

Technical Paper

Pengembangan Konsep Zero Runoff System (ZROS) untuk Optimalisasi Kadar Air Tanah pada Lahan Perkebunan Non Irigasi

Development of Zero Runoff System [ZROS] Concept for Optimizing Soil Water Content on non-irrigated farming land

Yanuar Chandra Wirasembada, Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana IPB.
Email: yanuarchandraw@gmail.com

Budi Indra Setiawan, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB. Email: budindra@yahoo.com

Satyanto Krido Saptomo, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB. Email: ddody@yahoo.com

Abstract

On non-irrigated farming land, soil water content was difficult to be maintained in field capacity condition. Zero runoff system (ZROS) attempted to utilize runoff and to convert it to backup soil water content using permeation structures. The objectives of this research was to analyze the changing of soil water content before and after ZROS had been applied and to calculate ZROS effectivity towards infiltrating rainfall. In this research, permeation structures in the research field was usingsilt pit and collector canal. The changing of soil water content before and after ZROS application was calculated by water balance model in the rooting zone. The simulation result showed that after ZROS had been applied, the decreasing of soil water content in research field were ranging from -0.001 to $-0.009 \text{ m}^3/\text{m}^3$, while before ZROS had been applied it were ranging from -0.01 to $-0.024 \text{ m}^3/\text{m}^3$. Besides that, ZROS also capable to increase soil water content in research field for 25.57%. The increasing of this soil water content was caused by ZROS ability that can hold and infiltrate 51.04% from total rainfall occurredeffectively.

Keywords: permeation structure, runoff, soil water content, water balance model, zero runoff system

Abstrak

Pada lahan non irigasi, kadar air tanah sulit dipertahankan pada kondisi kapasitas lapang dan sangat tergantung pada curah hujan. Zero runoff system (ZROS) berupaya memanfaatkan limpasan permukaan dan mengkonversinya menjadi cadangan air tanah dengan menggunakan bangunan resapan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan kadar air tanah sebelum dan sesudah penerapan ZROS serta menghitung efektifitas ZROS dalam meresapkan air hujan. Pada penelitian ini, bangunan resapan yang digunakan berupa rorak dan saluran pengumpul. Perubahan kadar air tanah yang terjadi sebelum dan sesudah diterapkan ZROS dihitung menggunakan model kesetimbangan air di dalam zona perakaran tanaman. Hasil simulasi menunjukkan bahwa setelah diterapkan ZROS, penurunan perubahan kadar air tanah berada pada kisaran -0.001 sampai $-0.009 \text{ m}^3/\text{m}^3$ sedangkan sebelum ZROS sebesar -0.01 sampai $-0.024 \text{ m}^3/\text{m}^3$. Selain itu, ZROS juga mampu meningkatkan kadar air tanah di lokasi penelitian sebesar 25.57%. Kenaikan kadar air tanah ini disebabkan oleh kemampuan ZROS yang secara efektif menampung dan meresapkan 51.04% dari curah hujan yang terjadi selama periode pengukuran

Kata Kunci : bangunan resapan, kadar air tanah, limpasan permukaan, model kesetimbangan air, zero runoff system.

Diterima: 07 Mei 2014; Disetujui: 19 Agustus 2014

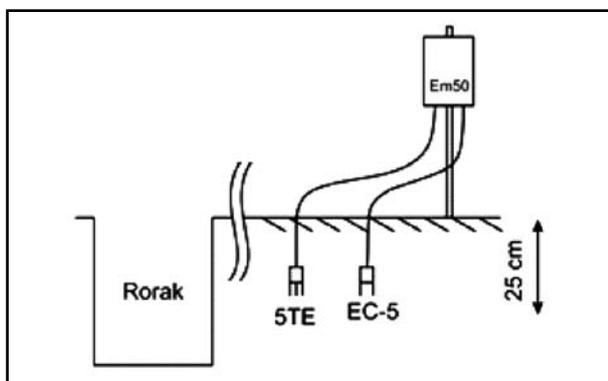
Pendahuluan

Kebutuhan air tanaman seringkali menjadi faktor pembatas utama dalam produksi pertanian. Maka, irigasi secara berkala dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Permasalahan timbul ketika lahan yang digunakan untuk bercocok tanam merupakan lahan perkebunan non irigasi.

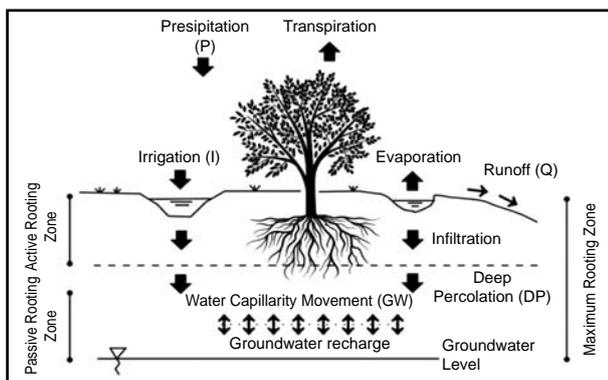
Pemenuhan kebutuhan air tanaman menjadi sulit dilakukan dan hanya bergantung pada curah hujan setempat. Masalah lahan perkebunan non irigasi semakin kompleks apabila lahan tersebut berada pada daerah yang memiliki curah hujan tahunan rata-rata yang rendah ($< 1000 \text{ mm/tahun}$). Dengan kondisi tersebut, pemenuhan kebutuhan air tanaman menjadi sulit dilakukan dan berpengaruh

langsung terhadap hasil produksi perkebunan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengkonservasi air hujan agar dapat dimanfaatkan secara optimal, khususnya di bidang pertanian. *Zero runoff system* merupakan konsep pengelolaan sumber daya air dengan cara menahan atau menampung limpasan permukaan yang terjadi di permukaan atau di dalam tanah (Surdianto 2012). Selain mengurangi debit limpasan, konsep ini juga dapat meningkatkan ketersediaan air di dalam tanah. Untuk menahan atau menampung limpasan permukaan, diperlukan alat bantu berupa bangunan resapan. Konsep ini memberikan hasil rancangan baru berupa bangunan hidrolika yang mudah, murah dan ramah lingkungan untuk mengurangi limpasan permukaan dan mengkonversinya menjadi cadangan air tanah.

Curah hujan yang jatuh akan diresapkan oleh tanah dan menjadi cadangan air tanah. Cadangan air tanah ini yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan air. Namun, tidak semua curah hujan tersebut mampu diresapkan oleh tanah. Sebagian besar curah hujan mengalir di atas permukaan tanah dalam bentuk limpasan permukaan (*runoff*). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain infiltrasi tanah, jenis tanah, jenis tutupan lahan, perlakuan tanah, kondisi hidrologi dan kelembapan tanah (Kumar & Rajpoot 2013). Kuantitas dan kecepatan *runoff* dipengaruhi oleh luas lahan, koefisien *runoff* dan



Gambar 1. Skema pemasangan sensor di lokasi penelitian.



Gambar 2. Skema konsep kesetimbangan air tanah.

intensitas hujan maksimum (Surdianto 2012).

Implikasi dari reduksi *runoff* ini yaitu penurunan laju erosi dan peningkatan cadangan air tanah sehingga jumlah air yang tersedia akan cukup memenuhi kebutuhan tanaman. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis perubahan kadar air tanah sebelum dan sesudah diterapkan ZROS. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi keadaan kadar air tanah di lahan non irigasi sehingga tindakan-tindakan preventif dapat dilakukan.

Bahan dan Metode

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan, dari bulan November 2013 sampai dengan Mei 2014. Penelitian dilakukan pada lahan perkebunan di Desa Pondok Kahuru, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Serang, Provinsi Banten pada koordinat 6°13'03.50" LS dan 106°02'44.04" BT. Kecamatan Ciomas terletak di sebelah barat daya dan berjarak kurang lebih 16 km dari pusat kota Serang.

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan antara lain data curah hujan dan temperatur harian selama 10 tahun terakhir (2004-2013) dan data sifat fisik tanah antara lain permeabilitas, kadar air tanah pada pF 1 - 4.2, perkolasi, tekstur tanah, *bulk density* dan pori drainase. Alat yang digunakan antara lain seperangkat komputer *data logger EM50*, *mini disk infiltrometer*, sensor kadar air tanah 5TE dan EC-5, penakar curah hujan manual, peralatan *surveying*, dan satu set *soil ring sample*.

Pembuatan Bangunan Resapan

Sistem bangunan resapan dibuat di sekitar titik terjadinya limpasan permukaan. Lahan yang diterapkan ZROS berupa lahan perkebunan non irigasi dengan kemiringan lahan sebesar 7.5° atau 13%. Pada kasus ini, *runoff* terjadi dan terpusat pada jalan setapak sehingga pembuatan rorak difokuskan di dekat jalan setapak tersebut. Tujuan dibuat rorak yaitu menghilangkan *runoff* di jalan setapak tersebut dan meresapkan *runoff* ke dalam tanah. Sebelum dibuat rorak, pemetaan lahan harus dilakukan terlebih dahulu agar diketahui kontur lapangan sehingga arah aliran air dapat diketahui.

Pada *zero runoff system*, dimensi dan jumlah rorak ditentukan berdasarkan potensi *runoff* yang terjadi di lapangan. Semakin besar potensi *runoff* yang terjadi, semakin banyak jumlah rorak yang dibutuhkan atau semakin besar dimensi rorak tersebut. Prediksi volume aliran permukaan dapat dilakukan dengan membuat skenario kejadian hujan dengan durasi 2, 3, 4 dan 5 jam. Berdasarkan penelitian Van Breen di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, lamanya durasi hujan terkonsentrasi

selama 4 jam dengan curah hujan sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam (Susilowati & Kusumastuti 2010). Pada penelitian ini, durasi hujan 2 jam dipilih untuk memperkecil resiko terlampauinya peluang banjir. Penetapan jumlah dan dimensi rorak menggunakan simulasi pada *Microsoft Excel* yang dilengkapi dengan *Visual Basic Application*.

Penentuan *Runoff* dan Nilai Kadar Air Tanah

Pengukuran kadar air tanah dilokasi penelitian dilakukan menggunakan sensor kadar air tanah 5TE dan EC-5 yang sudah dikalibrasi sebelumnya. Untuk memperoleh nilai kadar air tanah harian, pengukuran dilakukan tiap jam selama satu bulan. Hasil pembacaan sensor kemudian disimpan pada *data logger*. Pengukuran kadar air tanah diperlukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem penampungan dan peresapan aliran permukaan. Data kadar air tanah di lapangan diperlukan untuk validasi antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran di lapangan.

Proses kesetimbangan air di dalam zona perakaran tanaman ditunjukkan pada Gambar 2. Irigasi (*Irrigation, I*) dan curah hujan (*Presipitation, P*) merupakan air yang masuk ke dalam zona perakaran. Sebagian (*I*) dan (*P*) tersebut akan hilang melalui aliran permukaan (Q_{runoff} , *Qr*) dan perkolasi (*Deep Percolation, DP*) yang secara bertahap akan mengisi muka air tanah. Sebagian air tersebut juga akan bergerak ke atas karena *capillary force* (*Ground Water Capillary Force, GW*). Evapotranspirasi yang terjadi di permukaan tanah dan tanaman akan mengurangi air di zona perakaran.

Berdasarkan Gambar 2, kesetimbangan air tanah pada zona perakaran oleh Pereira dan Allen (1999) dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut.

$$\theta_i = \theta_{i-1} + \frac{[(P_i - Q_{r,i}) + I_{n,i} - ETc_i - DP_i + GW_i]}{1000 Zr_i} \quad (1)$$

Persamaan (1) (m^3/m^3) menunjukkan bahwa aliran permukaan (*Qr*) berpengaruh langsung terhadap ketersediaan air di dalam tanah. Aliran permukaan juga menjadi parameter yang paling dominan pengaruhnya terhadap kesetimbangan air.

Oleh karena itu, untuk mempertahankan agar kadar air tanah di sekitar perakaran selalu berada pada kisaran yang tersedia bagi tanaman, perlu upaya untuk mengurangi *Qr*.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi *Qr* yaitu dengan membuat lubang resapan atau rorak yang disertai saluran pengumpul untuk menghilangkan *runoff*. Tidak ada irigasi yang dilakukan di lahan perkebunan ini. Apabila rorak tersebut diasumsikan mampu menahan *runoff* secara keseluruhan, maka nilai *Qr* dan *GW* menjadi tidak ada (nol). Agar analisis hasil simulasi mendekati kondisi ideal dengan data hasil pengukuran di lapangan maka ditambahkan faktor koreksi untuk parameter hujan *a* dan evapotranspirasi *b*. Maka, Persamaan (1) menjadi persamaan berikut (Surdianto 2012).

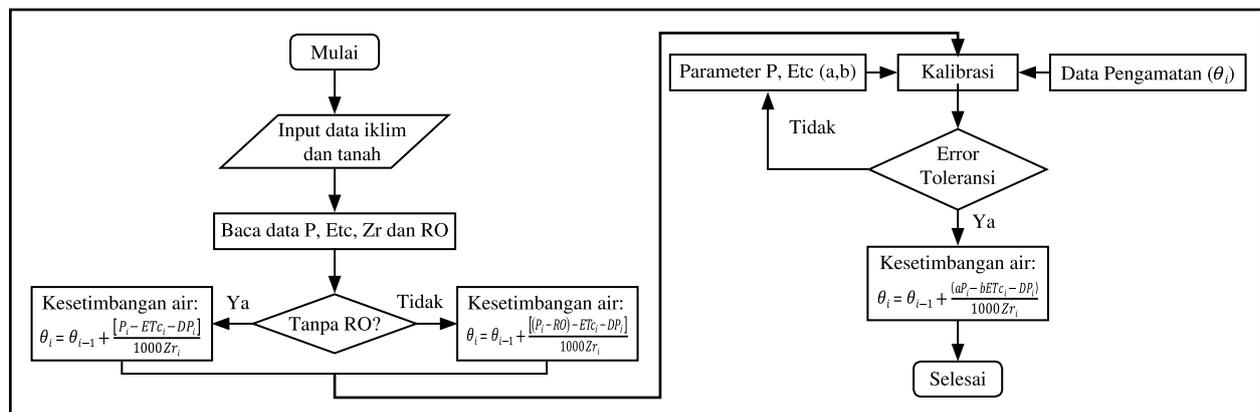
$$\theta_i = \theta_{i-1} + \frac{(aP_i - bETc_i - DP_i)}{1000 Zr_i} \quad (2)$$

Faktor koreksi hujan *a* dan evapotranspirasi *b* diperoleh dengan membandingkan data hasil simulasi dengan data observasi pada waktu yang sama. Minimalisasi terhadap deviasi dari model (*error*) dilakukan dengan menggunakan *solver* pada *Microsoft Excel 2007*. Untuk menghitung *runoff* yang terjadi di lokasi penelitian, digunakan metode *Soil Conservation Services* (SCS) dengan persamaannya adalah sebagai berikut.

$$RO = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (3)$$

$$S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \times 25.4 \quad (4)$$

Pada metode SCS, *runoff* (RO) dianggap nol apabila curah hujan (*P*) $\geq 0.2S$. *S* adalah perbedaan kondisi tanah dan tutupan lahan terhadap nilai *curve number* (CN). Jika curah hujan > 20% dari *S*, RO dihitung menggunakan persamaan berikut (USDA 1986). Metode ini sudah digunakan oleh beberapa peneliti (Reshma *et.al* 2010; Luxon & Pius 2013) tidak hanya di Amerika Serikat tetapi juga di negara lain karena memberikan hasil yang valid dan konsisten (Kumar & Rishi 2013).



Gambar 3. Diagram alir model analisis kesetimbangan air *dengan* dan *tanpa* aliran permukaan.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh secara tidak langsung berupa catatan maupun hasil penelitian dari pihak lain. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini yaitu data iklim berupa data curah hujan harian dan data temperatur selama 10 tahun terakhir (2004-2013).

Data primer diperoleh secara langsung melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Data primer yang digunakan adalah data curah hujan selama penelitian, sifat fisik tanah, laju infiltrasi lahan dan kadar air tanah. Data curah hujan harian selama penelitian diperoleh dengan menggunakan alat penakar curah hujan manual.

Data fisik tanah diperoleh dengan analisis laboratorium beberapa sampel tanah yang diambil padakedalaman 0-75 cm. Laju infiltrasi lahan diperoleh menggunakan *mini disk infiltrometer*. Alat ini mampu mengukur laju infiltrasi secara *on-site* sehingga tidak perlu mengukur infiltrasi di laboratorium. Untuk data kadar air tanah, diperoleh dari pembacaan sensor EC-5 dan 5TE yang dipasang pada kedalaman 0-25 cm dari permukaan tanah.

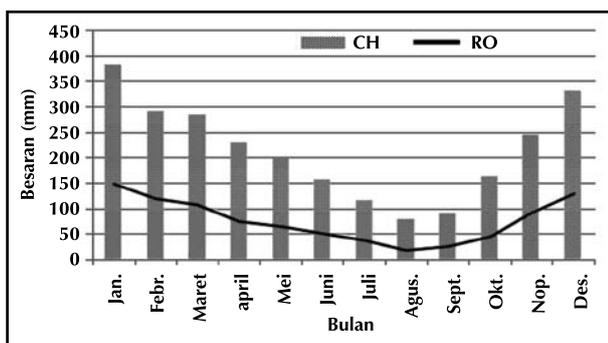
Analisis Data

Simulasi dilakukan secara harian dari tahun 2004 sampai dengan 2013 dan simulasi selama periode penelitian (1 November 2013 sampai 31 Mei 2014). Validasi model dilakukan dengan cara membandingkan kadar air tanah hasil pengukuran dengan hasil simulasi. Secara umum, prosedur simulasi ZROS disajikan pada Gambar 3.

Hasil dan Pembahasan

Potensi *Runoff* sebagai Sumber Air

Curah hujan yang jatuh di lokasi penelitian tidak seluruhnya dapat terinfiltrasi ke dalam tanah. Sebagian dari curah hujan tersebut mengalir di permukaan tanah dalam bentuk *runoff*. Besar *runoff* yang terjadi di lokasi penelitian dihitung menggunakan persamaan (3) dan (4). Hasil dari



Gambar 4. Distribusi *runoff* bulanan selama 10 tahun terakhir (2004-2013).

perhitungan limpasan permukaan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa *runoff* yang terjadi selama 10 tahun terakhir rata-rata berkisar antara 18-148 mm/bulan. *Runoff* yang terjadi cukup besar sehingga perlu penanganan agar *runoff* tersebut dapat dikurangi. Rata-rata, 35.26% dari curah hujan di lapangan tidak dapat dimanfaatkan dan menjadi *runoff*. *Runoff* tersebut apabila dikurangi dan diresapkan ke dalam tanah, maka manfaat yang diperoleh akan sangat bermanfaat bagi masyarakat, khususnya petani.

Gambar 4 memperlihatkan bahwa jumlah *runoff* yang terjadi berbanding lurus dengan curah hujan. Pada musim hujan antara bulan November sampai Maret, potensi *runoff* sangat tinggi. Apabila *runoff* ini dapat ditekan dan diresapkan ke dalam tanah, maka cadangan air pada musim kemarau (Mei sampai Oktober) diharapkan akan meningkat.

Pengembangan Bangunan Resapan

Pada penelitian ini, sistem penampungan dan peresapan air hujan yang dibuat adalah rorak yang disertai saluran pengumpul. Beberapa penelitian sudah dilakukan dan di beberapa negara (Yeasmin & Rahman 2013) menyebutkan bahwa konservasi air memanfaatkan air hujan sangat efektif dan efisien baik di musim hujan maupun di musim kemarau.

Dimensi dan jumlah rorak dibuat berdasarkan potensi limpasan permukaan yang terjadi di lapangan. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan rorak dan saluran pengumpul antara lain nilai koefisien rasional (*Rational Coefficient, C*), intensitas hujan maksimum (*Intensity, I*), luas lahan berpotensi *runoff* (*Area, A*) dan laju infiltrasi lahan.

Penentuan nilai koefisien rasional *C* dihitung menggunakan sistem komposit. Lokasi penelitian memiliki lima jenis tutupan lahan yang berbeda dengan luas lahan yang berbeda pula. Dengan sistem komposit, nilai *C* yang diperoleh lebih akurat dan representatif. Penentuan nilai *C* di lokasi penelitian berdasarkan jenis dan luas tutupan lahan disajikan pada Tabel 1.

Desain rorak dan saluran peresapan menggunakan curah hujan rencana (R_{24}) periode ulang 5 tahun dengan distribusi Gumbel. Distribusi Gumbel merupakan distribusi yang representatif dan mampu mewakili distribusi curah hujan di Indonesia. Beberapa penelitian menggunakan distribusi Gumbel dalam penentuan curah hujan rencana di Indonesia (Hamdani 2013). Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai R_{24} sebesar 111.08 mm/hari.

Pada perencanaan desain saluran, digunakan durasi hujan (*t*) sebesar 2 jam. Durasi hujan 2 jam dipilih karena pada durasi hujan tersebut, aliran permukaan berada pada kondisi maksimum. Susilowati dan Kusumastuti (2010) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa rata-rata durasi

Tabel 1. Penentuan nilai koefisien rasional C di lokasi penelitian.

No	Jenis Tutupan Lahan	Nilai C	Luas Lahan, A (m ²)	C*A
1	Pepohonan diselingi semak belukar	0.15	2,862	429
2	Rerumputan diselingi semak belukar	0.22	1,080	238
3	Lahan yang pakai paving block (masjid dan madrasah)	0.9	3,035	2,732
4	Lahan terbuka	0.5	1,198	599
5	Jalan setapak (tanah yang dipadatkan)	0.8	298	238
TOTAL		2.57	8,472	4,235
NILAI CN YANG DIGUNAKAN		0.500		

hujan di Indonesia sebesar 4 jam dengan curah hujan 90% terkonsentrasi dari jumlah hujan selama 24 jam. Namun, untuk keperluan desain sistem penampungan dan peresapan air hujan dipilih kemungkinan durasi hujan 2 jam untuk memperkecil resiko terlampauinya peluang terjadi banjir.

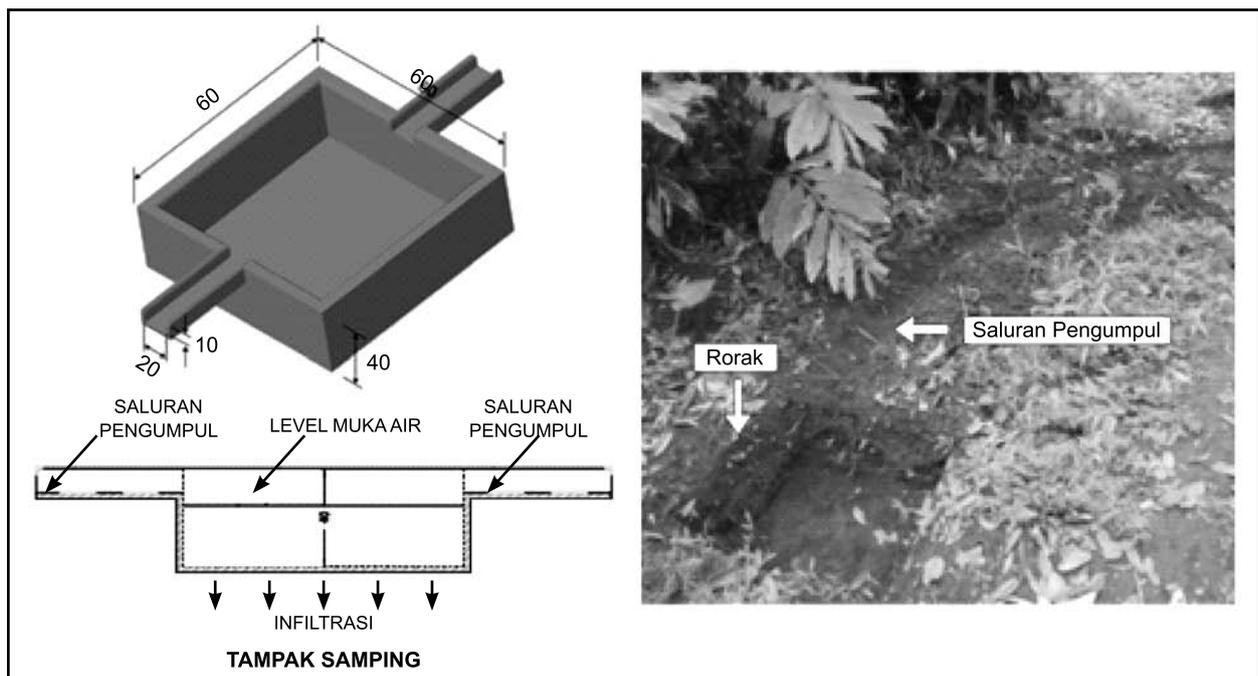
Hasil perhitungan *runoff* menggunakan metode rasional, diperoleh nilai limpasan permukaan sebesar 0.00064 m³/dt. Untuk menghilangkan *runoff* sebesar 0.00064 m³/dt di lokasi penelitian, dibangun 2 buah rorak utama berdimensi 100 x 100 x 40 cm. Kedua buah rorak utama ini diletakkan di hulu lokasi penelitian. Kemudian, untuk menopang kinerja rorak utama, diperlukan rorak tambahan sebanyak 10 buah dengan dimensi panjang, lebar dan kedalaman berturut turut sebesar 60 x 60 x 40 cm serta saluran pengumpul dengan lebar 20 cm dan kedalaman 10 cm Rancangan rorak dan saluran pengumpul serta realisasi di lapangan disajikan pada Gambar 5.

Rorak dan saluran pengumpul diletakkan secara menyebar di lokasi penelitian dan tidak tergantung oleh jarak antar rorak. Rorak utama diletakkan di

bagian hulu sedangkan rorak tambahan diletakkan di bagian tengah sampai hilir. Seluruh badan rorak terbuat dari tanah agar dapat meresapkan air ke dalam tanah. Pada dasar rorak, boleh ditambahkan serasah agar dapat menambah daya serap tanah. Untuk saluran pengumpul, dibuat searah kontur dan menghubungkan rorak satu dengan rorak lainnya. Pemetaan rorak dan saluran pengumpul disajikan pada Gambar 6.

Model Analisis Kesetimbangan Air Sebelum dan Sesudah Penerapan ZROS

Terdapat dua simulasi yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu simulasi sebelum dan sesudah penerapan ZROS. Simulasi setelah penerapan ZROS merupakan simulasi kesetimbangan air pada ZROS apabila ada sistem penampungan dan peresapan air hujan. Artinya, pada kondisi ini, curah hujan yang jatuh di lapangan diasumsikan seluruhnya dapat diresapkan sehingga *runoff* menjadi tidak ada atau nol. Simulasi sebelum penerapan ZROS merupakan simulasi kesetimbangan air pada ZROS apabila tidak ada sistem penampungan dan peresapan air



Gambar 5. Desain bangunan resapan (rorak dan saluran pengumpul).

hujan. Artinya, pada kondisi ini curah hujan yang jatuh tidak dapat dimanfaatkan dan terbuang dalam bentuk *runoff*. Perubahan nilai kadar air tanah harian selama penelitian pada kedalaman 0-25 cm dari hasil simulasi disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 7.

Gambar 7 menunjukkan bahwa perubahan nilai kadar air tanah hasil simulasi secara grafis tidak menunjukkan pola yang serupa dengan pola curah hujan. Besar kecilnya curah hujan yang jatuh tidak banyak berpengaruh terhadap perubahan kadar air tanah. Faktor utama yang mempengaruhi perubahan kadar air tanah tersebut adalah kondisi awal kadar air tanah tersebut sebelum hujan. Apabila tanah dalam keadaan jenuh kemudian terjadi hujan, maka tidak terjadi perubahan kadar air tanah.

Melalui simulasi ini, perubahan kadar air tanah dapat diketahui secara harian. Simulasi ini juga memperlihatkan bahwa perubahan kadar air tanah sebelum ZROS diterapkan sangat fluktuatif. Penurunan perubahan kadar air tanah selama periode penelitian berkisar -0.01 sampai -0.024 m³/m³. Hal ini menunjukkan bahwa proses kehilangan kadar air tanah di lokasi penelitian sangat cepat.

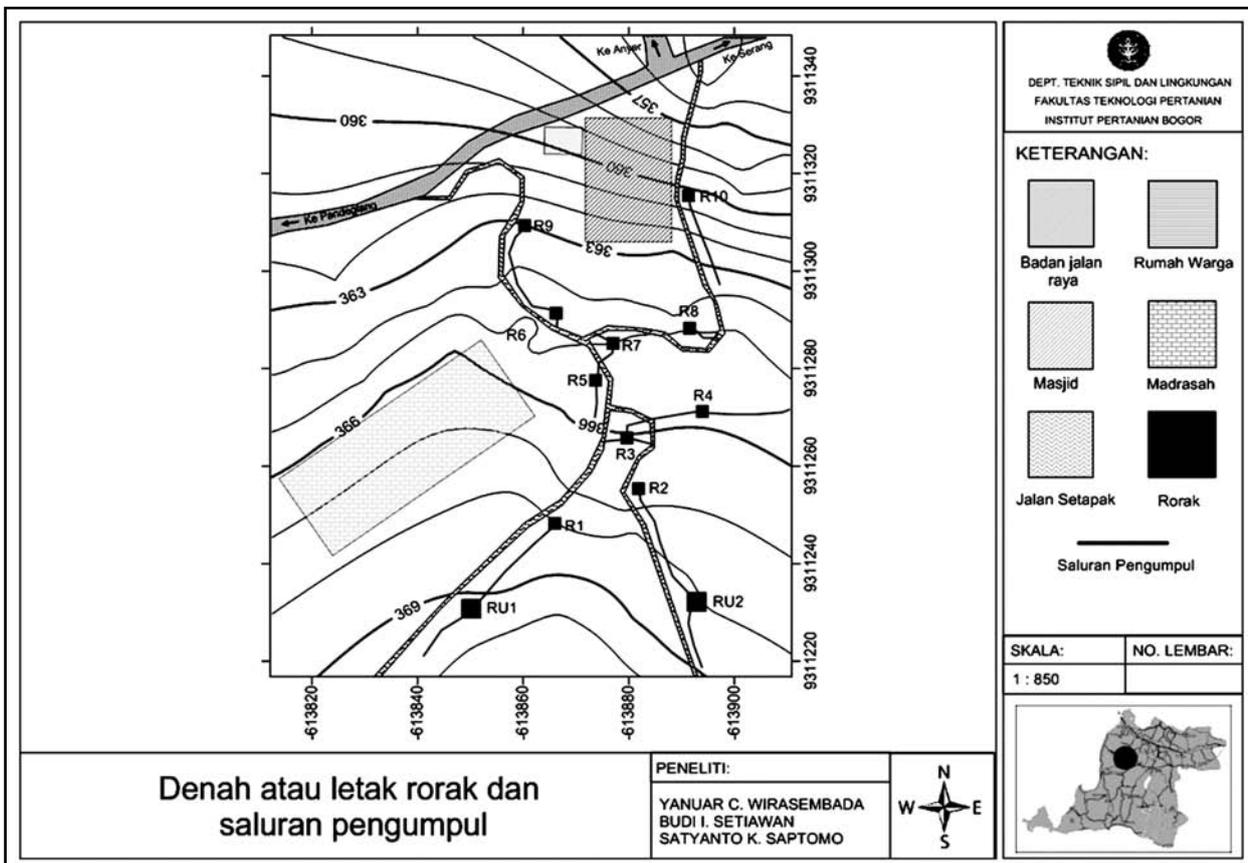
Gambar 7 juga menunjukkan bahwa nilai kadar air tanah hasil pengukuran dan model secara grafis tidak menunjukkan pola curah hujan. Perbedaan yang terlihat yaitu pada simulasi setelah ZROS diterapkan, perubahan kadar air tanah tidak terlihat fluktuatif dan relatif konstan. Hal tersebut terlihat

dari kurva perubahan kadar air tanah sebagian berada pada kondisi konstan di titik nol. Penurunan kadar air tanah selama periode penelitian juga tidak terlalu besar, yaitu berkisar -0.001 sampai -0.009 m³/m³. Hal ini menunjukkan bahwa proses kehilangan kadar air tanah relatif lambat akibat adanya tambahan cadangan air tanah dari *runoff* yang berhasil diresapkan. Dengan diterapkan ZROS, berdasarkan hasil perhitungan kadar air tanah di lokasi penelitian rata-rata naik sebesar 25.57% selama periode penelitian.

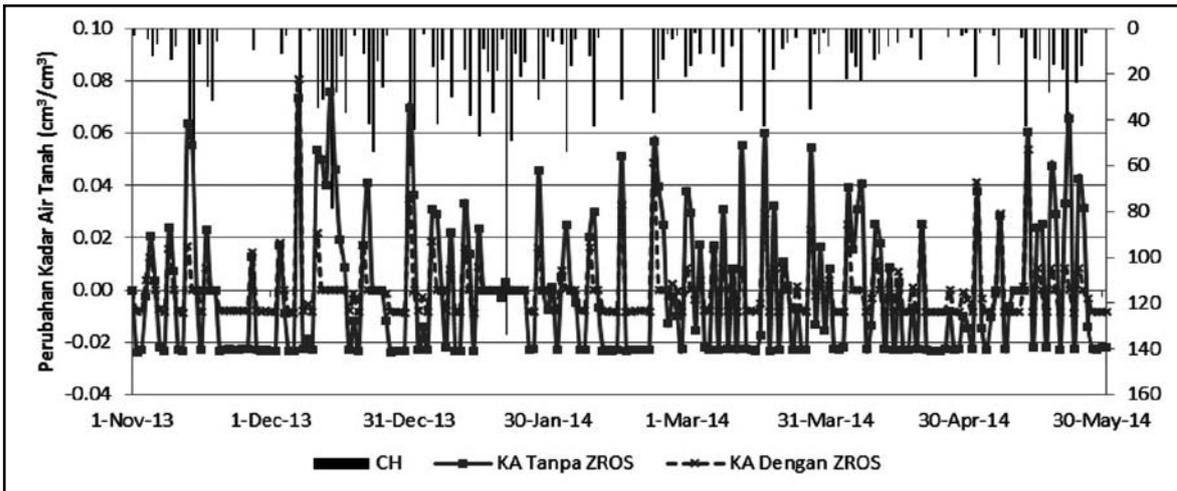
Efektivitas ZROS

Penentuan efektivitas dilakukan dengan cara membandingkan data curah hujan dan jumlah *runoff* yang mampu diserapkan oleh ZROS. Untuk mendapatkan data jumlah *runoff* yang mampu diserap oleh ZROS, diperlukan data kadar air tanah harian di lokasi penelitian. Pengukuran kadar air tanah dilakukan selama satu bulan, yaitu dari tanggal 30 Mei sampai dengan 30 Juni 2014. Perbandingan data perubahan kadar air tanah hasil pengukuran dan hasil simulasi disajikan pada Gambar 8.

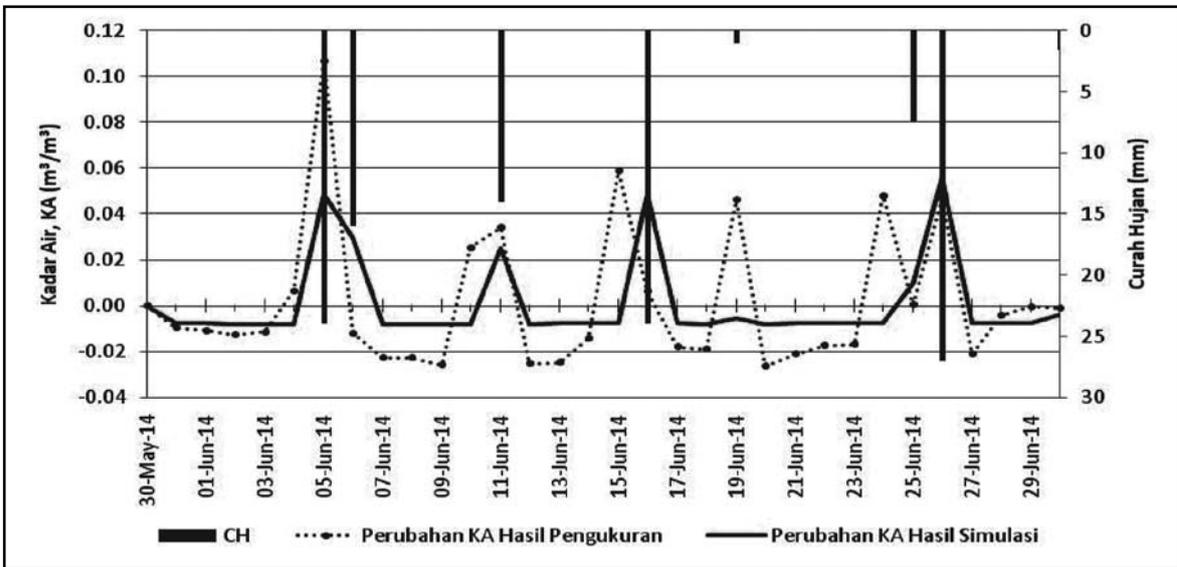
Perbandingan perubahan kadar air tanah hasil pengukuran dan hasil simulasi di lokasi penelitian yang disajikan pada Gambar 8 masih belum mampu memberikan informasi berapa jumlah *runoff* yang mampu dikurangi oleh ZROS. Oleh karena itu, perubahan kadar air tanah diasumsikan seluruhnya menyebar ke lahandalam bentuk perubahan



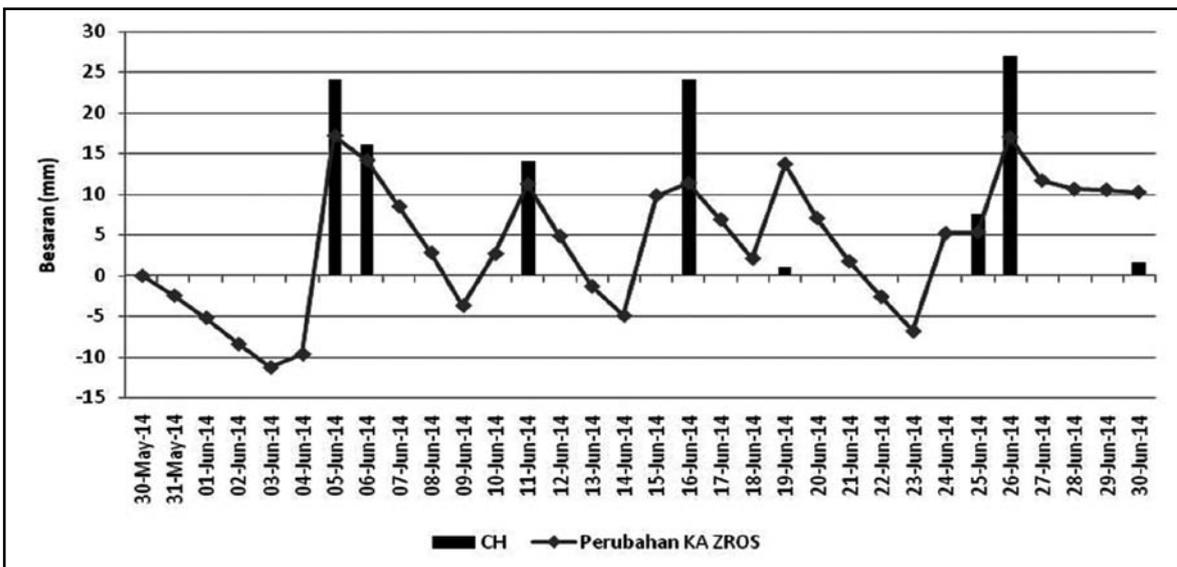
Gambar 6. Layout rovak dan saluran pengumpul di lokasi penelitian.



Gambar 7. Perubahan kadar air tanah *dengan* dan *tanpa* ZROS selama penelitian.



Gambar 8. Perbandingan perubahan kadar air tanah hasil pengukuran dan hasil simulasi.



Gambar 9. Perubahan kadar air tanah terhadap curah hujan setelah ZROS diterapkan.

kadar air tanah dengan satuan yang ekuivalen terhadap curah hujan. Dengan cara tersebut, dapat diketahui jumlah *runoff* yang mampu diresapkan oleh ZROS. Gambar 9 menampilkan *runoff* yang mampu diresapkan oleh ZROS selama periode pengukuran.

Gambar 9 menunjukkan perubahan kadar air tanah mengikuti pola curah hujan. Jumlah *runoff* yang mampu diresapkan ke dalam tanah dengan perubahan kadar air tanah di lokasi penelitian. Kadar air tanah diubah menjadi satuan yang ekuivalen dengan curah hujan (mm) dengan cara mengalikan nilai kadar air tanah dengan kedalaman pengamatan di lapangan, sebesar 25 cm. Selama satu bulan periode pengukuran, terjadi 8 hari hujan dengan total curah hujan sebesar 115 mm. Dengan adanya ZROS, 51.04% atau 76.2 mm dari total curah hujan mampu diresapkan ke dalam tanah. Curah hujan yang mampu diresapkan tersebut diasumsikan menyebar secara merata di seluruh rorak. Penerapan ZROS dengan menggunakan bangunan resapan berupa rorak yang dibangun memotong kontur ternyata mampu mengurangi hampir setengah dari total curah hujan. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan ZROS di lokasi penelitian mampu menaikkan kadar air tanah dengan cara menahan dan meresapkan *runoff* ke dalam tanah.

Simpulan

Konsep *Zero Runoff System* (ZROS) telah diujicobakan di lahan perkebunan non irigasi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa ZROS mampu menaikkan kadar air tanah yang berasal dari volume air limpasan yang tertampung di rorak. Hal ini terlihat dari perubahan kadar air tanah di lokasi penelitian setelah diterapkan ZROS. Penurunan perubahan kadar air tanah berada pada level -0.001 sampai -0.009 m^3/m^3 setelah diterapkan ZROS sedangkan sebelum ZROS sebesar -0.01 sampai -0.024 m^3/m^3 . ZROS juga mampu meningkatkan kadar air tanah di lokasi penelitian sebesar 25.57%. Kenaikan kadar air tanah ini didasarkan pada kemampuan ZROS yang mampu menampung dan meresapkan 51.04% dari curah hujan yang terjadi selama periode pengukuran dengan asumsi seluruh air yang tertampung menyebar secara merata di seluruh lahan

Daftar Pustaka

- Hamdani, A. 2013. Analisis wilayah rawan banjir dan genangan DAS Citarum Hulu berdasarkan aplikasi model hidrodinamika dan Sistem Informasi Geografis. [thesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kumar, A., P.S.Rajpoot. 2013. Assesment of hydro-environmental loss as surface *runoff* using CN method of Pahuj River Basin Datia, India. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 3(4): 324-329
- Kumar, P.S., H. Rishi. 2013. Simulation of rainfall runoff using SCS and RRL (Case Study Tadepalli Mandal). *International Journal of Engineering Research and General Science*. 1(1): 1-11
- Luxon, N., C. Pius. 2013. Validation of the rainfall-runoff SCS-CN model in a catchment with limited measured data in Zimbabwe. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*. 5(6): 295-303
- Pereira LS, Allen RG. 1999. Irrigation and Drainage. In: van Lier HN, Pereira LS, Steiner FR. (Editors). CIGR Handbook of Agricultural Engineering Vol.I Land & Water Engineering. American Society of Agricultural Engineering. Chapter 5.
- Reshma, T., P.S. Kumar, R.K. Babu, K.S.Kumar. 2010. Simulation of Runoff in Watershed Using SCS-CN and Muskingum-Cunge Methods Using Remote Sensing and Geographical Information Systems. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 25: 3-42
- Surdianto, Y. 2012. Analisis Kecukupan Air di Kebun Belimbing Manis. [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Susilowati, D.I. Kusumastuti. 2010. Analisa karakteristik curah hujan dan kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Provinsi Lampung. *Jurnal Rekayasa* 14(1): 47-52
- [USDA] United States Departement of Agriculture (US). 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds. Department of Agriculture, United States.
- Yeasmin, S., K.F. Rahman. 2013. Potential of rainwater harvesting in Dhaka City: An Empirical Study. *ASA University Review*. 7(1): 143-150