

Pemanenan Air Hujan Menggunakan *Konsep Zero Runoff System (ZROS)* dalam Pengelolaan Lahan Pala Berkelanjutan

Fachruddin

Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, SPs
Institut Pertanian Bogor, E-mail: fachruddin.ali@gmail.com

Budi Indra Setiawan

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
E-mail: budindra@yahoo.com

Prastowo

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
E-mail: prast_58@yahoo.com

Mustafri

Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
E-mail: mustaf_stmsi@yahoo.com

Abstrak

Kabupaten Aceh Selatan memiliki rerata curah hujan bulanan yang sangat tinggi sebesar 281,4 mm/bulan, sehingga memiliki potensi aliran permukaan yang tinggi. Ketersediaan curah hujan yang melimpah pada musim hujan belum dimanfaatkan secara optimal pada musim kemarau. Air hujan sebagian akan menjadi aliran permukaan sehingga tidak bisa dimanfaatkan tanaman secara efektif. Dampak dari terjadinya aliran permukaan yang tinggi akan menyebabkan hilang humus tanah sehingga terjadinya penurunan kesuburan lahan. Desain teknis sistem pemanenan air hujan yang efektif untuk konservasi air tanah dan memenuhi kebutuhan air tanaman pala telah dapat dibuat dengan rincian sebagai berikut: Sistem pemanenan air hujan pada penelitian ini menggunakan rorak yang dilengkapi saluran peresapan. Tata letak rorak dan saluran peresapan menyesuaikan dengan kontur lahan. Dimensi rorak ditentukan sesuai dengan debit aliran permukaan, yaitu kedalaman maksimal 30 cm dengan lebar 40 cm dan panjang 100 cm. Setiap rorak disertai saluran peresapan dari sisi kiri dan kanan dengan panjang 100 cm, dalam 10 cm dan lebar 20 cm.

Kata-kata Kunci: Aliran permukaan, Pemanenan hujan, Koefisien drainase, Tanaman pala.

Abstract

South Aceh district has a very high average monthly rainfall of 281.4 mm/month, so it has a high potential of runoff. The availability of abundant rainfall during the rainy season has not been used optimally in dry season. A part of rainfall would become surface flow so that the plant cannot use it effectively. The impact of high surface flow will cause in loss of soil humus which leads to the decline of soil fertility. Technical design of rainwater harvesting systems which is effective for soil and groundwater conservation and for fulfil water needs from nutmeg crops could be constructed as : rainwater harvesting systems by using rorak equipped with infiltration channels. Rorak layout and channel infiltration should be adjusted to the contour of the land. Rorak dimensions are determined by the discharge of surface flow, which has the maximum depth of 30 cm, width of 40 cm and length of 100 cm. Each rorak is built with infiltration channels on the left and right side with length of 100 cm and width of 20 cm.

Keywords: Drainage Coefficient, Nutmeg Plant, Rain Harvesting, Runoff.

1. Pendahuluan

Pala merupakan komoditas penting dan potensial dalam perekonomian nasional. Penting karena menjadi sentra produksi pala di sebagian masyarakat Indonesia. Potensial karena mampu mensuplai 60-75% kebutuhan

pangsa pasar dunia serta mempunyai banyak manfaat baik dalam bentuk mentah ataupun produk turunannya (Direktorat Jenderal Perkebunan 2012). Tanaman pala merupakan komoditi unggulan Kabupaten Aceh Selatan dalam bidang pertanian. Luas lahan pala di Kabupaten Aceh Selatan mencapai 14091 ha dengan

produksi 5192 ton biji pala kering (BPS, 2013). Menurut Bappeda (2010) bahwa petani pala di Kabupaten Aceh Selatan tidak melakukan tindakan konservasi tanah secara mekanik dan hanya 3,12% yang menerapkan konservasi mekanik.

Konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air hujan yang jatuh ke tanah untuk pertanian seefisien mungkin, serta mengatur aliran air agar tidak terjadi banjir yang merusak dan terdapat cukup air pada waktu kemarau (Arsyad, 2010). Metode konservasi air mencakup pengelolaan untuk menurunkan aliran permukaan, evaporasi dan perkolasi (Troeh et al. 1991). Menurut Pawitan et al. (2011) konservasi ekosistem hidrologi meningkatkan kapasitas cadangan air permukaan dan air bawah permukaan. Makin curam lereng maka makin besar kecepatan aliran permukaan. Kecepatan aliran permukaan dapat dengan mudah mengikis lapisan tanah atas. Air yang tidak meresap ke dalam tanah dan mengalir di permukaan berpotensi erosi yang menyebabkan tanah yang sebelumnya subur menjadi kurang subur (Subroto dan Setyaji 2004). Menurut UNEP (2001) sistem pemanenan air hujan menggunakan permukaan tanah (*land surface catchment areas*) merupakan metode untuk mengumpulkan air hujan. Air hujan yang terkumpul dengan sistem ini lebih cocok digunakan untuk pertanian.

Surdianto (2012) menyatakan teknik panen air (saluran peresapandan rorak) efektif mengendalikan aliran permukaan dan meningkatkan kadar air tanah di zona perakaran tanaman sehingga memenuhi kebutuhan air tanaman belimbing manis untuk tumbuh dan berproduksi sepanjang tahun. Noeralam (2002) menyatakan pemanfaatan rorak yang dikombinasikan dengan mulsa vertikal mampu mengurangi erosi sampai 94% pada petak erosi dibandingkan tanpa teknik konservasi tanah. Pemanfaatan rorak juga suatu cara pemanenan air yang tergolong efektif, khususnya pada lahan agak curam (10-25%). Salah satu diantaranya dicerminkan oleh kemampuannya dalam pemeliharaan lengas tanah. Arsyad (2010) menyatakan dimensi rorak sebagai berikut dalam 60 cm, lebar 50 cm dengan panjang sekitar 400-500 cm.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan desain teknis sistem pemanenan air hujan yang efektif untuk konservasi air tanah dan memenuhi kebutuhan air tanaman pala.

2. Metodologi

2.1 Lokasi

Penelitian dilaksanakan pada Kecamatan Tapak Tuan, Kabupaten Aceh Selatan, Provinsi Aceh, Indonesia. Penelitian dimulai dari Bulan Februari-Mei 2014. Pemilihan lokasi penelitian dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Lahan pala di Kecamatan Tapak Tuan merupakan lahan percontohan dari Forum Pala Aceh untuk petani pala Kabupaten Aceh Selatan.
- Areal kebun merupakan lahan di daerah berlereng yang tidak terlalu luas yaitu 1.3 hektar dengan tanaman utama pala yang dikelilingi tanaman nilam.
- Areal lahan memiliki kemiringan yang cukup belereng dengan kemiringan 25-33%. Lahan yang miring dan curam mewakili kebanyakan lahan pala di Kabupaten Aceh Selatan.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi bahan-bahan kimia untuk analisis sifat fisik tanah di laboratorium, plastik dan alat tulis lainnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi:

- Peralatan yang digunakan untuk mengambil sampel tanah: skop, cangkul, *ring sampler*, meteran, karung/kotak sampel tanah.
- Waterpass untuk menentukan ketinggian pada lahan dan GPS Garmin Untuk menentukan posisi koordinat X dan Y dalam membuat peta kontur lahan dan memetakan sistem pemanenan hujan menggunakan saluran peresapan dan rorak di kebun pala.
- New *Minidisk Infiltrometer* untuk pengukuran besarnya infiltrasi tanah di lokasi penelitian.
- Seperangkat komputer dengan aplikasi meliputi: aplikasi *microsoft office*, *golden software surfer* untuk membuat peta kontur kebun penelitian dan memetakan lokasi saluran peresapan dan rorak dengan mulsa, *software google sketchup 8* untuk menggambar teknik.

2.3 Prosedur

- Mengukur intensitas hujan dari hujan harian, intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus mononobe (Suripin, 2004)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (1)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

T = lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm)

Metode tanah darat (*upland method*) atau metode kecepatan untuk menentukan waktu konsentrasi, menggunakan persamaan berikut (Arsyad, 2010) :

$$T_c = \frac{1}{v} \quad (2)$$

Dimana :

Tc = waktu konsentrasi dalam (detik)

l = panjang hidrolik (feet)

v = kecepatan aliran (feet/detik)

- b. Analisis laju aliran permukaan menggunakan persamaan matematik menggunakan metode rasional USSCS :

$$Q=0.002778 CIA \quad (3)$$

Dimana:

Q = laju aliran (debit) puncak (m³/detik)

C = koefisien aliran permukaan (0 ≤ C ≤ 1)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas DAS (ha)

Koefisien aliran dapat dihitung menggunakan metode rasional Hasing yang disajikan pada **Tabel 1**.

- c. Analisis koefisien drainase dihasilkan dari analisis aliran permukaan.

Metode untuk menghitung koefisien drainase (Feyen 1983) menggunakan persamaan berikut :

$$Q = \frac{q \times A}{1000} \quad (4)$$

$$q = \frac{Q \times 1000}{A} \quad (5)$$

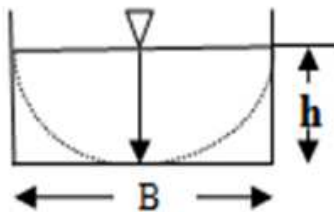
Dimana :

Q = debit di saluran (m³/dtk)

A = luasan Lahan (ha)

q = koefisien drainase (liter/ha.dtk)

- d. Pengumpulan data tanaman berupa umur tanaman, jarak tanam, pengamatan zona perakaran tanaman. Pengumpulan data tanaman mengguna mistar dan meteran kain.
- e. Desain teknis pemanenan hujan yang efektif untuk zona perakaran tanaman pala. Desain teknik pemanenan hujan mempertimbangkan zona perakaran tanaman pala.



Gambar 1. Rancangan penampang rorak

Keterangan:

H: kedalaman rorak disesuaikan dengan zona perakaran tanaman pala

B: Lebar saluran disesuaikan dengan kontur lahan dan jumlah debit aliran permukaan

- f. Pengamatan sedimen yang tertampung di rorak sesudah terjadi hujan. Pengamatan sedimen menggunakan penggaris yang ditempatkan dalam rorak.
- g. Pengukuran tinggi muka air tanah menggunakan *Automatic Water Level Recorder (AWLR)* yang ditempatkan dalam sumur. Pengamatan *water level* dilaksanakan dari tanggal 22 - 28 April 2014.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tektur tanah

Tekstur adalah perbandingan relatif antara fraksi pasir, debu dan liat, yaitu partikel tanah yang diameter efektifnya ≤ 2 m. Di dalam analisis tekstur, fraksi bahan organik tidak diperhitungkan. Bahan organik terlebih dahulu didestruksi dengan *hydrogen peroksida* (H₂O₂). Tekstur tanah sangat terkait dengan berat volume tanah, pergerakan air, pergerakan zat terlarut dan udara. Kemampuan mengikat air yang paling tinggi adalah kelas tekstur liat, selanjutnya debu dan pasir. Pada penelitian ini analisis tekstur tanah menggunakan metode segitiga tekstur *United States Department of Agriculture (USDA)*.

3.2 Infiltrasi

Triatmodjo (2010) menyatakan infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara (*interflow*) menuju mata air, danau dan sungai. Pada perhitungan pertama kapasitas infiltrasi mencapai kontan pada 0,0014 cm/jam atau 0,014 mm/jam. Pada pengukuran kedua Kapasitas infiltrasi mencapai kontan pada 0,074 cm/jam atau 0,74 mm/jam. Kapasitas infiltrasi pada pengukuran ketiga infiltrasi mencapai kontan pada 0,5902 cm/jam atau 5,902 mm/jam. Rerata kapasitas laju infiltrasi yang terjadi di kebun pala bernilai 2,21mm/jam. Menurut klasifikasi infiltrasi Donahue (1958) kapasitas infiltrasi 2,21 mm/jam termasuk sangat lambat karena berada dibawah 0,1 inch/jam (2,54 mm/jam).

Tabel 1. Koefisien aliran untuk metode rasional Hasing (Suripin, 2004)

Koefisien aliran C = Ct + Cs + Cv					
Topografi,	Ct	Tanah,	Cs	Vegetasi	Cv
datar (<1 %)	0,03	pasir dan gravel	0,04	hutan	0,04
bergelombang (1-10%)	0,08	lempung berpasir	0,08	pertanian	0,11
perbukitan (10-20%)	0,16	lempung dan lanau	0,16	padang rumput	0,21
pegunungan (>20%)	0,26	lapisan batu	0,26	tanpa tanaman	0,28

Tabel 2. Tekstur tanah menurut segitiga tekstur USDA

Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur Tanah : Filtering, Pipette; Menurut Segitiga Tekstur USDA			
		Pasir (Sand)	Debu (Silt)	Liat (Clay)	Kelas Tekstur
A 0-25	0-25	3	87	10	Debu
B 0-25	0-25	21	67	12	Lempung berdebu
C 0-25	0-25	12	62	26	Lempung berdebu
A 25-50	25-50	14	63	23	Lempung berdebu
B 25-50	25-50	26	43	31	Lempung berliat
C 25-50	25-50	14	51	35	Lempung liat berdebu
A 50-75	50-75	5	50	45	Liat berdebu
B 50-75	50-75	8	37	55	Liat
C 50-75	50-75	12	44	44	Liat berdebu

Pada kedalaman 0-25 cm rerata kelas tektur termasuk pada lempung berdebu. Pada kedalaman 25-50 cm bervariasi dengan kelas tektur lempung berdebu, lempung berliat dan lempung liat berdebu. Sedangkan pada kedalaman 50-75 cm rerata kelas tektur berada pada liat berdebu.

3.3 Pengamatan akar tanaman

Pengamatan akar tanaman dilaksanakan pada 22-27 April 2014 dengan mengamati 3 tanaman pala yang sedang tidak berbuah. Pemilihan tanaman yang sedang tidak berbuah dilakukan agar menghindari kegagalan panen akibat proses penggalian akar. Proses menentukan kedalaman dilaksanakan dengan menggunakan 2 penggaris, 1 penggaris sebagai pembatas jarak akar paling atas sebelum tanah, 1 lagi untuk dimasukkan kedalam zona perakaran yang sudah digali.

Pengamatan tanaman pala 1 yang diamati mempunyai keliling lingkaran batang adalah 45,5 cm. Pengamatan tanaman pala 2 mempunyai keliling lingkaran batang 43,9 cm. Pengamatan tanaman pala 3 mempunyai keliling lingkaran batang 40,4 cm. Pengamatan ketiga tanaman pala yang diamati pada umur produktif yaitu 8 tahun. Pegamatan akar tanaman paling banyak berkonsentrasi pada kedalaman 20-30 cm.

Tabel 4. Analisis frekuensi curah hujan rencana

Periode Ulang	Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm/hr)				
	Normal	Log Normal	Gumbel	Pearson III	Log Pearson III
Tr ₂	41,32	40,60	40,21	40,71	40,41
Tr ₅	48,24	47,93	50,04	48,03	47,90
Tr ₁₀	51,86	52,28	56,54	52,20	52,45
Tr ₂₅	54,83	56,13	64,76	56,96	57,93



Gambar 2. Kondisi akar tanaman pada kedalaman 0-30 cm

Tabel 3. Perakaran tanaman pala

Kedalaman zona perakaran (cm)	Jumlah akar Sekunder	Jumlah akar Primer
0-10	8-10	1
0-20	14-15	1
20-30	21-26	1
30-40	15	1

Pengamatan akar tanaman pada kedalaman 30-40 cm, akar serabut sudah mulai sedikit pada akar sekunder. Pengamatan akar tanaman pada kedalaman 30-40 cm hanya 1 tanaman pala yang berhasil dihitung secara keseluruhan berjumlah 15 akar. Pada pengamatan 2 tanaman pala berikutnya hanya diamati bahwa akar pada zona tersebut sudah berkurang terutama akar serabut yang berada pada akar sekunder.

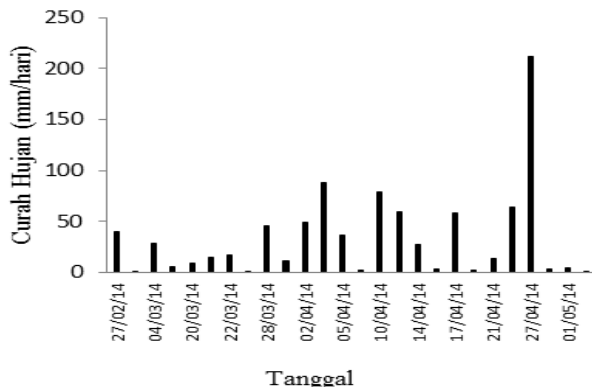
3.4 Analisis frekuensi

Analisis frekuensi dari curah hujan rencana untuk penelitian ini menggunakan data curah hujan 2004-2013 di Kecamatan Tapak Tuan Kabupaten Aceh Selatan. Hasil analisis frekuensi diharapkan akan menghasilkan periode ulang yang terbaik untuk desain rorak dan saluran peresapan di lahan pala. Analisis frekuensi disajikan pada Tabel 4.

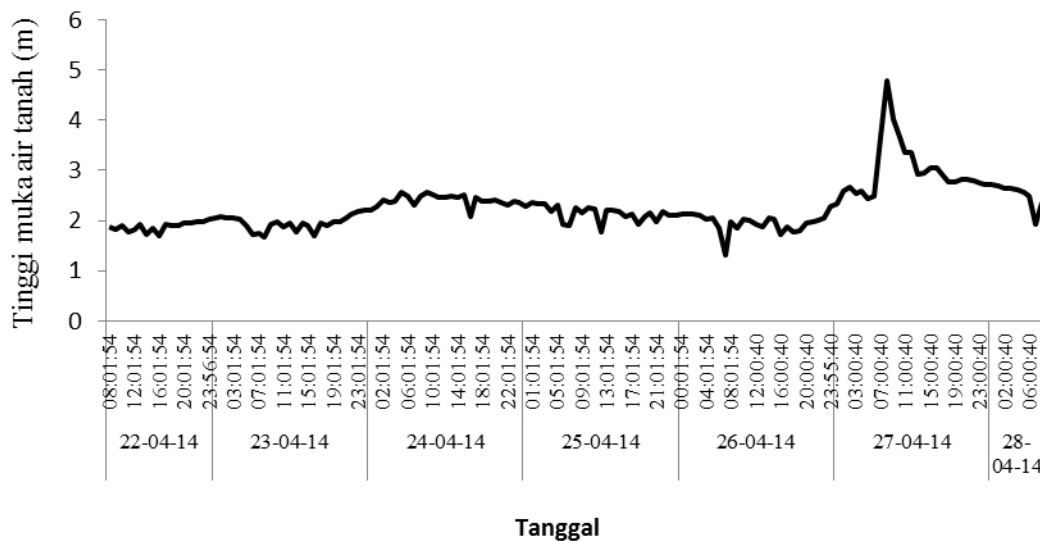
Pemilihan periode ulang 5 tahun (Tr_5) menggunakan pendekatan untuk desain drainase pertanian. Distribusi yang akan digunakan adalah distribusi Gumbel karena paling rendah deviasi 1,77 dan rerata persen error sebesar 3,50. Periode ulang 5 tahun lebih sesuai untuk pendekatan desain drainase pertanian dengan nilai 50,04 mm/hari. Intensitas hujan dihitung menggunakan rumus *mononobe* sehingga menghasilkan nilai intensitas hujan 17,35 mm/jam.

3.5 Pengamatan iklim

Pengamatan curah hujan menggunakan pengukur curah hujan manual dengan dimensi luas penampung curah hujan 100 cm². Setelah terkumpul selanjutnya diukur dengan dua gelas ukur. Pengukuran gelas ukur yang pertama langsung menghasilkan tinggi untuk luas penampung curah hujan 100 cm². Pengukuran gelas ukur yang kedua hasil ukurnya dalam volume dalam satuan mililiter. Setelah diperoleh volume dari tapungan maka akan dibagi dengan luas penampung yang selanjutnya akan diperoleh tinggi curah hujan pada hari tersebut. Hasil pengukuran kedua gelas ukur sama setelah dikonversi.



Gambar 3. Grafik curah hujan harian 27 Februari – 01 Mei 2014



Gambar 4. Grafik tinggi muka air tanah

Kebutuhan air tanaman pada bulan Maret - April 2014 tercukupi oleh curah hujan karena termasuk bulan basah dengan adanya 10 hari hujan pada bulan Maret sebesar 213,6 mm. Hujan harian yang terjadi pada bulan April adalah 11 hari hujan sebesar 691 mm. Menurut klasifikasi Oldeman pada bulan Maret dan April 2014 merupakan bulan basah.

3.6 Tinggi muka air tanah

Perubahan tinggi muka air tanah diukur pada sumur yang berada di bawah lokasi penelitian dekat sungai pada tanggal 22-28 April 2014. Pengukuran ini bertujuan untuk mengamati perubahan tinggi muka air tanaha saat terjadi hujan. Pengamatan tidak dilakukan dalam waktu lama karena pengaruh keamanan di lapangan. Grafik tinggi muka air tanah disajikan pada **Gambar 4**.

Hasil pengukuran tinggi muka air tanah di lahan pada tanggal 22 April 2014 dengan curah hujan 63,8 mm, ketinggian muka air tanah mencapai 1,7 – 2,03 m. Pengukuran pada tanggal 27 April 2014 dengan curah hujan 211,9 mm, ketinggian muka air tanah mencapai 2,34 - 4,79 m.

3.7 Analisis aliran permukaan

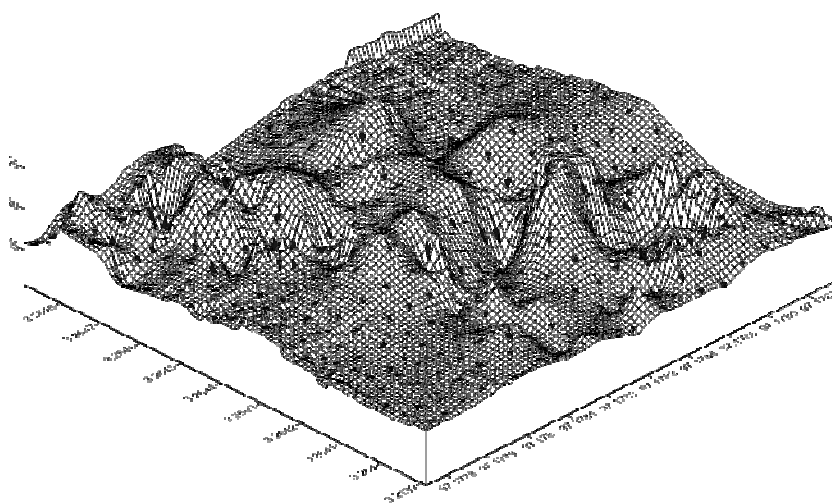
Arsyad (2010) menyatakan bahwa air hujan yang jatuh ke tanah terbuka akan menyebabkan tanah terdispersi dan jika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah maka air akan mengalir diatas permukaan. Hasil pengamatan di lapangan setelah mempertimbangkan kontur penelitian dengan luas secara keseluruhan 1.3 ha dan pengamatan pada saat hujan di lapangan maka dirumuskan 9 unit analisis daerah peresapan yang selanjutnya sebagai dasar pertimbangan dalam analisis aliran permukaan. Pendugaan debit aliran permukaan dihitung dengan menggunakan persamaan metode rasional.

Koefisien aliran C dihitung menggunakan pendekatan *metode rasional Hasing* dengan tektur tanah termasuk lempung dan lanau (debu) dengan kemiringan daerah pengunungan melebihi >20%. Unit analisis A dan B berupa lahan pertanian sehingga nilai Koefisien aliran 0,53. Unit Analisis C sampai I berupa lahan pertanian yang ditumbuhi padang rumput sehingga nilai Koefisien aliran 0,57.

Pengamatan hujan di lahan saat hujan dan berdasarkan kontur lahan pala dirumuskan sembilan unit analisis yaitu, unit analisis A sampai I. Nilai debit tertinggi terdapat pada unit analisis F dengan luas 142,7 m² dengan nilai debit 0,00057 m³/detik dengan nilai koefisien drainase 39,70. Nilai Unit analisis selengkapnya disajikan pada **Tabel 5**.

Pengamatan rorak di lapangan pada tanggal 27 April 2014 terjadi luapan aliran permukaan pada desain debit rencana. Maka perlu dibuat Unit analisis berdasarkan curah hujan tertinggi pada tanggal 27 April 2014 sebesar 211,9 mm/hari. Nilai debit tertinggi terdapat pada unit analisis F dengan luas sebesar 142,7 m² dengan nilai debit 0,00240m³/detik. Nilai perkiraan unit analisis debit pada tanggal 27 April 2014 disajikan pada **Tabel 6**.

Perbedaan nilai debit aliran permukaan pada **Tabel 5**. Dan **Tabel 6**. berdasarkan data pengukuran topografi dilapangan areal kebun penelitian yang berada pada kemiringan tidak sama yaitu berada 25-33% dan luasan unit analisis yang tidak sama. Akbar (2013) menyatakan perbedaan dalam bentuk wilayah suatu daerah



Gambar 5. Peta kontur lokasi penelitian

Tabel 5. Unit analisis untuk aliran permukaan hujan rencana

Unit Analisis	Luas (m ²)	I (mm/jam)	kelerengan (%)	C	Q teoritis (m ³ /dtk)
A	293.3	11.44	25-33	0,53	0,00049
B	273.8	12.36	31	0,53	0,00050
C	101.0	30.57	29-30	0,57	0,00049
D	142.2	18.87	30	0,57	0,00042
E	100.5	28.10	30	0,57	0,00045
F	142.7	25.07	30	0,57	0,00057
G	100.0	23.97	25-28	0,57	0,00038
H	119.0	21.39	28-33	0,57	0,00040
I	133.7	19.66	30	0,57	0,00042

Tabel 6. Unit analisis aliran permukaan tanggal 27 April 2014

Unit Analisis	Luas (m ²)	I (mm/jam)	kelerengan (%)	C	Q teoritis (m ³ /dtk)
A	293.3	48.46	25-33	0,53	0,00209
B	273.8	52.33	31	0,53	0,00211
C	101.0	129.47	29-30	0,57	0,00207
D	142.2	79.92	30	0,57	0,00180
E	100.5	118.99	30	0,57	0,00189
F	142.7	106.17	30	0,57	0,00240
G	100.0	101.49	25-28	0,57	0,00161
H	119.0	90.58	28-33	0,57	0,00171
I	133.7	83.25	30	0,57	0,00176

akan menyebabkan perbedaan dalam gerak air tanah bebas dan jenis-jenis vegetasi yang tumbuh di permukaan tersebut. Setiap unit analisis memiliki nilai intensitas hujan, debit yang berbeda sesuai bentuk dan topografi daerah yang diamati.

Analisis aliran permukaan di lahan menurut pendekatan Chow (1959) termasuk aliran berubah lambat laun (*gradually varied*) karena kedalaman aliran berubah di sepanjang saluran rorak. Hasil penelitian Wirasembada (2014) Debit *runoff* (aliran permukaan) yang terjadi di hulu DAS Cidanau dengan luasan lahan 8472 m² sebesar 0.00063 m³/dtk. Untuk menekan *runoff* (aliran permukaan) tersebut, diperlukan 2 rorak utama berdimensi 100 x 100 x 40 cm dan 10 rorak pendukung berdimensi 60 x 60 x 40 cm sehingga total volume rorak yang mampu ditampung sebesar 2.44 m³. Arsyad (2010) menyatakan pada suatu DAS kecil, puncak laju aliran permukaan mengikuti puncak laju hujan dengan selisih beberapa menit. Akibat laju tertinggi yang menimbulkan kerusakan, penting untuk mengetahui laju aliran permukaan. Desain Saluran air, teras, dan bangunan konservasi tanah direncanakan berdasarkan puncak laju aliran permukaan.

3.8 Analisis koefisien drainase

Analisis koefisien drainase sangat perlu dilakukan untuk melengkapi analisis aliran permukaan sebelum dilakukan desain pada lahan pala. Pendekatan analisis koefisien drainase pada penelitian ini menggunakan data dari analisis aliran permukaan. Nilai perkiraan unit analisis koefisien drainase pada tanggal 27 April 2014 disajikan pada **Tabel 7**.

Nilai koefisien drainase yang dihasilkan merupakan nilai koefisien drainase yang terjadi pada setiap unit analisis dan luas penggunaan lahan pala. Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap perbedaan besarnya curah hujan dan jenis penggunaan lahan di setiap lokasi memberikan besarnya nilai koefisien drainase yang berbeda. Nilai koefisien drainase pada tanggal 27 April 2014 menjadi nilai koefisien maksimum tertinggi terjadi pada unit analisis C hasil pengukuran sebesar 205 liter/ha.detik. Nilai koefisien drainase terendah terjadi pada unit analisis A sebesar 71,35 liter/ha.detik.

Tabel 7. Analisis koefisien drainase

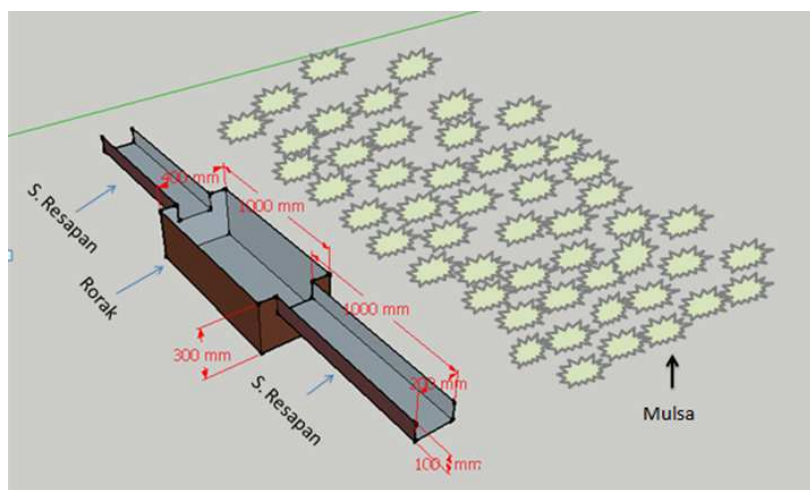
Unit Analisis	Luas (m ²)	I (mm/jam)	Q teoritis (m ³ /dtk)	Koefisien drainase (liter/ha.det)
A	293,3	48,46	0,00209	71,35
B	273,8	52,33	0,00211	77,04
C	101	129,47	0,00207	205
D	142,2	79,92	0,00180	126,55
E	100,5	118,99	0,00189	188,41
F	142,7	106,17	0,00240	168,10
G	100	101,49	0,00161	160,69
H	119	90,58	0,00171	143,42
I	133,7	83,25	0,00176	131,82

Menurut Feyen (1983) bahwa koefisien drainase merupakan akumulasi dari jumlah debit aliran permukaan pada badan air dari setiap aliran drainase lapang sehingga setiap debit aliran yang dihasilkan dari setiap kejadian hujan akan berbanding lurus dengan besarnya nilai koefisien drainase. Pemilihan nilai koefisien tertinggi akan menyebabkan hasil desain. Hasil penelitian Wijaya (2014) Koefisien drainase perumahan ditentukan berdasarkan *debit limpasan* (aliran permukaan), klasifikasi luas dan jenis penggunaan lahan, topografi serta jumlah curah hujan. Nilai koefisien drainase yang didapat yaitu berkisar 0,24-0,28 m³/det.ha dari debit limpasan 1,1-1,4 m³/det dengan karakteristik drainase perumahan pada luas lahan berkisar 4,80-4,93 ha dan jumlah curah hujan rencana 115,59 mm. Feyen (1983) menyatakan curah hujan yang berlebihan dari koefisien konsumtif tanaman (Kc) dan fase kritis tanaman terkait kebutuhan air (ky) akan menjadi debit yang harus ditampung dari desain sistem pemanenan hujan yang tepat untuk dimensi saluran peresapan dan rorak.

3.9 Desain rorak dan saluran peresapan

Desain awal posisi rorak menyesuaikan dengan posisi kontur lokasi penelitian. Setelah diamati beberapa kali hujan di lokasi penelitian selanjutnya diselaraskan dengan aliran air permukaan sehingga diperoleh 9 unit analisis untuk tata letak rorak dan saluran peresapan disesuaikan dengan kondisi lahan penelitian. Tata letak rorak dan saluran peresapan menyesuaikan dengan kontur lahan. Dimensi rorak ditentukan sesuai dengan debit aliran permukaan, yaitu kedalaman maksimal 30 cm dengan lebar 40 cm dan panjang 100 cm. Setiap rorak disertai saluran peresapan dari sisi kiri dan kanan dengan panjang 100 cm, dalam 10 cm dan lebar 20 cm.

Penerapan dimensi rorak rekomendasi pada kedalaman 30 cm, lebar 40 cm dan panjang 100 cm juga terbilang efektif baik dalam menampung aliran permukaan maupun sedimen. Sedimen yang tertampung juga bervariasi sangat tergantung pada posisi rorak sesuai yang sudah dijabarkan pada **Gambar 7**.



Gambar 6. Tata letak dan dimensi rorak dan saluran peresapan

Arsyad (2010) menyatakan dimensi rorak adalah dalam 60 cm, lebar 50 cm dengan panjang sekitar 400-500 cm. Panjang rorak dibuat sejajar kontur atau memotong lereng, jarak ke samping antara satu rorak dengan rorak lain berkisar antara 100-150 cm, sedangkan jarak horizontal berkisar antara 20 m pada lereng yang landai dan agak miring sampai 10 m pada lereng yang lebih curam. Dimensi rorak yang akan dipilih sebaiknya disesuaikan dengan kapasitas air atau sedimen dan bahan-bahan terangkut lainnya yang akan ditampung. Surdianto (2012) menyatakan saluran peresapan dengan ukuran lebar 25 cm dan dalam 20 cm sedangkan rorak dibuat dengan ukuran 40 x 40 x 40 cm.

Tumbuhan yang berada pada lembah kering dengan topografi dan lereng yang curam, sebagian besar air hujan akan menjadi aliran permukaan, membawa humus, menyebabkan erosi yang berat dan produktivitas lahan berkurang (Liu 1989; Wuet al. 2009). Pembuatan rorak dan saluran peresapan diaplikasikan secara bertahap sampai diyakini tidak terjadi aliran permukaan yang mengalir ke luar lahan pala. Pembuatan teknik pemanenan air hujan dalam pengendalian aliran permukaan bermanfaat untuk mengurangi dampak erosi dan memenuhi kebutuhan air tanaman pala sehingga menjaga produktifitas lahan secara berkelanjutan.

3.10 Zero Runoff System (ZROS) Sistem Pemanenan Hujan

Pemilihan dimensi rorak rekomendasi selain harus mampu menampung debit aliran permukaan dan menyesuaikan dengan zona perakaran tanaman pala. Dimensi rorak juga mempertimbangkan efektifitas kemampuan petani pala dalam menerapkan secara mandiri di kebun pala. Penentuan unit analisis supaya memudahkan dalam pengelolaan dan penentuan jumlah rorak yang harus diaplikasikan pada tiap unit analisis.

Analisis Zero Runoff System pada tiap unit analisis A sampai F dihasilkan aliran yang berbeda. Perbedaan

aliran permukaan disebabkan karena kondisi kontur dan jarak tempuh aliran air pada tiap unit analisis sedikit tidak sama serta jarak tanaman pala yang tidak seragam sehingga menyebabkan jumlah rorak yang harus diaplikasikan pada tiap unit tidak sama. Jumlah rorak dan saluran peresapan harus mampu menampung aliran permukaan baik berdasarkan curah hujan rencana maupun curah hujan tertinggi selama penelitian. Unit analisis ZROS pada sistem pemanenan hujan rekomendasi berdasarkan curah hujan tertinggi selama penelitian yang terjadi pada tanggal 27 April 2014 sebesar 211,9 mm/hari. Nilai perkiraan debit aliran permukaan tertinggi terdapat pada unit analisis dengan luas 142,7m² dengan nilai debit 0,0023 m³/detik. Jumlah rorak rekomendasi tiap unit analisis untuk ZROS selengkapnya disajikan pada Tabel 8.

3.11 Sedimen tertampung dalam rorak

Pemanfaatan rorak, saluran peresapan dan mulsa pada lahan pala berlereng untuk memperkecil debit dan kecepatan laju aliran permukaan. Selain itu memperkecil terjadi erosi dan sedimen yang keluar dari lahan pala menuju badan air berupa sungai, irigasi sehingga mampu mempertahankan kesuburan lahan karena mampu mempertahankan *top soil* pada lokasi penelitian.



Gambar 7. Gambar rorak yang tertampung sedimen

Tabel 8. Zero Runoff System (ZROS) pada 27 April 2014

Unit Analisis	Luas (m ²)	Ro (m ³ /detik)	Jumlah s. resapan		Debit tampung (m ³)
			Jumlah Rorak		
			P x l x t (m)	P x l x t (m)	
			1 x 0.4 x 0.3	1 x 0.2 x 0.1 (m)	
A	293,3	0,0019	10	20	6,10
B	273,8	0,0019	10	20	6,10
C	101	0,0020	8	16	4,16
D	142,2	0,0017	7	14	3,64
E	100,5	0,0018	7	14	3,64
F	142,7	0,0023	8	16	4,16
G	100	0,0015	7	14	3,64
H	119	0,0016	7	14	3,64
I	133,7	0,0017	7	14	3,64

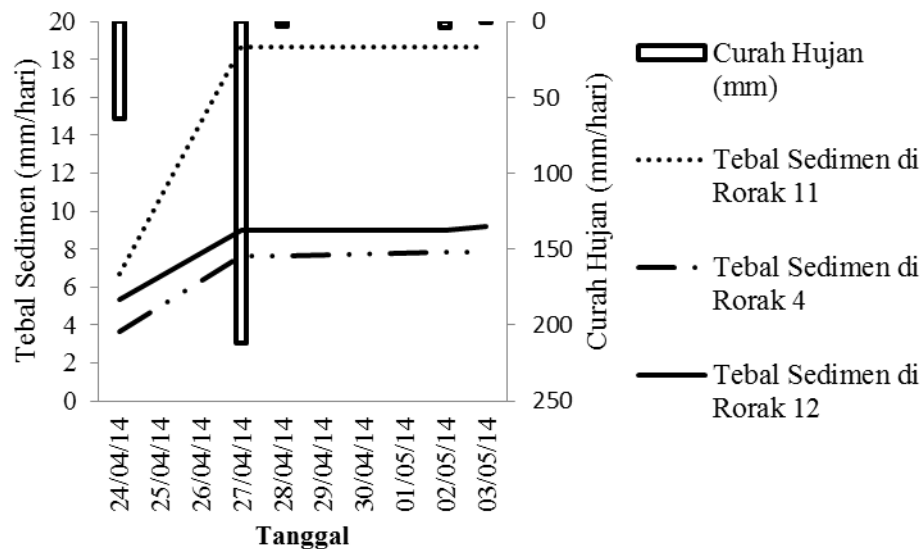
Penerapan dimensi rorak rekomendasi pada kedalaman 30 cm, lebar 40 cm dan panjang 100 cm juga terbilang efektif baik dalam menampung aliran permukaan maupun sedimen. Sedimen yang tertampung juga bervariasi sangat tergantung pada posisi rorak. Pengamatan sedimen pada tiga rorak 4, 11, 12 menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan sedimen tertinggi terjadi pada tanggal 27 April 2014 di rorak 4 mencapai 7.7 mm/hari, rorak 11 mencapai 18.7 mm/hari dan rorak 12 mencapai 9 mm/hari yang juga merupakan curah hujan tertinggi di lokasi penelitian sebesar 211.9 mm/hari. Grafik tebal/tinggi sedimen pada rorak 4, 11 dan 12 dan curah hujan disajikan pada Gambar 8.

Hasil pengukuran sedimen terakhir pada tanggal 3 Mei 2014 rerata tebal sedimen pada rorak 11 setinggi 18,7 mm/hari. Rerata tebal sedimen Pada rorak 12 setinggi 9,2 mm/hari. Rerata tebal sedimen Pada rorak 4 setinggi 7,8 mm/hari. Perbedaan tebal sedimen karena pengaruh posisi rorak pada lahan yang berbeda baik lerengnya maupunutupan lahan yang sedikit berbeda.

4. Kesimpulan

Desain teknis sistem pemanenan air hujan yang efektif untuk konservasi air tanah dan memenuhi kebutuhan air tanaman pala telah dapat dibuat, dengan rincian sebagai berikut:

1. Sistem pemanenan air hujan pada penelitian ini menggunakan rorak yang dilengkapi saluran peresapan.
2. Tata letak rorak dan saluran peresapan menyesuaikan dengan kontur lahan.
3. Dimensi rorak ditentukan sesuai dengan debit aliran permukaan, yaitu kedalaman maksimal 30 cm dengan lebar 40 cm dan panjang 100 cm.
4. Setiap rorak disertai saluran peresapan dari sisi kiri dan kanan dengan panjang 100 cm, dalam 10 cm dan lebar 20 cm.



Gambar 8. Grafik curah hujan dan tebal sedimen

Daftar Pustaka

- Akbar, H., 2013, *Optimalisasi Lahan Usaha Tani Berbasis Kakao untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di DAS Krueng Seulimum Propinsi Aceh* [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Arsyad, S., 2010, *Konservasi Tanah dan Air*, Edisi Kedua Cetakan Kedua. Bogor (ID) : IPB Pr.
- [Bappeda] Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, 2010, *Studi Kelayakan Potensi Pengembangan Komoditas Pala di Kabupaten Aceh Selatan Pasca Serangan Hama dan Penyakit*. Pemerintah Kabupaten Aceh Selatan. Provinsi Aceh.
- [BPS] Badan Pusat Statistik, 2012, *Aceh Selatan dalam Angka Tahun 2012*. BPS Kabupaten Aceh Selatan. Provinsi Aceh.
- [BPS] Badan Pusat Statistik, 2012, *Statistik Indonesia 2012*, Jakarta.
- [BPS] Badan Pusat Statistik, 2013, *Aceh Selatan dalam Angka Tahun 2013*. BPS Kabupaten Aceh Selatan. Provinsi Aceh.
- Chow, V.T., 1959, *Open Channel Hydraulics*, New York (US): McGraw-Hill, Inc.
- Direktorat Jenderal Perkebunan, 2012, *Peningkatan Produksi, Produktifitas dan Mutu Tanaman Rempah dan Penyegar*. Pedoman Teknis Perluasan Tanaman Tahun 2012. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Donahue, R.L., 1958, *Soils An Introduction to Soils and Plant Growth*. Prentice-Hall, Inc. United State of America.
- Feyen, J., 1983, *Drainage of Irrigated Land*. Kathoelike Universiteit Leuven Center for Irrigation Engineering.
- Liu, L.H., 1989, *Vegetational Types of the Arid Valleys in the Hengduan Mountainous Region*. Mountain Research (7): 175–182.
- Noeralam, A., 2002, *Teknik Pemanenan Air yang Efektif dalam Pengelolaan Tanah pada Usaha Tani Lahan Kering* [Disertasi]: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Pawitan, H., Fagi, A.M., Prastowo, Maryanto, W.D., 2011, *Strategi Penyediaan Sumber Daya Air Mendukung Ketahanan Pangan. Masalah Sumber Daya Air dan Strategi Pengelolaan DAS*. Bogor (ID). IPB (Pr).
- Subroto, P.S., Setyaji, P., 2004, *Perbandingan Sistem Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Kakao di Desa Banjarharjo*, Kalibawang, Kolonprogo, DIY. Jurnal Tanah dan Air. 5(1) : 28-31.
- Surdianto, Y., Setiawan, B.I., Prastowo dan Saptomo, S.K., 2012, Peningkatan Peresapan Air Tanah dengan Saluran Peresapan dan Rorak untuk Meningkatkan Produktivitas Belimbing Manis (Studi Kasus di Kota Depok). *Jurnal Irigasi*. 7 (1): 5.
- Surdianto, Y., 2012, *Analisis Kecukupan Air di Kebun Belimbing Manis (Averrhoa Carambola L)* [disertasi]. Bogor (ID) : Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta (ID): Andi.
- Triatmodjo, B., 2010, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta (ID): Beta offset.
- Troeh FR, Hobs JA, Donahue RL., 1991, *Soil and Water Conservation*. Prentice Hall, Inc. A Division of Simon & Schuster. Enggewood Cliffs, New Jersey.
- [UNEP] United Nations Enviroment Programme. International Enviromental Technology Centre, 2001, *Rainwater Harvesting*. Murdoch University of Western Australia.
- Wijaya, H.K., 2014, *Pengembangan Kriteria Rancangan Hidrolika pada Pemanfaatan Air Limpasan untuk Air Baku di Kawasan Perumahan* [Tesis]. Bogor (ID): Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Wirasembada, Y.C., 2014, *Analisis Efektivitas Zero Runoff System pada Lahan Miring di DAS Cidanau, Banten* [Tesis]. Bogor (ID): Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Wu, Y, Tang, Y, Huang, C., 2009, *Harvesting of Rainwater and Brooklets Water to Increase Mountain Agricultural Productivity: A Case Study from A Dry Valley of Southwestern China*. Natural Resources Forum (33) : 46.