halaman yang dibangun pada rumah pribadi dikelola secara langsung dan seluruhnya pada tingkat rumah tangga. Pengelolaan sistem yang dibangun pada gedung pemerintah (Sekolah, rumah sakit, dll.) membutuhkan klarifikasi pengelola.

Kepemilikan lahan dan Hak guna lahan/air: Karena teknologi PAAatap -Halaman biasanya dibangun diatas tanah milik perseorangan/sekolah. Pengguna sistem Pengumpulan air memiliki hak penuh untuk memanfaatkan air.

Persyaratan keahlian/pengetahuan: Sistem PAAatap-Halaman sederhana tidak memerlukan pengetahuan teknis yang rinci, tetapi sistem yang lebih kompleks membutuhkan tenaga kerja terampil terutama untuk fasilitas penyimpanan. Untuk mencegah tingginya biaya tenaga kerja disarankan untuk menggunakan jenis yang lebih sederhana.

Kebutuhan tenaga Kerja: kebutuhan tenaga kerja yang relatif rendah; Pembangunan tangki penyimpanan paling banyak membutuhkan tenaga kerja



Ekonomi

Biaya

Contoh biaya praktik PAAatap-Halaman yang berbeda per

Teknologi	Negara	Volume m ³	Biaya pembangunan	Biaya pemeliharaan
Atap seng galvanis memasok air ke tangki beton dan plester di bawah tanah	Botswana ¹	22	2.000	13 (biaya tenaga kerja)
Gudang air bawah tanah/tangki bawah tanah	Cina ²	20-30	280	30
Tempayan ferosemen	Nepal ³	2	130	15 (pembersihan dan pengelontoran tempayan)
Tangki retensi tanah berlapis polyethylene	Tajikistan ⁴	12	30	9 (untuk mengganti lembar plastik)
Tangki dan talang beton	Tajikistan ⁴	116	400	5 (tenaga kerja pembersihan)
Tangki in situ beton	Kenya ⁵	5	650	
Tangki batu bata bakar	Kenya ⁵	10	1.065	
Tangki balok padat tanah	Kenya ⁵	15	1.210	
Tangki batuan puing	Kenya ⁵	12	1.045	
Tangki ferosemen	Kenya ⁵	3	360	
Tangki ferosemen	Kenya ⁵	11	830	
Tangki ferosemen	Kenya ⁵	23	1.220	
Tangki ferosemen	Kenya ⁵	46	1.695	
Tangki tanah ferosemen	Kenya ⁵	90	2.555	

¹J.AlthophendalamSchwilchetal.,2012;²Y.Wang dalamJiangetal.,2008; ³M.Dhakil dalamNEPCAT,2008; ⁴D.DomullojonovdanS.OdinashoevdalamWolfgramm,2011;¹⁻⁴dalamWOCAT,2012; ⁵Nissen-Petersen,2007;Knooetal.,2012.

Biaya tangki, talang air, pipa pengalir dan sistem penyaringan tergantung pada volume, bahan, desain, dan lokasi dan cara struktur tersebut dibangun. Biasanya, biaya pembuatan satu tangki besar 30% lebih rendah daripada dua tangki kecil dengan total volume sama. Oleh karena itu, keuntungan yang didapat tergantung pada berapa banyak investasi dari pengguna lahan. Yang terpenting, meskipun investasi awal mungkin cukup tinggi, beberapa tangki Pengumpulanair Atap dapat digunakan untuk waktu lama (sampai 20 tahun) sehingga biaya terhitung rendah jika tersebar di periode ini. Contoh dari Senegal menunjukkan bahwa dengan investasi US \$600 dan tangki air dengan masa pakai rata-rata 15-20 tahun, biaya tahunan untuk bangunan tersebut adalah sekitar US\$ 40. Sistem ini adalah pilihan pemasok air yang murah, efektif, dan berkelanjutan untuk daerah daerah yang mengalami masalah kualitas atau kuantitas air (Van Steenberg dan Tuinhof, 2009).

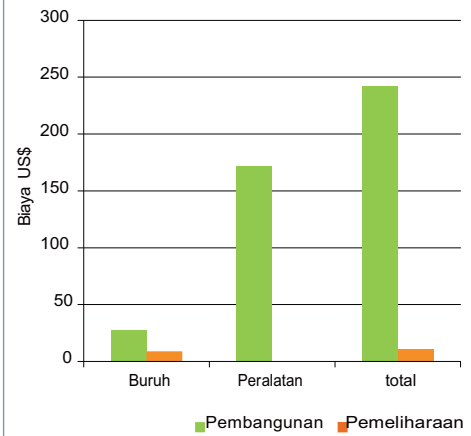
Keuntungan

Dengan curah hujan musiman sebesar 260 mm yang cukup umum terjadi di daerah tandus dan semitandus dan permukaan atapseluas 100 m², totalair yang dapat diPengumpulanadalah sekitar 24.700 l. Di daerah tandus dan semitandus, permintaan minimal untuk pasokan air rumah tangga adalah 6 l per hari per orang (Nissen-Petersen, 2007 dikutip dari Knoop et al., 2012).

Contoh: Ketersediaan air melalui Pengumpulan air atap

Pada daerah dengan curah hujan tahunan rata-rata 1.000 mm, potensi Pengumpulan air atapuntuk bidang seluas2 50m²(dengan asumsi bahwa 50% dari luas laharadalah luas atap)adalah 125.000 liter (0,5*250*1.000). Jika hanya 60% dari air hujan yang dapat tersimpan (kerugian termasuk penguapan dan overflow), jumlah air yang tersedia dalam satu tahun akan menjadi 75.000 liter per tahun (0,6*125.000). Jumlah air yang tersedia per hari adalah 250 liter per bidang (75.000/365) dan jika seandainya satu keluarga terdiri dari 5 orang maka ketersediaan air adalah 50 liter per orang per hari.Mengingat kebutuhan air rata-rata per orang adalah sekitar 100 liter/hari, Pengumpulan air atap memiliki potensi untuk memenuhi setengah dari kebutuhan rata-rata per orang jika kapasitas penyimpanan air mampu menjembatani musim kemarau (UN-HABITAT, tidak bertanggung jawab).

Biaya PAAatap-Halaman per struktur (rata-rata)



Biaya untuk pembangunan struktur Pengumpulan air Atap berkisar antara US\$ 28 2.012 per struktur. Peralatan adalah faktor utama penentu biaya pembangunan Pengumpulan air atap.



Beberapa orang membangun tempayan Pengumpulan air di rumah mereka di Uganda (WaterAid/Caroline Irby)



Tangki penyimpanan air hujan sedang dibangun oleh keluarga di Nepal. (RAIN)



Air yang dikumpulkan dari sistem Pengumpulan air atap yang digunakan untuk mengairi kebun dapur(RAIN)

Dampak

	Keuntungan Tingkat pertanian/rumah tangga	tingkat masyarakat/DAS/lansekap
Produksi / Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> +++ air aman untuk konsumsi manusia setelah penanganan yang tepat terhadap penyakit +++ peningkatan ketersediaan/kualitas air +++ diversifikasi pasokan air +++ penurunan biaya karena pembelian air berkurang +++ tenaga kerja tersedia untuk kegiatan yang menghasilkan pendapatan ++ peningkatan ketersediaan air untuk ternak ++ biaya pemeliharaan yang rendah ++ bahan bangunan (biasanya) yang tersedia secara lokal ++ irigasi kebun dapur/petak yang lebih luas + peningkatan produksi tanaman 	<ul style="list-style-type: none"> +++ peningkatan ketersediaan/kualitas air +++ pasar untuk material teknis dan ahli instalasi +++ penurunan permintaan air permukaan dan air tanah + penurunan risiko kegagalan produksi
Ekologis	<ul style="list-style-type: none"> +++ peningkatan kualitas/kuantitas air +++ penurunan limpasan air badai ++ peningkatan ketersediaan air pada musim kemarau 	<ul style="list-style-type: none"> +++ penurunan tekanan pada sumber air permukaan dan air tanah +++ reduksi limpasan dari atap dan halaman mengurangi kerusakan dan erosi di sekitar permukiman dan lahan-lahan sekitarnya
Sosial budaya	<ul style="list-style-type: none"> +++ air minum yang aman meningkatkan kesehatan +++ air tersedia pada titik penggunaan +++ peningkatan kebersihan (jika akses jumlah air yang cukup menjadi masalah) +++ penurunan beban kerja , terutama bagi perempuan +++ sakit pinggang dan cidera punggung akibat pengangkutan wadah air yang berat berkurang +++ sistem sering dikelola oleh pengguna lahan perorangan, yang dapat menjadi keuntungan, karena penggunaan komunal sering menimbulkan konflik ++ satu-satunya opsi untuk memastikan pasokan air untuk pulau-pulau tropis dan area lainnya tanpa air tanah dan air permukaan yang dapat diandalkan ++ rumah tangga memiliki kendali penuh atas sistem + dapat diterapkan pada daerah perdesaan dan perkotaan + masyarakat setempat dapat dengan mudah dilatih untuk pembangunan dan pemeliharaan sistem 	<ul style="list-style-type: none"> +++ ketersediaan air dis sekolah, pusat masyarakat, dan pos kesehatan +++ penguatan kelembagaan masyarakat +++ peningkatan keadaan bagi kelompok-kelompok kurang beruntung secara ekonomi dan sosial + peningkatan ketahanan pangan

Keterangan:+++tinggi, ++sedang,+rendah

	Kendala	Cara mengatasi
Produksi/ memenuhi Ekonomi	jumlah air yang di Pengumpulan terlalu sedikit untuk kebutuhan seluruh rumah tangga	→membuat tangki tambahan yang baru
Sosial-budaya	Kontaminasi mikrobiologis dengan fosfat berkonsentrasi tinggi akibat kotoran burung dan akumulasi debu pada atap	→bagian pertama limpasan yang biasanya penuh kontaminan yang terbawa dari atap harus dibuang dengan sistem pengalihan air hujan pertama
	Tangki air yang dibangun dengan buruk dapat ditumbuhi alga serta dihindangi serangga dan kadal, serta dapat menjadi tempat perkembangbiakan vektor penyakit	→periksa dan bersihkan tangki secara rutin
	Fasilitas penyimpanan air bisa berbahaya bagi anak-anak Tikus dapat merusak tangki penyimpanan	→sediakan perlindungan dengan akses memadai

Penerapan dan Peningkatan

Tingkat penerapan

Meskipun PAAatap-Halaman memiliki potensi besar, tingkat penerapan sistem ini rendah tetapi meningkat di negara-negara berpenghasilan rendah. Di negara-negara transisi seperti Cina dan India, Pengumpulan air atap mulai mendapat tempat akibat produksi massal fasilitas pengumpulan dan penyimpanan air. Di negara-negara berpenghasilan tinggi seperti Inggris, Jerman dan Amerika Serikat, tingkat penerapan telah sedikit meningkat selama beberapa tahun terakhir karena berbagai alasan lingkungan dan ekonomi.

Lingkungan yang mendukung

Profitabilitas: Dalam sebagian besar kasus pembangunan sistem PAAatap-Halaman memerlukan biaya yang cukup besar sehingga penerapannya tergantung pada pemikiran bahwa sistem ini lebih murah daripada alternatif lain. Tergantung pada lokasi, sistem yang diterapkan harus sederhana dan murah: dalam hal ini pengguna harus memperhitungkan ketersediaan material setempat. Masyarakat yang kurang mampu mungkin membutuhkan bantuan material sebagai permulaan.

Dukungan eksternal: Organisasi, pemerintah daerah, kelompok-kelompok swadaya dan layanan penyuluhan terlatih diperlukan untuk menyebarkan teknik PAAatap-Halaman. Keterlibatan Pemerintah daerah dan masyarakat sangat diperlukan dalam meningkatkan kualitas sistem PAAatap-Halaman pada rumah tangga atau pembatasan wewenang perusahaan pemasok air yang menghambat persebaran sistem Pengumpulan air. Organisasi pendukung atau pemerintah perlu memberikan bantuan dalam bentuk subsidi, melalui pembentukan dana bergulir untuk biaya modal atau menyiapkan skema kredit mikro.

Peningkatan kapasitas dan berbagi pengetahuan diperlukan. Informasi, pendidikan dan pelatihan adalah salah satu kendala yang menghambat penerapan sistem ini. Disarankan untuk membangun sistem Pengumpulan air berdasarkan pengalaman pada tingkat rumah tangga karena hal ini dapat mendorong replikasi, perluasan atau perbaikan sistem Pengumpulan air.

Insentif: Pelatihan mengenai jenis sistem dan metode pembangunan sangat penting untuk dilakukan, karena masyarakat cenderung tidak memiliki pengetahuan mengenai sistem ini. Tergantung pada ukuran dan jenis sistem, rumah tangga memerlukan modal, sehingga harus tersedia akses potensial seperti kredit mikro atau pinjaman.

Pendekatan yang sesuai: demonstrasi sistem Pengumpulan air dan pelatihan untuk spesialis setempat dapat menjadi pendekatan yang sesuai untuk memperkenalkan PAAatap-Halaman. Pendekatan yang dikendalikan pasar yang membuat fasilitas Pengumpulan air menjadi terjangkau dapat meningkatkan investasi rumah tangga.

Kelayakan dan perencanaan

Aspek lingkungan yang harus dipertimbangkan: Aspek-aspek ini termasuk jumlah dan pola curah hujan pada daerah penerapan, ketersediaan sumber air lain dan lama periode kemarau.

Aspek teknis yang harus dipertimbangkan: Hal-hal penting berikut ini - bahan pengatapan, daerah tangkapan air (m²), tingkat konsumsi air, ketersediaan sumber air lain, tenaga kerja terampil, dan bahan bangunan.

Konsumsi dan pengelolaan air: Kebutuhan air rumah tangga harus diperkirakan dengan cara konsultasi dengan para pemangku kepentingan setempat. Tanggung jawab untuk membangun dan memelihara sistem tersebut juga harus diperjelas dari awal.

Aspek sosial dan jender: Keluarga/masyarakat harus benar-benar memerlukan penyediaan air yang lebih baik dan keterlibatan penuh keluarga/masyarakat diperlukan untuk mengembangkan ikatan sosial. Selain itu, contoh pengalaman positif yang ada di daerah akan sangat membantu. Pembangunan sistem Pengumpulan air mengurangi beban kerja - terutama perempuan - yang bertanggung jawab untuk mengambil air.

Aspek keuangan: harus diupayakan perencanaan yang matang kapasitas penyimpanan yang optimal, serta penekanan biaya serendah mungkin. Desain sistem Pengumpulan air harus hemat biaya dan terjangkau.

Kesesuaian: Faktor penentu desain sistem PAAatap-Halaman meliputi: pola curah hujan setempat; jumlah pengguna dan tingkat konsumsi; penggunaan air hujan secara berkala, berulang, sebagian atau penuh; daerah tangkapan (m²); dan koefisien limpasan daerah tangkapan.

Contoh tingkat penerapan di Botswana dan Tajikistan:

Tidak ada masyarakat Botswana yang menggunakan Pengumpulan air atap meskipun skema demonstrasi sudah dipasang di setiap desa di sub distrik Boteti. Alasannya adalah pemotongan subsidi pemerintah. Bahan bangunan dan biaya tukang batu profesional tidak lagi terjangkau bagi penduduk lokal (J. Athlopheng dalam Schwilch et al., 2012).

Sebagai perbandingan, tingkat penerapan yang tinggi terjadi di Tajikistan untuk tangki tanah serta tangki beton yang lebih mahal. Pengguna lahan mengamati keuntungan yang diperoleh tetangga mereka dan memutuskan untuk melakukan investasi awal (D. Domullojonov dan S. Odinashoev dalam Wolfgramm 2011).

lingkungan yang mendukung: faktor kunci penerapan	
masukan, material	+++
insentif, kredit	+++
Pelatihan dan pendidikan	+++
Hak guna air /lahan	+
Akses menuju pasar untuk masukan dan pengeluaran	++
Penelitian	+
Kepemilikan asli oleh masyarakat	++

Keterangan:+++tinggi, ++sedang, +rendah

Kelayakan dan perencanaan: Faktor kunci penerapan

Mengkaji kuantitas air yang akan di Pengumpulan	+++
Mengkaji kualitas air	+++
Memperkirakan kebutuhan air	+++
Pengkajian lokasi	+
Aspek finansial	+++
Pengkajian dampak lingkungan	+/-
Hak guna air/tanah	++
Hubungan antar tetangga	+/-
Keterlibatan masyarakat	+
Aspek sosial dan jender	++
Perizinan pemerintah	+/-

keterangan +++tinggi, ++sedang +rendah

Contoh: Insentif yang diberikan oleh negara di Indore, India

Di Indore, India, Pengumpulan air atap diwajibkan oleh undang-undang untuk semua bangunan baru seluas 250 m² atau lebih. Untuk mendorong penerapan sistem Pengumpulan air atap, Negara memberikan potongan 6% dari pajak bumi dan bangunan (UN-HABITAT, tidak ada tanggal).



Langkah langkah pembangunan sebuah tangki air semen menggunakan kantong plastik yang diisi dengan jerami. Gambar pada tangki menunjukkan desain dan bahan yang dibutuhkan. (H P Liniger)

Contoh: Uganda

Di Uganda terdapat berbagai pilihan fasilitas penyimpanan Pengumpulan Air Hujan Domestik (DRWM), baik pabrikan atau dibuat ditempat, yang dapat digunakan. Sebuah penelitian mengidentifikasi sekitar 30 produk penyimpanan Pengumpulan Air Hujan Domestik yang berbeda yang meliputi: jerigen berkapasitas 20- liter; drum plastik berkapasitas 50 dan 100 liter; drum baja berkapasitas 200 liter; tempayan semen berkapasitas 420 sampai 1.500 liter; tangki plastik (Aquatank dan Polytank) berkapasitas 220 liter sampai 15.000 liter; tangki berlapis plastik di atas permukaan tanah (3.000 liter); tangki berlapis plastik bawah tanah (10.000 liter dan lebih); tangki ferosemen (4.000 sampai 10.000 liter); tangki berlapis semen yang sebagian berada di bawah tanah (6.000 sampai 10.000 liter) dan tangki bata (10.000 liter). Meskipun Pengumpulan Air Hujan Domestik berpotensi yang besar dan dipromosikan oleh pemerintah dan LSM, tingkat penerapan teknologi ini masih rendah. Selain pembangunan fasilitas demonstrasi untuk kelompok swadaya, pelatihan tukang batu setempat dan dorongan dari tabungan kelompok yang dikumpulkan (sistem 'komidi putar') dan menawarkan subsidi, intervensi yang lebih strategis oleh Pemerintah, LSM dan sektor swasta dibutuhkan untuk mempercepat pertumbuhan Pengumpulan Air Hujan Domestik (Danert dan Motts, 2009).



Sistem Pengumpulan air hujan atap

Nepal-Akasepaanisankalanpranali(Nepali)

Sebuah sistem Pengumpulan air hujan yang mengalirkan air hujan dari atap melalui pipa penghubung ke dalam tempayan ferosemen penampungan air.

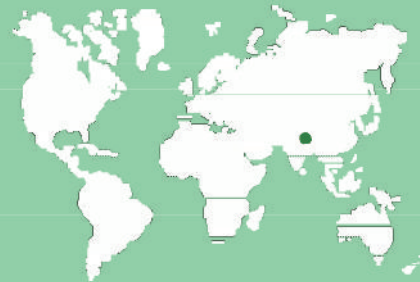
Sebagian besar rumah tangga di tengah bukit Nepal menderita kekurangan air selama musim kemarau. Teknologi yang dijelaskan di sini –Pengumpulan air atap selama hujan deras untuk kemudian digunakan setelah hujan– adalah cara yang menjanjikan untuk meningkatkan akses air bagi masyarakat untuk keperluan rumah tangga, terutama untuk keluarga yang tidak memiliki akses atau dengan akses terbatas ke mata air atau air sungai. Teknologi ini belum secara luas diterapkandi tengah bukit Nepal.

Teknologi ini diperkenalkan di DAS Jhikhu Khola untuk memperkenalkan sumber air alternatif untuk keperluan rumah tangga (terutama air minum).Teknologi ini sesuai untuk rumah tangga pedesaan yang tersebar di daerah pegunungan.Sistem Pengumpulan terdiri dari tangkapan atap, pipa pengangkut, dan bejana penyimpanan.Pipa-pipa tersebut mencakup sistem talang air yang terbuat dari pipa plastik yang dibelah membujur dengan sistem pembuangan yang memungkinkan sistem dapat dibersihkan secara berkala.Air yang dikumpulkan mengalir menuju tempayan ferosemen berkapasitas 500 atau 2.000 liter yang dibuat menggunakan cetakan (lihat foto).Sebuah cetakan yang telah dibangun sebelumnya yang terbuat dari batang besi dan pipa plastik dipasang pada pelat dasar beton.Kawat logamdiperpanjang dari pelat dasar melalui cetakan utama ke atas.Jaring ayam kemudian dibalutkan ke permukaan cetakan dan diikat dengan kencang menggunakan kawat tipis.Sebuah lapisan semen diaplikasikan di atas struktur logam.Tempayan tersebut dibuat dengan tiga lapisan semen dengan lubang yang ditutup dengan jaring nilon halus untuk menyaring unsur-unsur kasar yang tidak diinginkan.Sebuah tutup timah ditempatkan di atas struktur.

Keran dipasang dengan jarak 20 cm dari atas tanah. Ketinggian ini bertujuan agar air dapat dikumpulkan sebanyak 15 literdengan bejana lokal yang khas (*gagri*) dan menghindari pengumpulan air yang terlalu banyak dalam wadah yang lebih besar serta meminimalkan tumpukan mati air (Nakami et al. 2003). Tukang batu yang terlatih dapat dengancepat dan mudah memasang seluruh sistem ini.Selama semua bahan dan cetakan sudah tersedia, seluruh sistem dapat disatukan dalam waktu sekitar seminggu.Pemeliharaan utama yang dapat dilakukan adalah dengan menjaga kebersihan atap, terutama setelah masa kemarau panjang.Hal ini dilakukan dengan menggunakan sistem pembilasan pipa talang air denganmengalihkan air kotor pertama dari atap menjauhi tempayan.

Kiri atas: Tiga komponen sistemPengumpulan air hujan atap: atap tangkapan, pipa pengangkut, dan tempayan ferosemen penyimpan.(Foto:K.M.Sthapit)

Kanan atas Pemasangan cetakan dan pembungkusan dengan jala ayam untuk pembuatan tempayan. (Foto: PARDYP)



Lokasi: Kharelthok, Sathighar, Panchkhal, Hokse dan Panitia pembangunan desa Pataleket di DAS Jhikhu Khola

Kawasan: Distrik Kavrepalanchowk

Wilayah teknologi: 1 - 10 km2

Tindakan konservasi: struktural

Tahap intervensi: mitigasi

Asal: dikembangkan secara eksternal/diperkenalkan melalui proyek, baru-baru ini, <10 tahun yang lalu

Penggunaan lahan: permukiman, jaringan infrastruktur

Iklim: semi-tandus, subtropis

Referensi basis data WOCAT: QT NEP018en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Pendekatan Terkait: tidak terdokumentasi

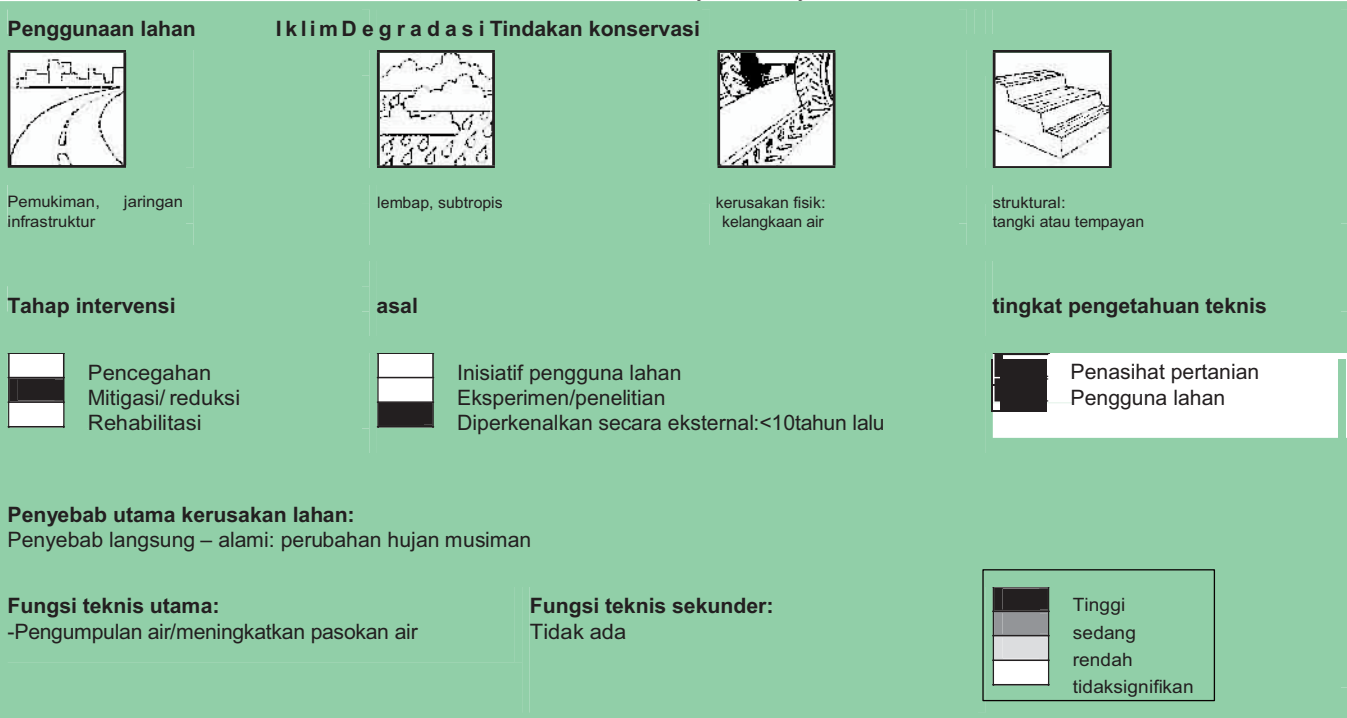
Disusun oleh: Madhav Dhakal, ICIMOD, Nepal

Tanggal: 20 Oktober 2006, diperbarui 2008

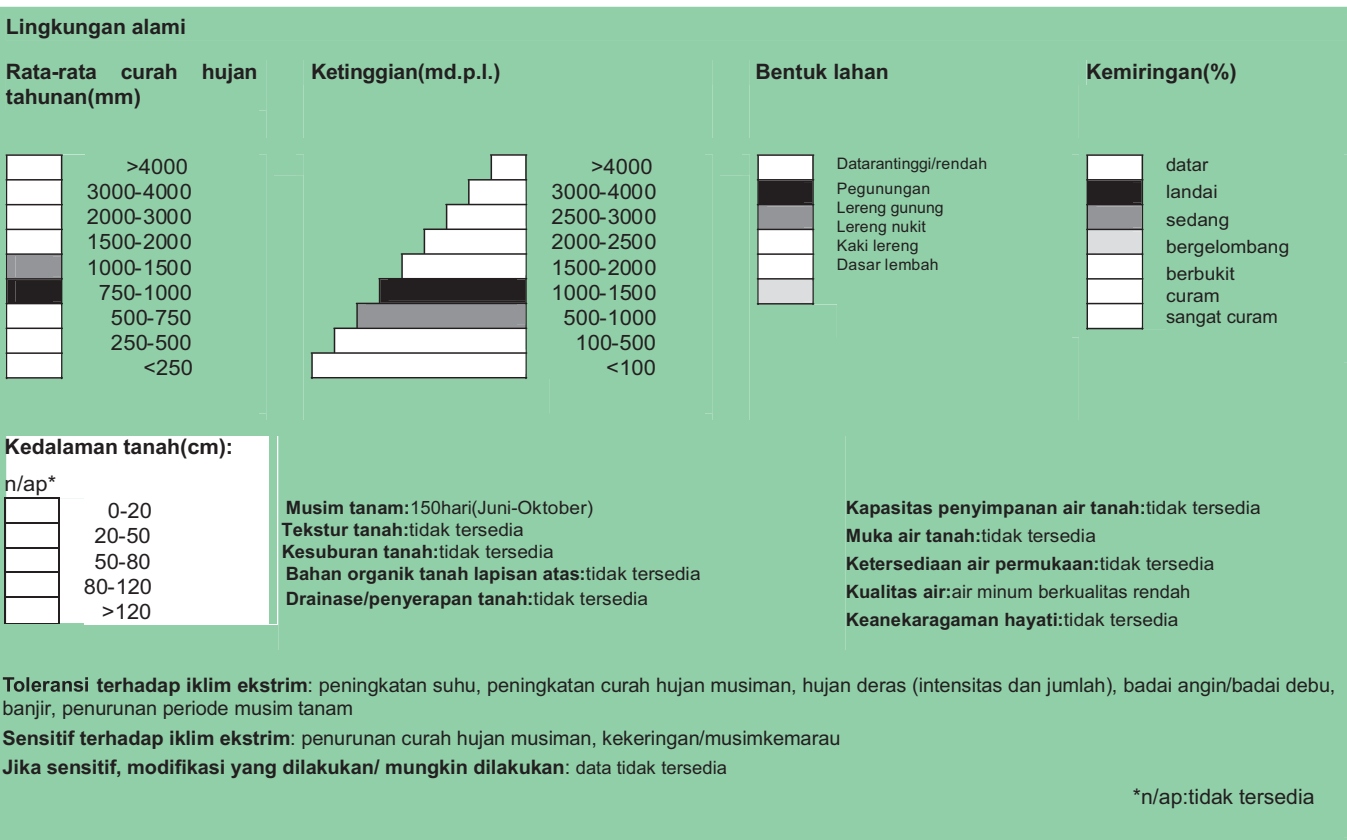
ICIMOD

Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan: pasokan air yang tidak memadai selama akhir musim dingin dan awal musim hujan dan kontaminasi sedimen selama musim hujan. Debit air dari sumber air tradisional seperti kolam galian, mata air, 'lubang' rembesan, sumur dangkal, dan sungai kecil menjadi terbatas segera setelah akhir musim hujan. Banyak pemukiman terletak di puncak bukit dan sebagian besar sumber air berada di bawah sehingga sulit untuk menyediakan air bagi rumah tangga melalui jaringan pipa. Wanita dewasa dan anak-anak kesulitan saat membawa air ke atas, terutama selama musim hujan ketika jalan licin.



Lingkungan



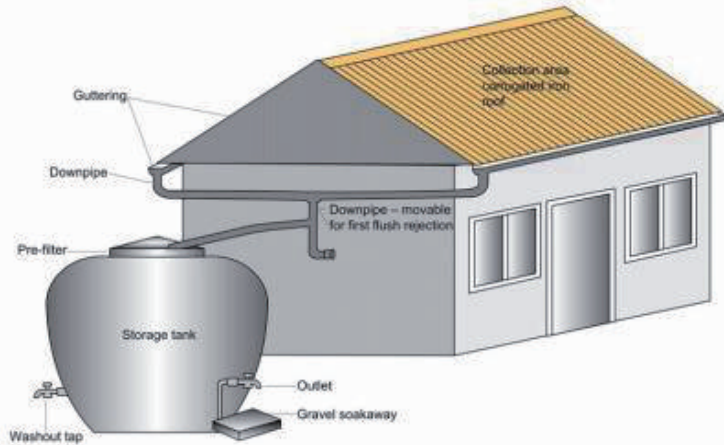
Lingkungan manusia

Lahan pertanian per rumah tangga(ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Pengguna tanah perorangan/rumah tangga, pengguna lahan skala menengah, umum/pengguna lahan menengah, pria dan wanita
Kepadatan penduduk: 200-500 jiwa/km²
Pertumbuhan penduduk per tahun: 2-3%
Kepemilikan tanah: perorangan, hak milik
Hak guna lahan: perorangan
Hak guna air: komunal (terorganisir)
Tingkat kekayaan relatif miskin, yang mewakili 50% dari pengguna lahan; 25% dari total lahan yang dimiliki oleh pengguna lahan menengah

Pentingnya pendapatan luar pertanian: 10-50% dari semua pendapatan: Sebagian besar pendapatan di luar pertanian rumah tangga berperan kecil tetapi terus meningkat. Peluang untuk memperoleh pendapatan di luar pertanian muncul dalam kegiatan sehari-hari
Akses layanan dan infrastruktur:
Orientasi pasar: subsisten (mandiri)
Mekanisasi: tidak ada data
Ternak mengkonsumsi sisa tanaman: 3,9 unit ternak tropis (TLU) per rumah tangga



Gambar teknis

Sebuah sistem Pengumpulan air dengan tangkapan atap, pipa penghubung, dan tangki penyimpanan. (A.K. Thaku)

Penerapan kegiatan, masukan dan biaya

4.

Kegiatan pembangunan	Masukan dan biaya pembangunan per ha		
	Masukan	Biaya(US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
1. Pembangunan pelat dasar beton dengan menggunakan cetakan dasar.			
2. Pekerjaan perbaikan			
3. Pemeriksaan akhir dan pemasangan penutup logam di atas tempayan	Tenaga kerja (15HOK)	41,1	25
4. Pelapisan semen pertama	Bahan bangunan	23,6	
5. Pemasangan talang air dan pipa; termasuk pipa pembilas	-semen(4kg)	1,4	100
6. Pemasangan semen lapisan dalam	-pasir dan agregat	20,9	
7. Pencetakan instalasi utama menggunakan kawat logam, pembungkusan menggunakan jaring ayam	-jaring kawat ayam(m)	5,5	
8. Melepaskan cetakan	-penutup tempayan logam	1,5	
9. Pelapisan semen kedua	-lembaran plastik dan kelambu anti nyamuk	2,1	
	-Cat	23,7	
	-polietilena berdensitas tinggi, pipa, penyusut		
	-paku, klem, pipa siku, penghubung T, penutup ujung	3,6	
	-nipples, keran kuning, besi galvanis, soket, benang PTFE	3,5	
	TOTAL	127	9

Kegiatan berulang/pemeliharaan

Kegiatan berulang/pemeliharaan	Masukan dan biaya pemeliharaan/berulang per ha per tahun		
	Masukan	Biaya(US\$)	% terpenuhi oleh pengguna lahan
1. Pembersihan tempayan sekali atau dua kali dalam setahun			
2. Pembuangan air yang terkontaminasi			
	Tenaga kerja	15	100
	TOTAL	15	100

Keterangan: Cetakan dan alat-alat disediakan oleh proyek dan dapat digunakan untuk memasang berbagai sistem Pengumpulan air. Oleh karena itu biaya peralatan tidak dimasukkan disini. Biaya bahan berfluktuasi sewaktu-waktu. Biaya transportasi berbeda sesuai dengan jarak lokasi. Selama 1999/2000, biaya sistem berubah-ubah dari US\$ 80 sampai US\$ 120, dan pengguna lahan menyumbang sekitar US\$ 40 dengan menyediakan tenaga kerja tidak terampil dan bahan yang tersedia secara lokal seperti pasir dan agregat halus (dihitung dengan kurs US\$ 1 = NRS 73)

Pengkajian

Dampak teknologi	
Keuntungan produksi dan sosial ekonomi	Kerugian produksi dan sosial-ekonomi
Tidak ada	+ Hilangnya lahan (tempat untuk meletakkan tempayan air)
Keuntungan sosial-budaya	Kerugian Sosial-budaya
+++ Penguatan kelembagaan masyarakat +++ Peningkatan pengetahuan mengenai konservasi/erosi	Tidak ada
Keuntungan ekologis	Kerugian ekologis
++ Peningkatan ketersediaan air selama musim kemarau ++ Sanitasi yang lebih baik	Tidak ada
Keuntungan bagi luar lokasi	Kerugian bagi luar lokasi
++ Peningkatan ketersediaan air untuk masyarakat selama kelangkaan air	Tidak ada

Kontribusi terhadap kesejahteraan/penghidupan manusia

+ Peningkatan kondisi kesehatan karena tersedianya air bersih.

+++ : tinggi, ++ : sedang, + : rendah

Keuntungan/biaya menurut pengguna lahan	Keuntungan berbanding biaya	jangka pendek:	jangka panjang:
		sedikit negatif	sangat positif
		sangat positif	sangat positif

Meskipun investasi awal tinggi, pengguna mendapatkan lebih banyak air secara langsung. Tingginya biaya pemasangan sistem berarti bahwa keuntungan jangka pendeknya sedikit negatif.

Penerimaan/penerapan: 74% keluarga pengguna lahan telah menerapkan teknologi ini dengan dukungan material eksternal. 26% keluarga pengguna lahan telah menerapkan teknologi secara sukarela. Terdapat sedikit kecenderungan (perkembangan) penerapan teknologi secara spontan. Jumlah keluarga yang menerapkan teknologi ini meningkat tanpa insentif lebih lanjut yang disediakan.

Pernyataan penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan	Kelemahan dan → cara mengatasi
Air hujan yang di Pengumpulan menghemat hampir satu hari kerja bagi tiap keluarga karena berkurangnya waktu pengambilan air yang mengacu pada musim hujan. Air umumnya akan digunakan pada musim kemarau → mempublikasikan keuntungan ekonomis teknologi ini melalui program berbagi pengalaman.	Tempayan berkapasitas 2.000 tidak cukup memenuhi kebutuhan satu rumah tanggapada musim kemarau → diperlukan pembangunan tempayan berukuran lebih besar atau pembangunan lebih dari satu tempayan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.
Perempuan bertanggung jawab mengambil air, sehingga teknologi ini mengurangi beban kerja mereka → menerapkan program berskala lebih besar untuk memperkenalkan teknologi ini.	Kontaminasi mikrobiologis (bakteri total dan faecal coliform fekal) dan tingkat fosfat di atas batas maksimum EC ditemukan di sejumlah bejana yang disebabkan oleh kotoran burung dan partikel debu dari atap → pembersihan atap tangkapan secara teratur dan pengolahan air sebelum diminum dengan cara direbus atau klorinisasi. Air hujan memiliki kandungan mineral yang rendah yang berbahaya bagi tubuh manusia jika dikonsumsi dalam jumlah besar (karena membalikkan proses osmosis).
Tempayan lebih awet daripada tangki plastik → melakukan pemeliharaan rutin untuk menjaga sistem bekerja dengan baik	Teknologi ini tidak sesuai untuk atap candi karena biasanya menjadi sarang bagi burung merpati sehingga kotorannya akan mencemari air hujan yang jatuh → hindari daerah tangkapan dengan kontaminasi tinggi.
Air dapat disimpan untuk penggunaan darurat seperti persiapan makanan untuk tamu pada masa-masa sibuk seperti penanaman dan Pengumpulan padi, dan selama festival berlangsung → pembagian pengalaman untuk memperluas penerapan teknologi.	Teknologi mahal untuk rumah tangga miskin → dukungan eksternal dibutuhkan untuk rumah tangga miskin untuk menjangkau sistem ini secara finansial.
Air yang tersimpan memiliki rasa yang lebih segar karena lebih dingin dibandingkan air yang disimpan dalam tangki plastik → analisis laboratorium terhadap air hujan hasil Pengumpulan dalam masa-masa yang berbeda, yaitu: dari bulan pertama Pengumpulan hingga bulan ke-12 Pengumpulan untuk mengetahui kualitas air.	Jarak keran yang sangat dekat dengan tanah sehingga menyulitkan pengambilan air dengan <i>agree</i> → desain ini diterapkan untuk pengambilan air secara efisien, ketinggian keran dapat dinaikkan sehingga penyimpanan mati air bertambah yang berakibat semakin banyak air yang tidak dapat terpakai.
	Pelat dasar tempayan dapat mengalami penurunan akibat kurang padatnya pondasi → daerah di sekitar pelat dasar harus lebih dipadatkan.

Referensi utama: Harma, C. (2001) Socioeconomic Indicative Impact Assessment and Benchmark Study on Rooftop Rainwater Harvesting, Kabhrepalanchok District, Nepal, laporan disampaikan pada ICIMOD, Kathmandu, Nepal / ICIMOD (2000) Water Harvesting Manual, panduan tidak dipublikasikan yang dipersiapkan untuk Proyek PARDYP, ICIMOD / ICIMOD (2007) Good Practices in Watershed Management, Lessons Learned in the Mid Hills of Nepal. Kathmandu: ICIMOD / Lessons Learned from the People and Resource Dynamics Project, PARDYP/ICIMOD. 2006. / Nakarmi, G.; Merz, J.; Dhakal, M. (2003) 'Harvesting Roof Water for Livelihood Improvement: A Case Study of the Yarsha Khola Watershed, Eastern Nepal'. Dalam News Bulletin of Nepal Geological Society, 20: 83-87 / Nakarmi, G.; Merz, J. (2001) Harvesting Rain Water for Sustainable Water Supplies in the Yarsha Khola Watershed, laporan disampaikan pada Kirchgemeinde Zuoz, Switzerland dan ICIMOD, Kathmandu, Nepal

Narahubung: Madhav Dhakal, ICIMOD, Kathmandu, Nepal. mdhakal@icimod.org



Pengumpulan Air Hujan Atap - Tangki Beton

Tajikistan-Чамовариубиборош(Russian)

Sistem Pengumpulan air hujan atap menggunakan tangki beton yang dirancang untuk meningkatkan akses air untuk keluarga untuk irigasi kebun dapur selama bulan-bulan musim kemarau yang panas dan kering.

Tangki beton seluas 16m² yang terletak di bawah naungan rumah dibangun untuk menyimpan air hujan yang terkumpul di talang atap.

Tangki berfungsi untuk menampung air yang akan digunakan untuk air minum, sanitasi, dan irigasi selama bulan-bulan musim kemarau yang panas dan kering. Air yang ditampung digunakan untuk irigasi lahan kebun dapur dan beragam tanaman sehingga akan meningkatkan penghidupan rumah tangga yang terlibat.

Terdapat tiga unsur utama dalam pembangunan sistem Pengumpulan air hujan. Pertama, pembangunan talang air logam pada tumpuan kayu di sekeliling atap; Kedua, pembangunan kolam beton pada naungan rumah; dan ketiga, pemasangan pipa sambungan antara talang air dan kolam. Kolam ini perlu dibersihkan secara berkala untuk mencegah kontaminasi dan pertumbuhan alga di sekitar tepi kolam.

Selama penjajahan Soviet pasokan air untuk desa diakses melalui tangki penyimpanan beton yang terletak di kaki bukit di atas desa. Setelah runtuhnya Uni Soviet tangki beton dan infrastruktur tersebut mengalami kerusakan. Akibatnya penduduk menderita kekurangan air, terutama selama musim kemarau yang kering dan panas. Menanggapi masalah ini warga menginvestasikan waktu, uang dan sumber daya mereka untuk membangun sistem pengumpulan air hujan.

Kiri atas: Pipa plastik membujur dari atap menuju tangki beton. (Foto: S. Stevenson)

Kanan atas: Pipa plastik melintang dari atap menuju tangki beton. (Foto: S. Stevenson)



Lokasi: Boshkengash

Kawasan: Rudaki

Wilayah teknologi: <0,1 km²

Tindakan konservasi: struktural

Tahap intervensi: mitigasi/reduksi kerusakan lahan

Asal: dikembangkan melalui inisiatif pengguna lahan, 10-50 tahun yang lalu

Pemanfaatan lahan: Hutan (sebelumnya), lahan pertanian (setelahnya)

Iklim: semi-tandus, sedang

Referensi basis data WOCAT: QT TAJ348en pada cdewocat.unibe.ch/wocatQT

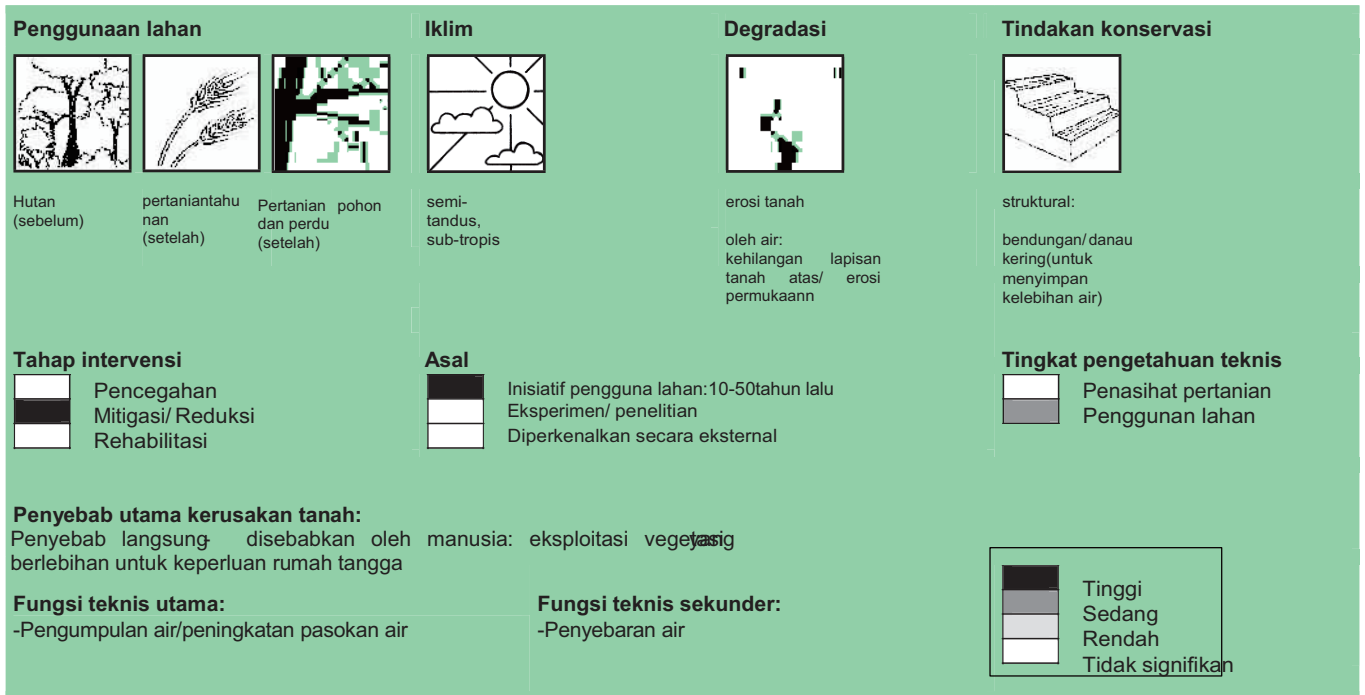
Pendekatan Terkait: tidak didokumentasikan

Disusun oleh: Sa'dy Odinaev, Caritas, Tajikistan

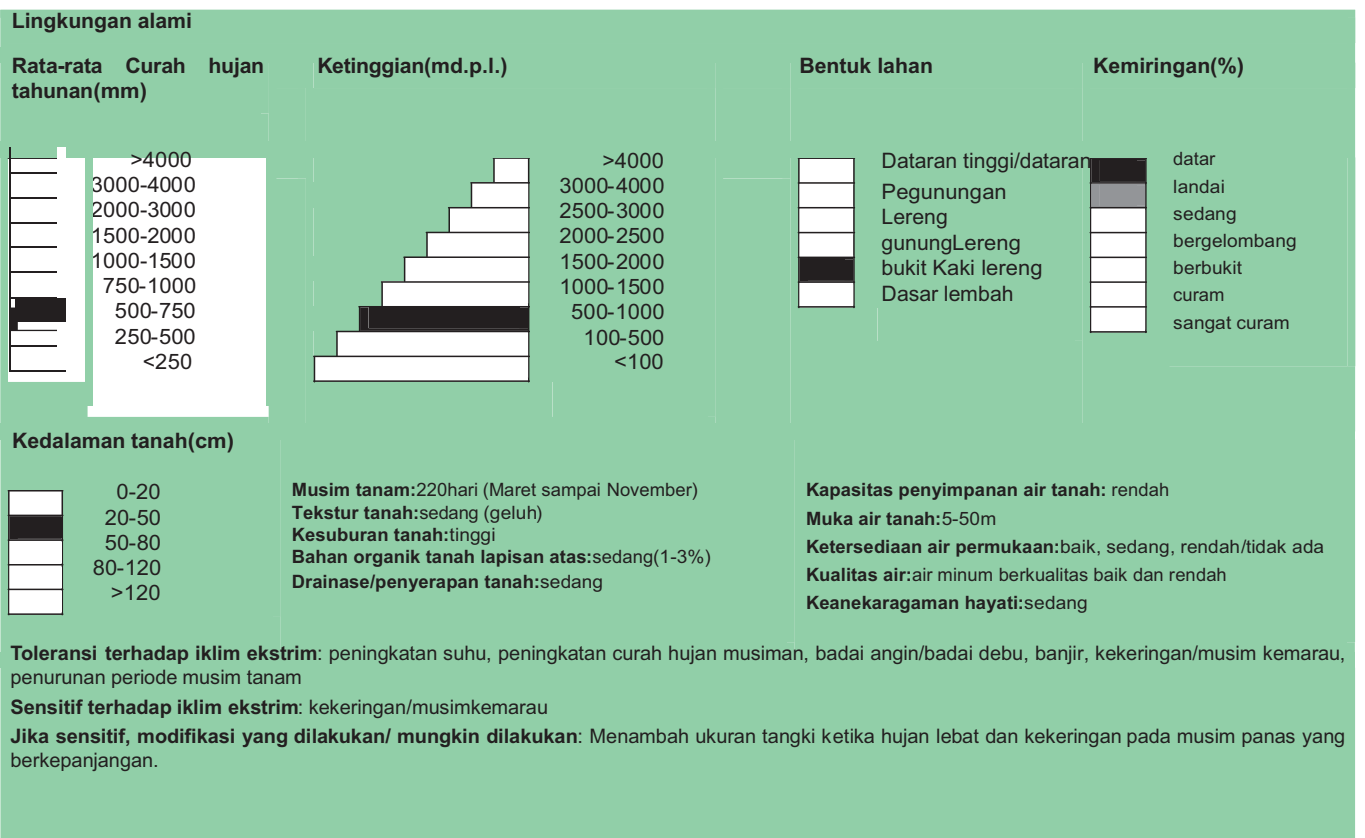
Tanggal: 27 April 2011

Klasifikasi

Masalah penggunaan lahan: Kurangnya air pada saat-saat kritis dalam setahun. Desa ini memiliki curah hujan 600mm/tahun, tetapi hanya terjadi selama dua bulan dalam setahun. Tanah di desa menjadi semakin kering gundul, sehingga tidak sesuai untuk budidaya.



Lingkungan



Lingkungan Manusia

Lahan pertanian per rumah tangga(ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Pengguna tanah: perorangan/rumah tangga, pengguna lahan skala menengah, umum/pengguna lahan menengah, pria dan wanita

Kepadatan penduduk: 100-200 jiwa/km²

Pertumbuhan penduduk per tahun: 1-2%

Kepemilikan tanah: milik negara

Hak guna lahan: perorangan (Untuk air dalam tangki, bidang lahan rumah tangga dialokasikan oleh pemerintah daerah. Semua lahan dimiliki oleh negara)

Hak guna air: perorangan (Untuk air dalam tangki, bidang lahan rumah tangga dialokasikan oleh pemerintah daerah. Semua lahan dimiliki oleh negara)

Tingkat kekayaan relatif: menengah, yang mewakili 70% pengguna lahan.

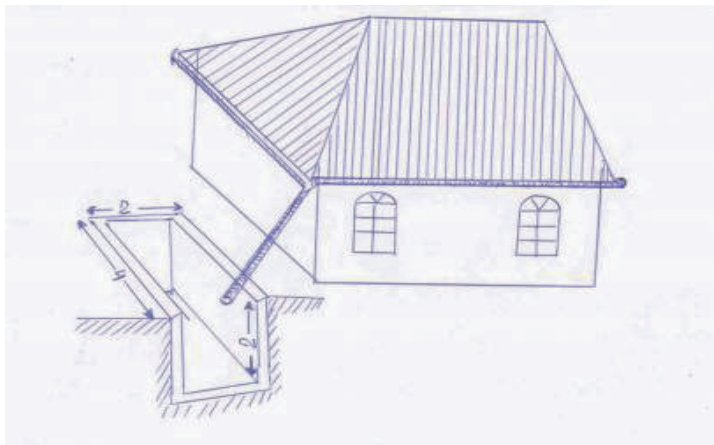
Pentingnya pendapatan luar pertanian 10-50% dari seluruh pendapatan: Penduduk tidak mendapatkan pendapatan yang signifikan dari bidang tanah di kebun mereka.

Akses layanan dan infrastruktur: rendah: kesehatan, pendidikan, bantuan teknis, air minum dan sanitasi, jasa keuangan; sedang: pekerjaan (misalnya diluar pertanian), pasar, energi, jalan & transportasi

Orientasi pasar:subsisten(mandiri)

Mekanisasi: data tidak tersedia

Ternak merumput di sisa tanaman:data tidak tersedia



Gambar teknik

Gambar ini menunjukkan talang logam dengan lebar 0,15m di sekeliling atap. Talang air tersebut menampung limpasan air hujan dari atap, dan melalui pipa plastik yang terbuat dari botol plastik bekas yang disambung dengan menggunakan kawat tipis mengalir menuju tangki beton. Dalam contoh ini, tangki tersebut memiliki panjang 4m, lebar 2 m, dan kedalaman 2 m serta terletak dinaungan rumah untuk mengurangi tingkat penguapan. Dalam contoh ini tangki terletak di daerah miring dan sebagian dipendam di atas lereng. Tangki ini tertutup agar aman serta untuk mencegah kontaminasi eksternal. (Sosin Peter).

Penerapan kegiatan, masukan dan biaya

Kegiatan pembangunan

1. Pembangunan tangki beton dan talang air

Masukan dan biaya pembangunan per ha

Masukan	biaya(US\$)	%terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja	100	100
Peralatan		
-Alat-alat	15	100
Bahan bangunan		
-kayu	30	100
-semen, batu, pasir	150	100
-Pelat logam untuk talang air di atap	100	100
- Pipa plastik	2	100
TOTAL	397	100

Kegiatan pemeliharaan/berulang

1. Pembersihan

Masukan dan biaya pemeliharaan/berulang perhapertahun

Masukan	Biaya(US\$)	%terpenuhi oleh pengguna lahan
Tenaga kerja	5	100
TOTAL	5	100

Keterangan: Tenaga kerja, alat dan pipa dapat disediakan oleh pengguna tanah dan batu untuk pondasi bisa didapatkan dilokasi, tetapi terdapat pengeluaran awal sebesar \$300 untuk semen, kayu, dan talang air logam. Dalam contoh ini, uang untuk pengeluaran awal dikumpulkan oleh anggota keluarga yang bekerja di Rusia dan dari gaji lokal. Biaya dihitung berdasarkan harga per tangki di tahun 2010.

Pegkajian

Dampak teknologi	
Keuntungan produksi dan sosial-ekonomi +++ Peningkatan ketersediaan air minum +++ Peningkatan ketersediaan/kualitas air +++ Peningkatan kualitas/ketersediaan air irigasi ++ Peningkatan hasil Pengumpulan ++ Penurunan biaya input pertanian + Peningkatan produksi kayu + Penurunan beban kerja	Kerugian produksi dan sosial-ekonomi + Berpotensi menimbulkan hutang jika pengguna meminjam uang untuk pengeluaran awal.
Keuntungan sosial-budaya ++ mitigasi konflik ++ meningkatkan ketahanan/swasembada pangan	Kerugian sosial-budaya tidak ada
Keuntungan ekologis +++ Peningkatan kuantitas air +++ Peningkatan kualitas air +++ Peningkatan Pengumpulan/pengumpulan air ++ Peningkatan kelembaban tanah ++ Penurunan penguapan ++ Peningkatan keberagaman tanaman	Kerugian ekologis tidak ada
Keuntungan bagi luar lokasi ++ Peningkatan ketersediaan air	Kerugian bagi luar lokasi tidak ada
Kontribusi terhadap kesejahteraan penghidupan manusia Akses permanen menuju air telah meningkatkan tingkat sanitasi dan kebersihan secara signifikan, serta meningkatkan kualitas dan diversifikasi tanaman. Sistem ini juga telah meningkatkan kualitas dan akses air minum, sehingga menimbulkan manfaat kesehatan yang signifikan.	

+++ : tinggi, ++ : sedang, + : rendah

Keuntungan/biaya menurut pengguna lahan	Keuntungan berbanding biaya	jangka pendek:	jangka panjang:
		Pembangunan	sangat positif
	Pemeliharaan/berulang	sangat positif	sangat positif

Jika dibangun dengan standar yang wajar maka tidak akan membutuhkan perawatan yang signifikan.

Penerimaan/penerapan: 70% keluarga pengguna lahan telah menerapkan teknologi secara sukarela. Pengumpulan air hujan atap yang diterapkan di daerah perkotaan telah diterapkan oleh sebagian besar anggota masyarakat walaupun tanpa dukungan eksternal. Terdapat kecenderungan sedang terhadap penerapan teknologi secara spontan. Masyarakat mengamati, merasakan manfaatnya, kemudian memutuskan untuk berinvestasi.

Pernyataan Penutup

Kekuatan dan → cara mempertahankan/meningkatkan	Kelemahan dan → cara mengatasi
Meningkatkan persediaan air irigasi untuk periode musim kemarau yang kering dan panas → persebaran lebih lanjut untuk keluarga lainnya.	Adanya persepsi bahwa air dari kolam beton kotor → Air telah diuji dan terbukti aman untuk digunakan. Pengujian ini memberikan jaminan kepada anggota rumah tangga. Akan lebih baik jika tangki air tertutup dan dibersihkan secara berkala
Penyimpanan air pada tanah untuk tanaman → pelatihan untuk membuka kebun dapur	Pengeluaran awal mungkin dianggap mahal untuk beberapa keluarga → Banyak keluarga telah menerapkan teknologi ini; jika dibangun bersamaan maka biaya bahan akan berkurang. Teknologi ini dapat dikaitkan dengan kegiatan keuangan mikro.
Peningkatan kualitas dan kuantitas Pengumpulan buah.	
Peningkatan akses air untuk tujuan sanitasi dan air minum → pendidikan mengenai metode sanitasi	
Peningkatan standar hidup dan peningkatan akses air memudahkan rumah tangga untuk memiliki kendali tanaman yang akan ditanam dan dimakan.	

alan Pavlova, Dushanbe, Tajikistan. tel.985-

Pengumpulan Air

Pedunjuk Praktis Pengumpulan Air

