

PANEN HUJAN DAN ALIRAN PERMUKAAN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS LAHAN KERING DI NYATNYONO, DAS KALIGARANG SEMARANG

(Rainfall and Runoff Harvesting to Increase Upland Productivity in Nyatnyono, Kaligarang Watershed Semarang)

Popi Rejekiningrum¹ dan Umi Haryati²

¹Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi

²Balai Penelitian Tanah

ABSTRACT

Optimal utilization and development of water resources through rainfall and runoff harvesting for increasing water efficiency in upland watershed is approach strategy to sustainable resources and production process. Technical reason of water harvesting is water scarcity in the future, so require anticipation with water efficiency and boring alternative water resources such small farmer reservoir (embung), rorak, and sumur resapan in rainfed land and upland with low land productivity. Research about rainfall and runoff harvesting was conducted to know the effect of small farmer reservoir (embung) and rorak technique to runoff in upland watershed. The results of this research is small farmer reservoir (embung) able to decrease runoff about 66% and rorak technique able to decrease runoff about 51%, embung also increasing farmer added value, because embung able to conserve water, increase farming diversification, decrease farming system risk, increase land productivity and farmer income.

Key words : Rainfall-runoff harvesting, Reservoir, Rorak, Upland, Nyatnyono

ABSTRAK

Optimalisasi pemanfaatan dan pengembangan sumberdaya air melalui panen hujan dan aliran permukaan untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan air di lahan kering dalam suatu sistem DAS merupakan strategi pendekatan yang perlu ditempuh, agar pemanfaatan sumberdaya dan proses produksi tidak boros dan berkelanjutan (*sustainable*). Salah satu pertimbangan teknik pemanenan air adalah bahwa di masa yang akan datang sumberdaya air akan semakin langka, sehingga perluantisipasi berupa efisiensi penggunaan air dan penggalan sumberdaya air alternatif seperti pembuatan embung, rorak, dan sumur resapan terutama pada lahan tadah hujan dan lahan kering yang produktivitasnya masih rendah. Penelitian mengenai panen hujan dan aliran permukaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh teknologi embung dan rorak pada aliran permukaan di lahan kering DAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa embung mampu menurunkan aliran permukaan sebesar 66% dan rorak mampu menurunkan aliran permukaan sebesar 51%. Selain itu embung juga meningkatkan nilai tambah bagi petani, karena selain dapat mengkonservasi air juga dapat meningkatkan diversifikasi usahatani, mengurangi resiko usahatani, meningkatkan produktivitas lahan dan sekaligus pendapatan petani.

Kata kunci : Panen hujan-aliran permukaan, Embung, Rorak, Lahan kering, Nyatnyono

PENDAHULUAN

Untuk menjamin kontinuitas produksi tanaman di daerah dengan curah hujan rendah, aliran permukaan harus diminimalkan dan dilakukan usaha konservasi air. Menurut Arsyad (1989), masalah pengawetan tanah juga merupakan masalah pengawetan air. Masalah pengawetan tanah merupakan pengaturan hubungan antara intensitas hujan, kapasitas infiltrasi, dan pengaturan aliran permukaan. Aliran permukaan akan terjadi jika jumlah curah hujan yang mencapai tanah melebihi kemampuan serapan oleh tanah. Kehilangan air melalui aliran permukaan dapat mengakibatkan kehilangan air yang seharusnya masuk ke dalam tanah dan mungkin dapat dipergunakan oleh tanaman.

Beragamnya tipe tanah pada suatu daerah tangkapan dan ketidakaturan pola curah hujan yang sangat besar menurut ruang dan waktu akan menciptakan respon hidrologi yang berbeda pada permukaan tanah (Horton dalam Sivapalan *et al.*, 1987). Pengaruh daerah aliran sungai (DAS) terhadap aliran permukaan adalah melalui bentuk dan ukuran DAS, topografi, geologi, dan keadaan tata guna lahan. Makin besar ukuran DAS makin besar aliran permukaan. Bentuk topografi seperti kemiringan tanah, keadaan parit dan bentuk cekungan akan mempengaruhi laju dan volume aliran permukaan. Vegetasi dan cara bercocok tanam dapat menghalangi jalannya aliran permukaan dan memperbesar jumlah air yang tertahan di atas permukaan tanah, sehingga menurunkan laju aliran permukaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lahan dengan aliran permukaan yang lebih rendah menghasilkan hasil jagung yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang memiliki aliran permukaan yang lebih tinggi (Kartono *et al.*, 1991). Aliran permukaan yang terjadi di lahan kering, yang pada umumnya bertopografi miring, masih cukup besar. Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Brata (1998) menunjukkan bahwa kehilangan unsur hara melalui aliran permukaan pada beberapa perlakuan mulsa vertikal relatif lebih rendah dibandingkan dengan yang terjadi pada perlakuan mulsa konvensional dan teras gulud. Sudarto *et al.* (1999) mengemukakan bahwa pembuatan orok dengan jarak horizontal 8 m dan panjang 4 m paling efektif menekan laju aliran permukaan sampai $62 \text{ m}^3/\text{ha}$ (kontrol $713 \text{ m}^3/\text{ha}$) dan dapat meningkatkan kelembaban tanah terutama pada jarak 1 sampai 3 m. Sedangkan pembuatan teras gulud dan gulud pemanen air dapat mengurangi erosi dan aliran permukaan serta dapat meningkatkan hasil buah jambu mete (Haryono, *et al.*, 1998).

Teknologi panen hujan dan aliran permukaan telah banyak dilakukan di beberapa daerah di Indonesia. Panen hujan dan aliran permukaan dimaksudkan untuk: (i) menurunkan volume aliran permukaan sekaligus meningkatkan cadangan air tanah, (ii) mengurangi kecepatan aliran permukaan sehingga daya kikis dan daya angkutnya menurun, dan (iii) mensuplai air di musim kemarau. Agar petani lebih termotivasi, maka air yang ditampung tersebut pada musim kemarau dimanfaatkan untuk mengembangkan komoditas bernilai ekonomi tinggi, seperti: jahe, bawang merah, tomat, melon bahkan jika volumenya masih memungkinkan dapat digunakan untuk mengembangkan tanaman buah-buahan seperti: mangga, durian, rambutan, klengkeng dsb. Selain itu air hasil tampungan tersebut dapat digunakan untuk memelihara ikan dan untuk minum ternak. Pada umumnya teknologi panen hujan dan aliran permukaan diterapkan di daerah dengan curah hujan tahunan yang rendah. Dengan menggunakan bak penampung kecil atau berupa embung yang besar, air hujan ditampung, sehingga dapat digunakan untuk memelihara ikan dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bagi ternak. Dengan demikian kelangsungan usahatani lahan kering dapat berkelanjutan. Sesungguhnya panen hujan dan aliran permukaan ini sangat penting dalam memecahkan persoalan kekeringan di musim kemarau dan masalah banjir pada musim hujan (Irianto *et al.*, 1999).

Penelitian tentang embung dilakukan dengan: (1) mengidentifikasi koefisien aliran permukaan di embung untuk mengetahui pengaruh embung pada aliran permukaan dan tinggi muka air, dan (2) menghitung volume potensial embung dengan analisis neraca air embung yang akan digunakan untuk perencanaan irigasi., sedangkan penelitian tentang rorak dilakukan untuk: (3) mengetahui pengaruh rorak pada kadar lengas tanah, dan (4) mengetahui pengaruh rorak pada aliran permukaan (*run off*).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini merupakan aplikasi panen hujan dan aliran permukaan di lapangan dengan menggunakan embung dan rorak di Nyatnyono DAS Kaligarang, Semarang Jawa Tengah. Peta topografi lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Peta topografi skala 1:1000
- Data hujan harian dari alat penakar hujan otomatis (ARR/*Automatic Rainfall Raingauge*)
- Data hidrologi harian dari alat pengukur duga muka air otomatis (AWLR/*Automatic Water Level Recorder*)
- Konstruksi/ bangunan konservasi air (embung dan rorak)

Metodologi

Penelitian menyajikan dua teknologi panen hujan dan aliran permukaan yaitu embung dan rorak. Penelitian tentang embung dilakukan untuk mengetahui pengaruh embung pada aliran permukaan dan tinggi muka air dan menghitung volume potensial embung dengan analisis neraca air embung yang akan digunakan untuk perencanaan irigasi, sedangkan penelitian tentang rorak dilakukan untuk mengetahui pengaruh rorak pada kadar lengas tanah dan mengetahui pengaruh rorak pada aliran permukaan (*run off*).

1. Panen Hujan dan Aliran Permukaan dengan Menggunakan Embung

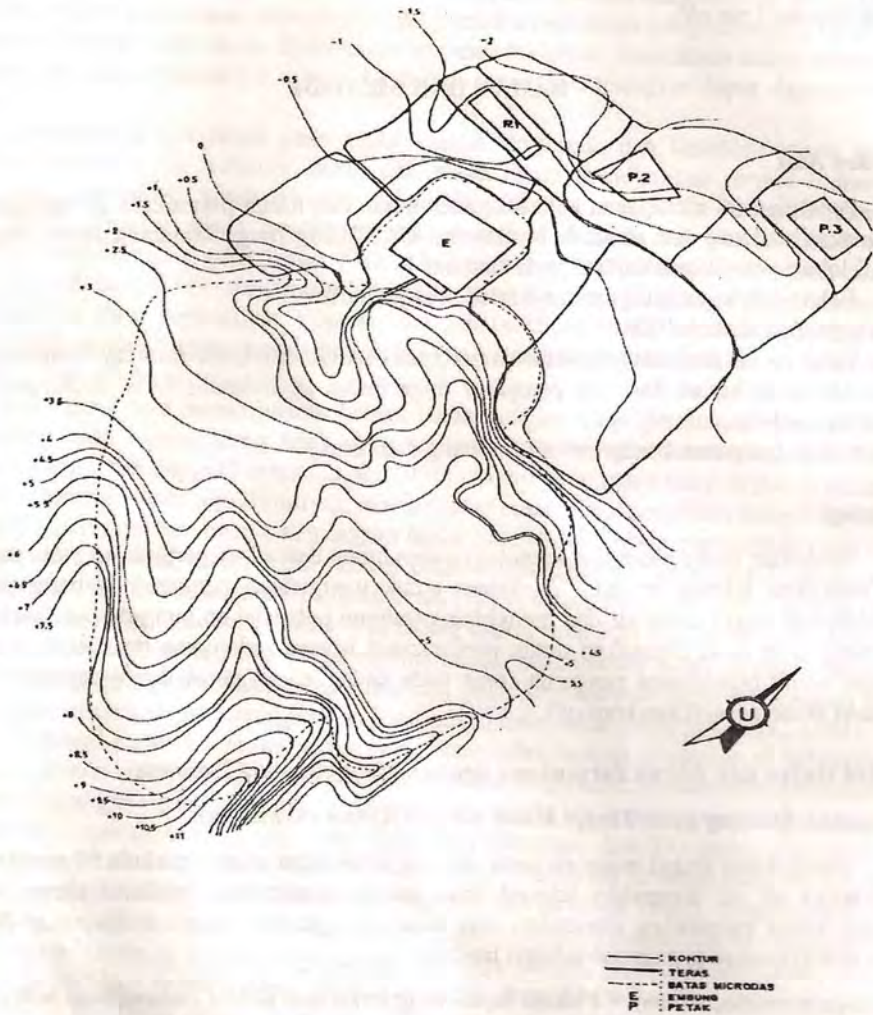
a. Pengaruh Embung pada Tinggi Muka Air dan Aliran Permukaan

Pengamatan tinggi muka air pada embung ditentukan selama periode 90 sampai 100 hari. Tinggi muka air ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan koefisien aliran permukaan. Koefisien aliran permukaan ditentukan atas dasar pengamatan tinggi muka air pada embung, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

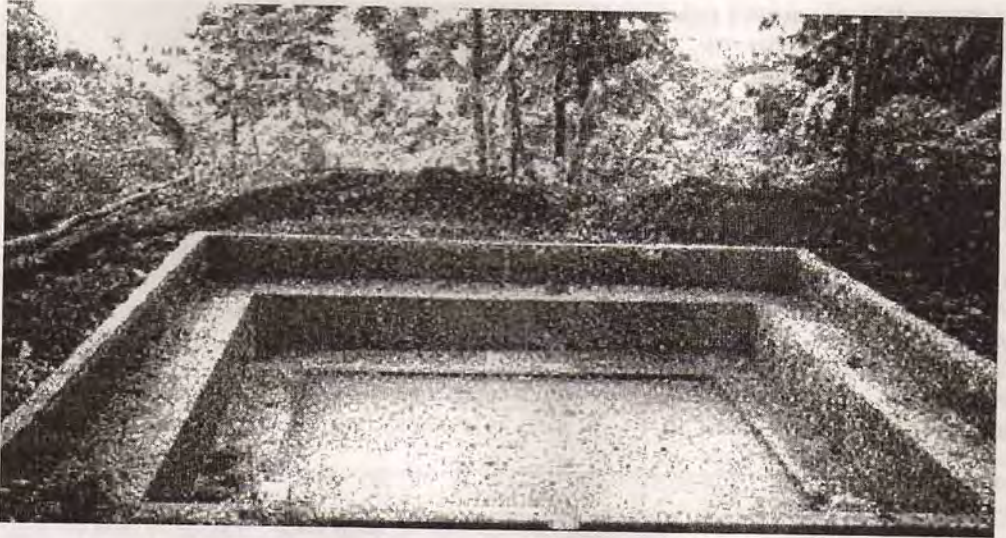
$$\begin{aligned} \text{Aliran permukaan (mm)} &= \text{Volume hujan yang terkumpul dalam embung/luas mikro DAS} \\ \text{Koefisien aliran permukaan} &= \text{Aliran permukaan (mm)} / \text{Hujan (mm)} \end{aligned}$$

Embung (*reservoir*) merupakan wadah yang dapat menampung aliran air permukaan yang datang dari areal lahan di bagian hulu. Daya tampung embung berkisar antara 50 sampai 500 m³. Penggunaan embung dimaksudkan untuk menampung curah hujan pada musim hujan dan mengairi tanaman pada musim kemarau. Jenis embung terdiri dari embung permanen, semi permanen dan alami. Sistem embung ini dibuat dengan menggunakan batu bata atau semen untuk mendapatkan konstruksi yang kokoh dan mengurangi air yang hilang karena infiltrasi (Gambar 2). Tujuannya

adalah untuk menyediakan air irigasi, mengurangi kecepatan aliran permukaan (erosi tanah) dan untuk perikanan air tawar. Sistem embung ini terdiri dari mikro DAS di bagian hulu, embung itu sendiri dan petak pertanian dibagian hilir (yang kita anggap sebagai daerah irigasi).



Gambar 1. Peta topografi lokasi pengamatan di Nyatnyono



Gambar 2. Embung di Nyatnyono DAS Kaligarang

b. Analisis Neraca Air Embung dan Perencanaan Irigasi

Ketersediaan air untuk irigasi tambahan tergantung dari evolusi cadangan air di dalam embung. Secara umum, model neraca air untuk embung dinyatakan dalam persamaan berikut ini :

$$\frac{dV}{dt} = Q_{e,t} - Q_{s,t}$$

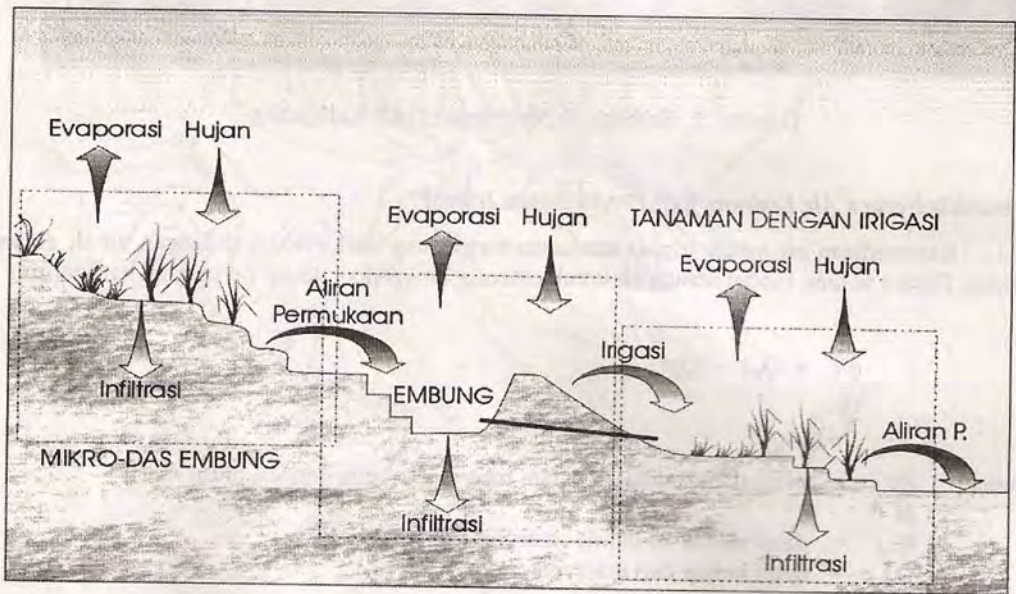
- dimana :
- $\frac{dV}{dt}$ = evolusi cadangan air dalam reservoir selama periode dt ($m^3/hari$)
 - $Q_{e,t}$ = debit masuk ke dalam reservoir ($m^3/hari$)
 - $Q_{s,t}$ = debit keluar dari reservoir ($m^3/hari$)

Penurunan persamaan tersebut di atas untuk menghitung neraca air pada embung, dengan mempertimbangkan debit yang masuk berasal dari aliran permukaan yang masuk ke dalam embung dan hujan yang langsung jatuh di atas permukaan embung. Kemudian debit keluar adalah penguapan, infiltrasi dan irigasi tambahan, persamaan diatas dapat dirumuskan lebih lanjut dalam bentuk sebagai berikut :

$$\frac{dV}{dt} = (c_r \cdot P \cdot A_m) / dt + (P \cdot A_r) / dt - (I_r \cdot A_p) / dt - (E_{tp} \cdot A_r) / dt - (I_{nf} \cdot A_r) / dt$$

- dimana : $\frac{dV}{dt}$ = evolusi cadangan air dalam embung ($m^3/hari$)
P = hujan (mm)
I_r = irigasi tambahan (mm)
E_t = Penguapan air (mm)
A_r = luas permukaan embung (m^2)
A_m = luas mikro DAS
A_p = luas petak yang akan diairi (m^2)
I_{nf} = infiltrasi lewat embung (mm)
dt = selang waktu yang dipertimbangkan, 10 atau 15 hari
c_r = koefisien runoff

Skema berikut ini menggambarkan prinsip pemanfaatan hujan melalui pembuatan embung dan kontribusi yang bisa diharapkan untuk mengurangi aliran permukaan pada tingkat DAS (Gambar 3).



Gambar 3. Skema model neraca air untuk embung

2. Panen Hujan dan Aliran Permukaan dengan Menggunakan Rorak

Penelitian implementasi rorak dilaksanakan di lahan petani yang berupa kebun rambutan yang sudah berumur kurang lebih 15 tahun. Lahan yang digunakan mempunyai kemiringan yang berkisar 10-15% dengan kedalaman solum dangkal sampai sedang. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan lahan perkebunan rambutan yang memakai rorak dengan yang tanpa rorak (kontrol). Ukuran plot percobaan yang digunakan disesuaikan dengan kondisi lapangan yang ada yaitu berbentuk trapesium dengan ukuran lebar (11 +16) m dan panjang 70 m sehingga luasnya menjadi 945 m² untuk petak kontrol serta lebar 20 m dan panjang 80 m sehingga luasnya menjadi 1600 m² untuk petak yang diberi rorak.



Gambar 4. Rorak dengan ukuran lebar 0,70-1,0 m, panjang 3,0 m dengan kedalaman 0,75 m



Gambar 5. *Soil - collector* untuk mengukur aliran permukaan dan erosi

Rorak dibuat sebanyak 6 baris dari atas ke bawah dengan jarak 5 - 10 m dalam barisan dan 10 m antar barisan dengan posisi zig-zag. Masing-masing barisan terdiri dari 1 atau 2 rorak, sehingga dalam plot tersebut terdapat 11 rorak. Masing-masing rorak dibuat dengan ukuran lebar 0,70-1,0 m, panjang 3,0 m dengan kedalaman 0,75 m (Gambar 4). Tanah bekas galian diangkat ke atas dan dibuat guludan dengan tinggi 20 cm dan lebar 30 cm pada ujung rorak bagian bawah serta pinggir kiri dan kanan sehingga rorak tersebut dibatasi dengan guludan yang berbentuk huruf U. Guludan tersebut ditanami rumput lapangan agar stabil dan mempunyai kapasitas tampung yang lebih besar dan permanen. Pada ujung setiap plot dibuat *soil-collector* untuk mengukur aliran permukaan dan erosi, yang terdiri dari bak permanen yang berkapasitas 1 m³ dan 2 buah drum yang berdiameter 56 cm serta tinggi 78 cm (Gambar 5). Aliran permukaan dan erosi diukur pada setiap kali kejadian hujan dengan metode pengukuran sistem petak kecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Wilayah

Kondisi Umum Lokasi

Lokasi penelitian terletak di Desa Nyatnyono, Kecamatan Ungaran, Kabupaten Semarang. Desa Nyatnyono terletak di sebelah Selatan Kota Semarang, ibukota Propinsi Jawa Tengah. Berjarak 7 km dari ibu kota kecamatan Ungaran, 20 km ke kota Semarang. Secara administratif, sebelah Utara berbatasan dengan Desa Lerep, sebelah Selatan dengan Desa Gogik, sebelah Barat dengan kawasan Hutan dan sebelah Timur dengan desa Genuk.

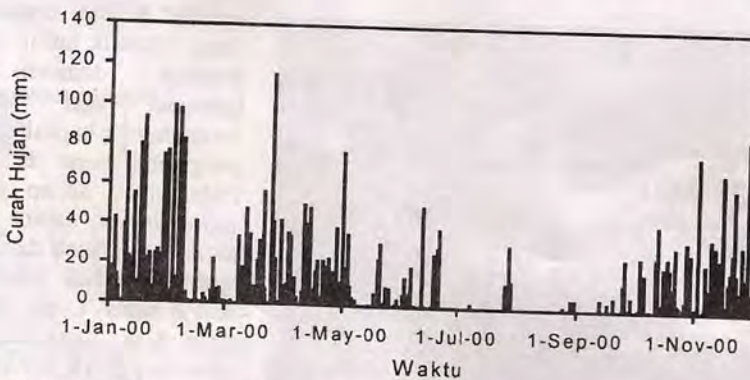
Topografi dan Jenis Tanah

Desa Nyatnyono terletak pada ketinggian 600 – 700 m dpl dengan topografi yang dari datar sampai berbukit. Wilayah dengan topografi datar (0 – 3%) umumnya berupa persawahan, sedangkan wilayah landai/berombak (3-8%) umumnya daerah pemukiman dan pekarangan, namun ada sebagian pemukiman yang terletak pada topografi bergelombang (8 – 15%). Wilayah berbukit (15 – 30%) penggunaan lahan umumnya berupa lahan kering/tegalan atau kebun campuran.

Tanah di lokasi penelitian terbentuk dari bahan induk vulkanik yang berasal dari Gunung Ungaran. Ordo tanah dominan yang ada di wilayah lokasi penelitian adalah *Inceptisol* yang menurunkan 2 sub-grup yaitu *Aeric Tropaquepts* yang tersebar di sekitar pinggiran sungai dan *Andic Dystropepts* pada daerah yang lainnya.

Iklm

Curah hujan harian tahun 2000 di Desa Nyatnyono, DAS Kaligarang Semarang diperoleh dari stasiun ARR yang terletak di bagian atas Desa Nyatnyono yang hasilnya disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Fluktuasi curah hujan periode Januari – Desember 2000 di Nyatnyono

Tata Guna Lahan

Wilayah Desa Nyatnyono mempunyai luas 425 ha yang terdiri dari tegalan, sawah, pemukiman, hutan, kebun sayuran dan buah serta lahan galian. Pemukiman mempunyai penyebaran yang paling luas kemudian diikuti oleh hutan, sawah dan tegalan (Tabel 1).

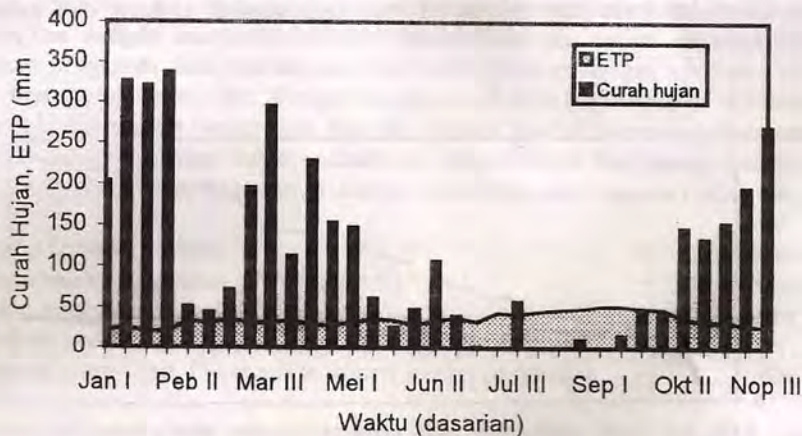
Tabel 1. Tata guna lahan di Desa Nyatnyono, Kecamatan Ungaran, Semarang

Tata guna lahan	Luas lahan (ha)	Persentase
Tegalan	36	8,5
Sawah	60	14,1
Pemukiman	186	43,8
Hutan	115	27,1
Kebun sayuran + Buah	18	4,2
Galian	10	2,3
Luas Desa	425	100,0

Ketersediaan air

Salah satu faktor yang mempengaruhi keseimbangan air di desa Nyatnyono adalah penurunan debit air sungai akibat pembangunan industri air minum (aquarius). Meskipun daerah Nyatnyono terdapat sumber mata air, namun adanya eksploitasi air untuk air kemasan akan mengurangi pasokan air untuk pertanian utamanya pada musim kemarau. Berkembangnya bangunan berpenutup permanen, jalan dan pemukiman akan menyebabkan menurunnya daerah resapan air, sehingga pengisian cadangan air tanah menurun dan eksploitasi sumberdaya air yang berlebihan akan berdampak pada penurunan pasokan air pada masa mendatang.

Pada musim hujan seringkali terjadi banjir dibagian bawah akibat aliran permukaan yang tinggi dalam waktu yang singkat dengan angkutan sedimen yang banyak utamanya dari bekas galian C yang tidak dikonservasi. Untuk menggambarkan kondisi dan distribusi ketersediaan air tanah, maka pada Gambar 7 disajikan hubungan curah hujan dengan evapotranspirasi dasarian di Nyatnyono. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa curah hujan selama pengamatan mulai Januari-November 2002 sebesar 3835 mm dan evapotranspirasi sebesar 1140 mm.



Gambar 7. Curah hujan dan evapotranspirasi potensial dasarian di Nyatnyono

2. Panen Hujan dan Aliran Permukaan dengan Menggunakan Embung

a. Pengaruh Embung pada Aliran Permukaan dan Tinggi Muka Air

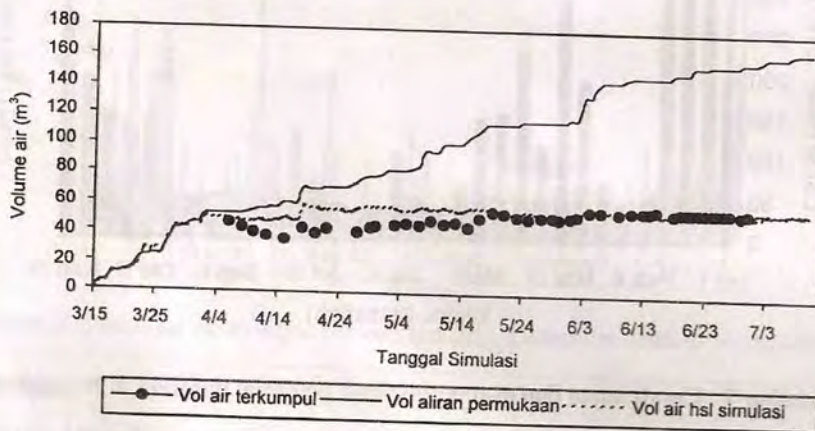
Dari data pengamatan tinggi muka air di embung, maka diperoleh rata-rata koefisien aliran permukaan sebelum ada embung sebesar 0,256 dan setelah ada embung 0,086. Sedangkan dari komponen hidrologi, nilai rata-rata tahunan volume banjir DAS dan sub DAS sekitar 19% dari hujan tahunan. Data koefisien aliran permukaan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Koefisien aliran permukaan di Nyatnyono

No	Episode hujan	Hujan (mm)	Koefisien Aliran permukaan
1	19-4-1998	63	0,097
2	23-4-1998	6	0,415
3	14-5-1998	30,2	0,065
4	20-5-1998	89,8	0,118
5	2-6-1998	46	0,138
6	4-6-1998	100	0,036
7	19-6-1998	22,6	0,075
8	25-6-1998	6,6	0,095
9	1-7-1998	14,6	0,077

Keterangan: no. 1 dan 2 sebelum ada embung, no. 3-6 setelah ada embung

Hasil simulasi tinggi muka air pada embung mengikuti hasil pengukuran di lapangan. Gambar 8 menyajikan hasil simulasi volume air yang terkumpul di embung dan volume aliran permukaan di Nyatnyono.



Gambar 8. Volume air embung terkumpul dibanding dengan volume aliran permukaan di Nyatnyono

Gambar 8 menunjukkan bahwa volume air hasil simulasi lebih tinggi dibandingkan volume air yang terkumpul dalam embung antara tanggal 4 April - 14 Mei. Hal ini disebabkan karena adanya infiltrasi melalui embung yang cukup besar pada awal pembuatan embung dan kemudian turun hingga sekitar 5-6 mm per hari pada akhir musim penghujan. Dengan karakteristik hujan yang ada, embung dapat dipenuhi hingga kapasitas maksimumnya selama periode 50-60 hari.

Salah satu manfaat embung adalah mengurangi aliran permukaan. Gambar 8 juga menunjukkan bahwa dengan luas mikro DAS 1270 m² dan volume maksimum embung 58,62 m³,

kita dapat menggunakan 35% dari aliran permukaan selama periode pengisian kurang dari 2 bulan (50-60 hari).

b. Neraca Air Embung dan Perencanaan Irigasi

Hasil analisis neraca air di embung disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Neraca air kumulatif di embung selama periode 15 Maret sampai 10 Juli

Lokasi	Luas mikro-DAS (m ²)	Vol total embung (m ³)	Jumlah hujan (mm)	Vol aliran permukaan (simulasi, m ³)	Vol air terkumpul di embung (m ³)		Luas areal irigasi (m ²)
					terukur	simulasi	
Nyatnyono	1270	58.6	1066.2	167.8	58.1	56.9	773

Berdasarkan hasil analisis neraca air kumulatif di embung maka dapat dilakukan perencanaan pemberian air irigasi untuk memenuhi kebutuhan air tanaman selama musim kemarau yang ditetapkan dengan mempertimbangkan ketersediaan air dalam embung. Dengan asumsi bahwa musim penghujan akan berlangsung dari bulan Oktober sampai April dan musim kemarau dari bulan Mei sampai September. Dengan menggunakan data hujan selama 18 tahun (1980-1998) yang diperoleh dari stasiun meteorologi Bandara Ahmad Yani di Semarang ditambah dengan data hujan dari 8 stasiun penakar hujan otomatis di sekitar DAS Kaligarang (stasiun Kaligarang, Sikopek, Kripik, Nyatnyono, Pagersari, Sidorejo, Gonoharjo, dan Ungaran) diperoleh hasil bahwa:

Hujan tahunan (rerata 18 tahun)	= 2302,7 mm
Hujan selama musim penghujan (Oktober-April)	= 1913,1 mm
Hujan selama musim kemarau (Mei-September)	= 389,6 mm
Koefisien aliran permukaan	= 0,132
Hujan potensial yang dapat dikumpulkan selama musim penghujan	= 252,5 mm

Idealnya rasio antara volume embung dan luas mikro DAS adalah 1 : 4, akan tetapi kendalanya di lapangan adalah sangat sedikit petani yang memberikan lahannya untuk pembangunan embung. Selanjutnya ukuran embung ideal apabila ingin menampung aliran permukaan sebanyak mungkin, sebaiknya yang berukuran 20 m x 20 m x 3 m (luas embung: 400 m², kapasitas tampung: 1200 m³). Jika luas mikro DAS 2000 m², volume aliran permukaan sama dengan 900 m³/thn (hampir 600 m³/thn dari curah hujan langsung dan 300 m³/thn hilang dilepaskan dari embung melebihi kapasitas maksimumnya).

Lebih lanjut untuk memanen 100% aliran permukaan, embung harus menempati sekitar 17% dari luas lahan petani dan 300 m³ air seharusnya dilepaskan oleh petani selama musim hujan. Selain itu konstruksi ini sangat menguntungkan bagi petani. Untuk memanen 1/3 aliran permukaan total (5% curah hujan tahunan), seharusnya membuat embung berukuran 10 m x 10 m x 3 m (luas embung: 100 m², kapasitas tampung: 300 m³). Pada kasus ini penutupan embung hanya 5% dari luas lahan petani tetapi petani masih dapat mengelola 300 m³ air per tahun, melebihi kapasitas maksimum.

Tabel 4. Perencanaan irigasi pada berbagai volume embung untuk tanaman jagung, buncis, kacang, kentang dan ubi kayu

Jenis Tanaman		Jagung	Buncis	Kacang	Kentang	Ubi kayu
Kebutuhan air selama periode pertumbuhan tanaman (mm)		450	350	400	500	300
Luas mikro DAS (m ²)	Perkiraan volume embung (m ³)	Luas areal yang akan dapat diairi (m ²)				
400	100,8	224	288	252	202	336
600	151,2	336	432	378	302	504
800	201,6	448	576	504	403	672
1000	252,0	560	720	630	504	840
1200	302,4	672	864	756	605	1008
1400	352,8	784	1008	882	706	1176
1600	403,2	896	1152	1008	806	1344
1800	453,6	1008	1296	1134	907	1512
2000	504,0	1120	1440	1260	1008	1680
2200	554,4	1232	1584	1386	1109	1848
2400	604,8	1344	1728	1512	1210	2016

2. Panen Hujan dan Aliran Permukaan dengan Menggunakan Rorak

a. Pengaruh Rorak pada Kadar Lengas Tanah

Untuk mengetahui pengaruh rorak pada kadar lengas tanah, maka pada Tabel 5 disajikan profil kadar lengas tanah di lahan yang di rorak dan tanpa rorak.

Tabel 5. Profil kadar lengas tanah (%) pada aplikasi rorak di Desa Nyatnyono, Kecamatan Ungaran, Semarang

Kedalaman	Perlakuan*)					
	K-1	K-2	K-3	R-1	R-2	R-3
Cm	(%)					
0 - 20	27	28	30	29	30	32
20 - 40	27	36	29	-	-	-
40 - 60	28	30	-	-	-	-
60 - 80	27	33	-	-	-	-
80 - 100	29	-	-	-	-	-

Keterangan : K = Tanpa rorak; R = Dengan rorak; 1 = lereng atas; 2= lereng tengah; 3 = lereng bawah

Pada Tabel 5 terlihat bahwa apabila tanpa rorak, maka kadar lengas tanah lapisan atas (0-20 cm) di bagian atas dan tengah sangat rendah (27-28%) dibandingkan di bagian bawah (30%). Perbedaan tersebut disebabkan oleh laju aliran permukaan yang tinggi di bagian atas sehingga

hampir sebagian besar air mengalir ke bawah dan hanya sebagian kecil saja yang disimpan dalam tanah. Apabila kondisi ini terus berlangsung, maka laju erosi akan meningkat dan sedimentasi di bagian bawah akan terus bertambah. Lebih jauh tanah bagian atas menjadi kurang subur dan produktivitasnya menjadi rendah.

b. Pengaruh Rorak pada Aliran Permukaan (runoff)

Pengaruh rorak terhadap aliran permukaan yang terjadi pada setiap hari hujan dari bulan Maret sampai dengan Juni 2000 disajikan pada Tabel 6. Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa hampir setiap hari hujan, aliran permukaan yang terjadi pada plot tanpa rorak selalu lebih besar dibandingkan dengan aliran permukaan yang terjadi apabila lahan diberi rorak pada bulan Maret sampai Juni 2000. Secara kumulatif hal tersebut juga terjadi yaitu plot dengan rorak mempunyai aliran permukaan yang lebih kecil dari kontrol. Hal ini dapat dimengerti karena pada lahan yang diberi rorak, curah hujan yang jatuh tidak semua menjadi aliran permukaan melainkan sebagian ditahan oleh rorak. Dengan demikian memberikan kesempatan kepada air hujan untuk dapat berinfiltrasi ke dalam profil tanah sehingga koefisien aliran permukaan pada lahan yang diberi rorak menjadi lebih kecil. Secara umum koefisien aliran permukaan pada lahan tanpa rorak cukup besar sebesar 0,63, hal ini berarti setiap hujan yang jatuh 63% langsung ditransfer menjadi aliran permukaan, sedangkan pada lahan yang diberi rorak koefisien aliran permukaan sebesar 0,31.

Tabel 6. Aliran permukaan yang terjadi pada perlakuan rorak dan kontrol di Desa Nyatnyono, DAS Kaligarang

No	Tanggal	Curah hujan (mm)	Aliran permukaan			
			Kontrol (m ³ /plot)	Rorak (m ³ /plot)	Kontrol (m ³ /ha)	Rorak (m ³ /ha)
1	28/3/2000	1,0	2,27	4,14	24,03	25,87
2	30/3/2000	42,0	0,20	0,60	2,12	3,75
3	31/3/2000	9,0	0,10	0,40	1,06	2,50
4	11/4/2000	50,4	1,50	2,06	15,86	12,89
5	12/4/2000	40,4	0,60	0,90	6,35	5,63
6	19/4/2000	0,0	1,06	1,10	11,20	6,87
7	23/4/2000	8,6	0,09	0,12	0,95	0,75
8	26/4/2000	16,6	0,56	0,42	5,93	2,63
9	27/4/2000	9,0	0,13	0,21	1,38	1,31
10	29/4/2000	0,0	2,73	4,18	28,86	26,13
11	1/5/2000	6,8	1,04	1,09	11,02	6,82
12	2/5/2000	0,2	0,39	0,74	4,13	4,63
13	4/5/2000	35,8	0,32	0,30	3,39	1,88
14	5/5/2000	9,4	0,67	0,75	7,09	4,69
15	6/5/2000	3,8	1,54	2,27	16,29	14,19
16	20/5/2000	23,2	0,15	0,18	1,59	1,13
17	6/6/2000	19,4	1,00	0,22	10,58	1,38
18	12/6/2000	50,0	1,65	1,25	17,44	7,81
19	20/6/2000	29,2	4,14	3,43	43,80	21,46
Jumlah		354,8	20,13	24,37	213,05	152,30
Koefisien aliran permukaan					0,63	0,31

Secara keseluruhan dengan rorak mampu menurunkan aliran permukaan sebesar 51%. Hal ini membuktikan fungsi rorak yang cukup besar dalam menahan aliran permukaan meskipun kemampuan berinfiltrasi atau permeabilitas tanah agak lambat sebesar 1,32 cm/jam pada lahan yang dirorak dibandingkan plot kontrol 3,98 cm /jam.

KESIMPULAN

1. Panen hujan-aliran permukaan dengan embung menunjukkan bahwa dengan luas mikro DAS 1270 m² dan volume maksimum embung 58,62 m³, kita dapat memanen 35% dari aliran permukaan dalam periode kurang dari 2 bulan. Selain itu embung mampu menurunkan aliran permukaan sebesar 66%.
2. Rorak dapat mendistribusikan air secara merata dalam suatu wilayah/hamparan yang ditandai dengan tidak berbedanya kadar lengas tanah kedalaman 0-20 cm di bagian atas, tengah dan bawah yang berkisar antara (29-32%). Sementara itu pada lahan yang tidak dirorak kadar lengas tanah (0-20 cm) untuk hamparan bagian atas 27%, bagian tengah 28% dan bagian bawah 32%, sehingga pembuatan rorak dalam suatu toposekuen akan dapat mendistribusikan air secara lebih merata dalam suatu hamparan. Rorak mampu menurunkan aliran permukaan sebesar 51%, sehingga dapat menurunkan proses degradasi lahan.
3. Adanya upaya panen hujan dan aliran permukaan akan mendorong aliran air ke samping sehingga tanah tetap lembab dan evaporasi dapat ditekan, selain itu juga mengurangi proses degradasi lahan karena dapat menurunkan kecepatan aliran permukaan, sehingga daya kikis dan daya angkutnya menurun, dan juga dapat meningkatkan cadangan air tanah. Dampak lebih lanjut dapat menekan resiko banjir dan kekeringan sekaligus dapat meningkatkan produksi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. Konservasi tanah dan air. Penerbit IPB. 290 hal.
- BPS, 1998. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Brata, K.R. 1998. Pemanfaatan jerami padi sebagai mulsa vertikal untuk pengendalian aliran permukaan, erosi, dan kehilangan unsur hara dari pertanian lahan kering, hal. 21-27. *Dalam* B.Barus, D.P.T. Baskoro, U. Sudadi, dan Widiatmaka (eds.).Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol.1 (1).
- Haryono, N.L. Nurida, N. Sutrisno, dan U. Kurnia. 1998. Pengaruh teknik konservasi terhadap peningkatan kelembaban tanah di musim kemarau pada lahan kritis beriklim kering. *Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bidang Fisika dan Konservasi Tanah dan Air serta Agroklimat dan Hidrologi.*
- Irianto, G.S., J. Duchesne, F. Forest, P. Perez, C. Cudennec, T. Prasetyo, S. Karama. 1999. Rainfall-runoff harvesting for controlling erosion and sustaining upland agriculture development. *Proceeding International Soil Conservation Organization, Purdue, Lavayette. USA.*

- Kartono, G., E. Masbulan, H. Sembiring, dan Sutomo. 1991. Pola teknologi usahatani konservasi melalui penelitian pengembangan di Sumberkembar, Kabupaten Blitar. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah di Lahan Sedimen dan Vulkanik DAS Bagian Hulu. Badan Litbang Pertanian dan P3HTA.
- Puslittanak, 2000. Integrasi dan inovasi teknologi panen hujan dan aliran permukaan pada lahan kering untuk pengembangan agribisnis. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. 42 hal.
- Sivapalan, M., K. Beven, and E.F. Wood. 1987. On hydrologic similarity 2. A scaled model of storm runoff production. *Water Resources Research*, 23(12): 2266-2278.
- Sudarto, T., Irawan, M. Suhardjo, N. Heryani, T. Vadari dan H. Suwardjo. 1999. Sistem pemanen air aliran permukaan untuk meningkatkan produktivitas tanah. Laporan Akhir Penelitian Optimalisasi Pengelolaan Lahan Kering Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah. Proyek P2SLA No. 09/Puslittanak/1999.