

## MANAGEMEN SUMBERDAYA AIR EMBUNG UNTUK MENUNJANG KETAHANAN PANGAN DI PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

**W. Widiyono<sup>1)</sup> & B. Lidon<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Puslit Biologi – LIPI

JL. Raya Jakarta-Bogor, Km. 46

<sup>2)</sup>CIRAD-Jakarta

Email : wahyu\_widiyono@yahoo.com

### ABSTRAK

Managemen sumberdaya air embung secara terpadu meliputi managemen daerah tangkapan air (DTA) (*watershed*), cadangan air (*water storage*) dan pemanfaatan air (*water management*). Untuk menunjang ketahanan pangan masyarakat di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) managemen pemanfaatan air melalui budidaya pertanian secara hemat air perlu dilakukan. Pendekatan (metode) budidaya pertanian secara hemat air terkait dengan kondisi tanah dan iklim kering di NTT, meliputi: (1) pemilihan jenis tanaman yang tepat untuk mengetahui kedalaman perakaran, fase pertumbuhan dan koefisien tanaman; (2) jenis tanah untuk mengetahui air tersedia total dan air tersedia yang dapat digunakan tanaman (TAW dan RAW); dan (3) kondisi iklim untuk mengetahui evapo-transpirasi potensial (Eto). Jagung sebagai tanaman pangan utama masyarakat pedesaan di NTT, umumnya dibudidayakan pada musim hujan (November-Februari). Sepanjang musim kemarau (Maret-Oktober) jagung dapat dibudidayakan menggunakan air embung dengan pendekatan irigasi terbatas berdasarkan kebutuhan air tanaman sehingga produktivitas dan luasan area dapat tercapai secara optimal.

**Kata Kunci :** embung, managemen air, jagung, ketahanan pangan, irigasi terbatas.

### ABSTRACT

*Integrated management of embung water resource, consisted of: the watershed, water storage and water utilization management. To support food strengthening of people in the East Nusa Tenggara (ENT) Province, the increasing of water use management by application of water use efficiency in agricultural practice is very needed to apply. The approach (methodology) of agriculture water use efficiency related to the soil and climate condition in ENT, i.e.: (1) selected appropriately of crop to understand root zone and plant coefficient; (2) soil type to understand total and readily available water (TAW and RAW); and (3) climate condition to understand potential evapo-transpiration (ETo). Corn (*Zea mays L.*) as the main food crop of people particularly in the village area of ENT generally was cultivated in the rainy season (November-February). During in the dry season (November-February) it can be cultivated by using limited irrigation of embung based on plant water requirement in order to achieve productivity and land acreage optimally.*

**Key Words:** embung, water management, corn, food strengthening, limited irrigation.

### PENDAHULUAN

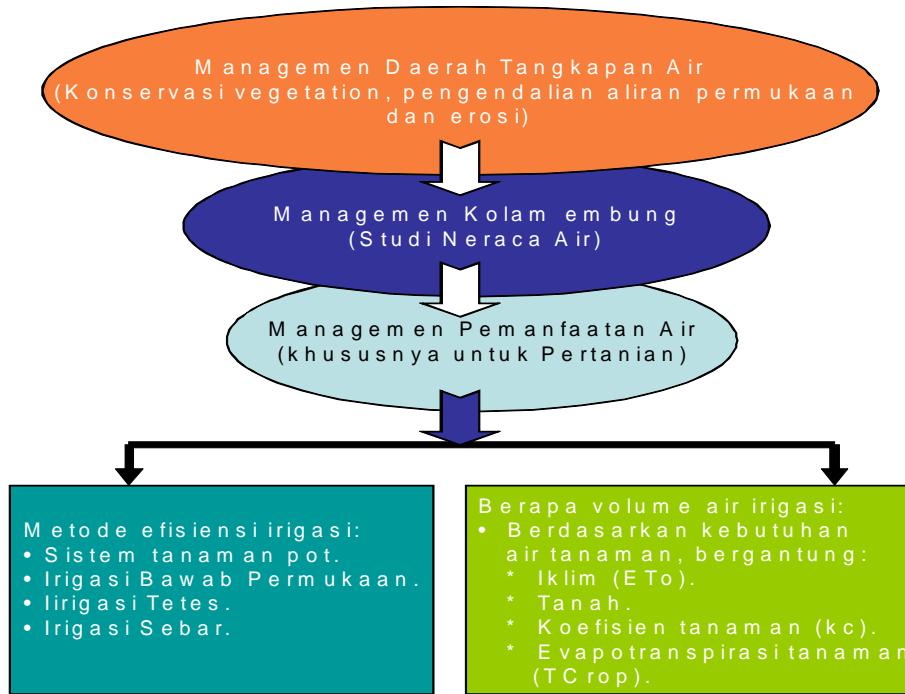
Embung merupakan salah satu sistem penampungan air buatan untuk mengantisipasi keterbatasan air di Nusa Tenggara Timur (NTT). Untuk menunjang ketahanan pangan di NTT perlu dilakukan managemen sumberdaya air embung secara terpadu yang meliputi managemen daerah tangkapan air (DTA), managemen

kolam embung dan managemen pemanfaatan air embung. Hal ini mengingat embung merupakan sumber perairan darat buatan yang pembangunan dan pemeliharaannya menggunakan sistem eko-hidrologi mulai dari bagian hulu, tengah hingga ke hilir (Gambar 1).

Prinsip-prinsip eko-hidrologi telah dilakukan sejak awal pembangunan embung, yakni survei, penelaahan dan disain, operasional pembangunan, serta pemanfaatan dan pemeliharaannya. Untuk pembangunan embung di NTT diperlukan pengetahuan yang tepat tentang: (1) kondisi bio-fisik DTA meliputi vegetasi, tataguna lahan, tipe tanah, kelerengan, iklim khususnya curah hujan, jaringan hidrologi dan luas DTA; (2) kondisi sosial masyarakat termasuk jarak calon lokasi embung terhadap perkampungan penduduk (calon pemakai air embung), kepemilikan lahan, jumlah penduduk, jumlah ternak dan luas lahan (Widiyono, 2010).

Implementasi ekohidrologi sebagai pengetahuan untuk menangani permasalahan yang bersifat transdisiplin (*transdiciplin problem solving*) harus mempertimbangkan proses-proses hidrologis secara harmonis dengan dinamika ekosistem dan kebutuhan masyarakat (Zalewski *et al.*, 2009). Aplikasi prinsip-prinsip ekohidrologi sebagai bagian dari managemen sumberdaya air secara terpadu (*integrated water resources management*) berperanan besar sebagai pengendali dampak kegiatan masyarakat di DTA (Wagner *et al.*, 2009).

Pada prinsipnya managemen DAT meliputi berbagai upaya yang dimulai dari riset hingga aplikasi tentang vegetasi dan tataguna lahan dalam kaitannya dengan aliran permukaan dan erosi. Hal ini seperti diketahui, bahwa vegetasi yang meliputi penutup tanah lapisan bawah berupa rumput-rumputan, lapisan tengah berupa semak belukar dan lapisan atas berupa pohon-pohon merupakan pengendali dan pelindung efektif terhadap aliran permukaan dan erosi. Mengingat peranan tutupan vegetasi dan tataguna lahan dalam siklus eko-hidrologi sangat vital (hujan, aliran batang, evapotranspirasi, perkolasi, aliran permukaan dan erosi) maka pengelolaan DTA melalui konservasi vegetatif tidak dapat dihindarkan.



**Gambar 1.** Diagram managemen sumberdaya air embung meliputi DTA, kolam embung dan pemanfaatan air

Managemen kolam embung (*water storage*) sesuai dengan posisi dam air yang terletak di bagian tengah (antara hulu dan hilir) maka analisis terutama ditujukan untuk mengetahui suplai aliran permukaan dan dampak erosi terhadap sedimentasi. Mengingat embung merupakan sistem panen hujan dan aliran permukaan, dan bahkan aliran permukaan merupakan pemasok utama sumber air embung maka dampak erosi terhadap sedimentasi sangat tinggi. Analisis neraca air embung merupakan pendekatan yang tepat untuk mengetahui ketersediaan air embung berdasarkan faktor input curah hujan dan aliran permukaan, kehilangan air (*water lost*) melalui evaporasi dan perkolasi serta air pembuangan (*spillway*) demikian pula faktor output air untuk dimanfaatkan. Melalui analisis neraca air dapat diketahui kondisi ketersediaan air embung sepanjang tahun.

Sebagai kelanjutan dan rangkaian terakhir dari managemen DTA dan kolam embung, managemen pemanfaatan air embung perlu dilakukan secara tepat agar sasaran pembangunan dapat tercapai, yakni memenuhi kebutuhan untuk konsumsi rumah tangga, pemeliharaan ternak dan irigasi tanaman budidaya. Mengingat

ketersediaan air terbatas, kondisi iklim kering dengan evapotranspirasi tinggi, lahan marginal dan bahkan berbatu-batu maka untuk pengembangan tanaman budidaya perlu dilakukan dengan sistem pertanian secara hemat air. Sistem pertanian hemat air pada prinsipnya terkait faktor teknis pemberian air (sistem pot, irigasi bawah permukaan, irigasi tetes dan irigasi sebar) dan volume pemberian air berdasarkan pada faktor tanah, iklim, koefisien tanaman dan evapotranspirasi tanaman.

Untuk memperkuat ketahanan pangan masyarakat, jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman pokok yang terus dikembangkan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Jagung umumnya dibudidayakan oleh masyarakat pada musim hujan (November-Februari). Sepanjang musim kemarau (Maret-Oktober) jagung dapat dibudidayakan menggunakan air embung, apabila dilakukan dengan pendekatan irigasi terbatas berdasarkan kebutuhan air tanaman sehingga produktivitas dan luasan area dapat tercapai secara optimal.

Untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan air embung sebagai air irigasi, perlu dilakukan penyiraman tanaman berdasarkan kebutuhan air tanaman sesuai dengan fase pertumbuhannya. Kebutuhan air tanaman (*Crop Water Requirement/CWR*) ialah ketebalan volume air (*water depth*) yang diperlukan untuk mengganti kehilangan air yang disebabkan oleh evapotranspirasi tanaman budidaya (*Crop Evapotranspiration/ETcrop*). Untuk mengetahui *ETcrop*, perlu dipertimbangkan tiga faktor, yaitu iklim, karakteristik tanaman dan lingkungan (Doorenbos & Pruitt, 1984; Allen *et al.*, 1990).

Perancangan irigasi yang sesuai, managemen irigasi yang baik dan penjadwalannya merupakan kunci untuk meningkatkan produksi pertanian secara lestari. Jadwal irigasi sesuai dengan keperluan air tanaman (*crops water need*) akan mengurangi resiko kekurangan maupun kelebihan air. Hal ini akan bermanfaat mengurangi kegagalan panen dan pemborosan (*leaching*) pupuk di sekitar area perakaran, dan lebih menguntungkan petani. Pendekatan ini merupakan viabilitas berjangka panjang dari sistem yang efisien dan lestari untuk industri irigasi pertanian. Data iklim dan tanah dapat digunakan untuk menduga kebutuhan air tanaman dan managemen irigasi.

Metode pengukuran kadar air meliputi beberapa tahap untuk menduga kandungan kadar air tanah menggunakan data iklim. Apabila kandungan kadar air

tanah diketahui pada waktu tertentu maka kadar air tanah dikemudian hari akan dapat diduga dengan menambahkan masukan air (melalui air hujan efektif/atau irigasi) dan kehilangan air melalui runoff, perkolasasi yang cepat dan evapotranspirasi tanaman/Etc) sepanjang periode defisit air. Mengetahui secara pasti nerana air harian (*daily water balance*) merupakan prosedure yang sederhana, tetapi harus dilengkapi dengan data setiap hari. Irigasi air yang cukup untuk mempertahankan kandungan kadar air tanah optimum untuk pertumbuhan tanaman, diberikan segera setelah diketahui terjadi akumulasi defisit air melampaui nilai volume air yang harus diaplikasikan (Qasim & Ashcroft, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan pentingnya managemen sumberdaya air embung secara terpadu sebagai satu rangkaian dari hulu, tengah hingga ke hilir sebagai sarana untuk menunjang ketahanan pangan masyarakat melalui pengembangan tanaman budidaya secara hemat air.

## **METODE PENDEKATAN**

Penelitian managemen sumberdaya air dan peninjauan embung-embung dilaksanakan pada empat kabupaten di Pulau Timor-NTT, hal ini mengingat 60% penyebaran embung berada di Pulau Timor. Penelitian dan peninjauan di laksanakan pada embung Desa Oemasi, Oelomin dan Oeltua-Kupang; embung Desa Bu'at (Timor Tengah Selatan/TTS), embung Desa Benkoko dan Sasi (Timor Tengah Utara/TTS) dan Embung Leosama serta embung Sirani-Haliwen di Belu). Penelitian dilaksanakan pada tahun 2005/2006 dan peninjauan dilaksanakan dua kali setiap tahun (2007-2010), peninjauan terakhir ke embung Oemasi-Kupang, dan embung Leosama serta Sirani-Haliwen di Belu, dilaksanakan pada bulan April 2011.

Metode penelitian managemen DTA dilaksanakan melalui survei, inventarisasi kondisi ekologis dan pemetaan melalui *geographic information system/GIS*. Untuk pendugaan laju aliran permukaan dan erosi dibuat plot percobaan pada masing-masing tipe vegetasi.

Metode penelitian managemen cadangan air pada kolam embung dilaksanakan melalui analisis neraca air embung, meliputi (1) pemetaan profil untuk mengetahui kapasitas tumpang sesuai kedalaman; (2) pengamatan data iklim secara harian (curah hujan, suhu, kelembapan dan kecepatan angin); (3) analisis infiltrasi

dan perkolas; (4) pengeluaran air melalui saluran pembuangan (*spillway*); dan (4) pengamatan pemanfaatan air untuk konsumsi rumah tangga, ternak dan pertanian.

Metode penelitian managemen pemanfaatan air untuk pertanian, pada prinsipnya merupakan analisis kebutuhan air tanaman (*Crop Water Requirement/CWR*) untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan air, sebagai berikut:

a. Evapotranspirasi potensial (Eto).

- Kumpulkan data iklim dan data tanaman setempat.
- Berdasarkan data iklim tersebut tentukan metode analisis untuk mengetahui Eto.
- Hitunglah data Eto setiap 10 harian atau 30 harian berdasarkan analisis ET0 yang sudah diketahui.
- Analisi juga besaran dan frekuensi data Eto yang ekstrem sepanjang periode data yang dianalisis tersebut.

Untuk analisis evapotranspirasi potensial (Eto) dapat dilakukan dengan metode Blaney-Criddle, Radiasi, Penman dan Panci Evaporasi Penman, bergantung pada data yang tersedia.

b. Koefisien tanaman (kc)

- Pilihlah pola tanam dan tentukan waktu tanam atau waktu menebar benih, lama periode umur penanaman, saat fase pertumbuhan dan perkembangan.
- Pilihlah kc dari tanaman dan tanah pertumbuhan tanaman berdasarkan kondisi iklim setempat dan siapkanlah kurva koefisien tanaman.

Etcrop setiap 10 atau 30 harian, dapat diketahui dari:  $Etcrop = kc \cdot Eto$ .

Untuk mengetahui karakteristik tanaman terhadap kebutuhan air tanaman (CWR), dapat dilihat Grafik hubungan antara Eto dan Etcrop pada berbagai jenis tanaman.

c. Faktor kondisi kebiasaan lokal yang mempengaruhi CWR.

- Tentukan pengaruh iklim variasinya sepanjang waktu dan area budidaya.
- Evaluasi pengaruh ketersediaan air tanah, kondisi pertanian dan praktik irigasi.
- Perimbangkan antara Etcrop dan tingkat produksi tanaman.

Etcrop ialah akumulasi nilai transpirasi tanaman dan evaporasi tanah di sekitar tanaman. Pada saat tanah tertutup penuh tanaman, nilai evaporasi dapat diabaikan. Evaporasi dipertimbangkan hanya saat awal tanam dan awal pertumbuhan.

‘ Variasi nilai Etcrop yang amat lebar antara berbagai kelompok tanaman, terutama disebabkan oleh ketahanan tanaman terhadap transpirasi dari masing-masing tanaman, seperti penutupan stomata sepanjang hari oleh tanaman nanas dan daun yang berlilin pada tanaman jeruk. Juga disebabkan oleh faktor tinggi tanaman, kekasaran tekstur tanaman, refleksi terhadap sinar matahari, dan penutupan terhadap permukaan tanah.

Pada kondisi evaporasi yang tinggi, saat cuaca panas, angin kencang dan kelembapan tanah rendah, nilai Eto dapat mencapai 12 hingga 14 mm per hari dan nilai Etcrop dapat mencapai 15 hingga 17 mm per hari; hal ini dapat terjadi khususnya pada areal yang sempit di daerah beriklim kering yang amat dipengaruhi oleh kondisi angin. Bahkan pada kondisi tersebut tanaman mual layu; seperti contohnya tanaman tebu (sugarbeets) nilai Etcrop-nya benar-benar berada di bawah nilai Eto.

Nilai koefisien tanaman (kc) berbagai jenis tanaman berbeda-beda. Pada tanaman budidaya dan sayuran dapat dibagi empat bagian, yakni tahap awal, tahap perkembangan, tahap tengah musim dan tahap akhir musim. Tahap-tahap untuk menentukan nilai kc pada setiap tahap pada periode pertumbuhan adalah: (1). Tentukan tanggal tanaman budidaya, berdasarkan informasi dari masyarakat lokal, dan pertimbangan iklim setempat; (2). Tentukan total musim tanam dan panjang fase pertumbuhan berdasarkan informasi masyarakat lokal.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Managemen Daerah Tangkapan Air**

Hasil survei dan peninjauan pada embung-embung di Pulau Timor, dapat disampaikan bahwa permasalahan utama DTA embung ialah kondisi tutupan vegetasi yang sangat rendah hingga hampir gundul (Gambar 2). Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain: (1) kondisi iklim kering sehingga mengakibatkan hanya beberapa jenis tanaman yang mampu tumbuh dalam keadaan cekaman air; (2)

kondisi tanah yang didominasi oleh tanah liat berbahan induk batuan kapur yang bercampur dengan batu karang sehingga sangat menyulitkan pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman; (3) kondisi sosial budaya masyarakat peternak dengan sistem pemeliharaan sapi dengana melepas (tidak dikandangkan) sehingga ‘merusak’ anakan atau bibit tanaman penghijauan (memakan dan atau menginjak); (4) kebakaran api baik disengaja maupun tidak. Keempat faktor yang telah disinyalir oleh Ormeling (1955) tersebut hingga saat ini masih menjadi kendala utama managemen DTA embung di NTT.

Ekosistem savana dengan kondisi tutupan vegetasi dan tataguna lahan yang ‘terbuka’ tersebut berdampak negatif terhadap tingginya laju aliran permukaan dan sekaligus erosi ke dalam embung serta ancaman serius terhadap sedimentasi embung, seperti hasil penelitian pada embung Oemasi-Kupang dan Leosama-Belu (Widiyono *et al.*, 2006).



**Gambar 2.** Kondisi embung-embung pada empat Kabupaten di Pulau Timor-NTT: Kupang, Timor Tengah Selatan (TTS), Timor Tengah Utara (TTU) dan Belu, tahun 2005-2011

## Managemen Kolam Embung

Hasil analisis neraca air embung Oemasi-Kupang dan peninjauan kondisi ketersediaan air pada musim penghujan dan musim kemarau, diketahui bahwa air embung berada pada kedalaman maksimal (9 m) pada musim penghujan, bulan November-Februari. Selanjutnya pada bulan Maret-Oktober air embung terus menurun hingga kedalaman minimal (6 m), karena pemakaian terus menerus, sementara pemasokan air hujan dan aliran permukaan terhenti (Gambar 3 dan Widiyono *et al.*, 2005). Kondisi tersebut berlangsung dalam cuaca ‘normal’, tahun 1992-2009. Dalam kondisi perubahan cuaca yang terjadi tahun 2010-2011, yakni bertambah panjang dan bergesernya periode musim penghujan, berdampak positif pada kedalaman embung maksimum masih terjadi pada saat kunjungan penulis pada bulan April 2011.

Informasi ketersediaan air embung berdasarkan analisis neraca air tersebut sangat penting untuk perencanaan kegiatan dan pengembangan tanaman budidaya, baik tanaman pokok (jagung) maupun tanaman sayuran (cabai, terong, tomat, kacang panjang dan buncis), seperti yang telah dipraktekkan oleh petani pada embung Oemasi-Kupang.



**Gambar 3.** Kondisi ketersediaan air embung maksimal pada musim penghujan (a) dan menyusut pada musim kemarau (b).

## Managemen Pemanfaatan Air

Managemen pemanfaatan air embung meliputi pemanfaatan air untuk konsumsi rumah tangga, pemeliharaan ternak dan pertanian. Melalui managemen pemanfaatan air secara tepat maka ketiga kebutuhan utama tersebut dapat terpenuhi.

Pemanfaaan air untuk pengembangan tanaman budidaya, perlu dilakukan sesuai kebutuhan air tanaman (*Crop water requireent/CWR*) dengan tahap-tahap sebagai berikut (Allen *et al.*, 1990).

### **Analisis Kebutuhan Air Tanaman Jagung**

Pada tahap awal pertumbuhan tanaman dibuat grafik antara frekuensi irigasi, nilai Eto dan nilai  $k_c$ , dan diperkirakan frekuensi irigasi atau frekuensi hujan (misalnya 7 hari sekali). Kemudian ditentukan nilai Eto (misalnya 8,4 mm per hari) dan  $k_c$  (misalnya 0,35), selanjutnya dibuat plot (gambar) nilai  $k_c$ ;

Pada tahap pertengahan musim, ditentukan nilai  $k_c$ , dan dibuat garis lurus, berdasarkan pertimbangan kondisi iklim (kelembapan dan angin); Pada tahap akhir musim, saat tanaman masak penuh (atau hampir panen), ditentukan nilai  $k_c$ , dan dibuat garis lurus; Pada tahap perkembangan, diasumsikan dimulai dari setelah pertumbuhan awal berakhir hingga pertengahan musim.

### **Ketebalan Air Irigasi dan Frekuensi Irigasi**

Jumlah volume air yang dialirkan ke lahan budidaya bergantung pada kedalaman irigasi (*water depth*) dan interval irigasi (*water interval*). Data ini dapat diperoleh dari neraca air tanah dan juga terutama oleh: i) Total air tersedia ( $S_a$ ), ii) Fraksi air tanah tersedia untuk pertumbuhan tanaman secara optimal; dan iii) Kedalaman akar ( $D$ ).

Rumusan total air tersedia adalah:

$S_a = S_{fc} - S_w$ , yang mana

$S_a$  : Total air tanah tersedia

$S_{fc}$  : Kandungan air tanah pada saat kapasitas lapang

$S_w$  : Kandungan air tanah pada saat kapasitas layu

Data tersebut di atas, volume air yang perlu diberikan untuk irigasi ( $d$ ) termasuk air yang hilang, dapat diketahui:

$$(p.s_a)^*D$$

$$d \text{ (dalam mm)} = \frac{-----}{E_a}$$

Demikian pula frekuensi irigasi (i) yang menggambarkan interval irigasi yang perlu diberikan per satuan luas lahan dapat diketahui:

$$i \text{ (dalam hari)} = \frac{(p \cdot sa) * D}{Etcrop}$$

p : fraksi air tanah tersedia yang diperlukan, tanpa pembatasan evapotranspirasi.

Sa : total air tanah tersedia (mm/m kedalaman tanah).

D : kedalaman perakaran (m).

Ea : efisiensi aplikasi irigasi.

Oleh karena nilai p, D dan Etcrop bervariasi sepanjang musim pertumbuhan maka ketebalan irigasi dan interval irigasi yang akan diberikan akan bervariasi pula.

Untuk merancang dan mengoperasikan sistem distribusi air, suplay air yang akan diberikan kepada areal budidaya dinyatakan dalam laju aliran (q) dalam satuan  $m^3/\text{detik}$  dan waktu pemberian (t) dalam satuan detik, jam atau hari.

$$q \cdot t = \frac{10}{Ea} (p \cdot Sa) * D * A, \text{ yang mana}$$

dimana :

Q : debit aliran ( $m^3/\text{detik}$ ).

t : durasi pemberian air (detik)

Ea : efisiensi irigasi.

p : air tanah tersedia yang diijinkan tanpa dibatasi oleh evapotranspirasi.

Sa : total air tanah tersedia pada kedalaman tanah (mm/m).

D : kedalaman perakaran.

A : luas area (ha)

### 3.3. Jadual irigasi di lapangan

Jadwal irigasi di lapangan bergantung pada neraca air tanah di lapangan yang nilainya berupa ketebalan/kedalaman air/aplikasi irigasi yang diberikan (d, dengan satuan mm) dan interval irigasi (i) dalam satuan hari.

Kedalaman aplikasi irigasi (d) merupakan kedalaman air yang dapat tersimpan di zona perakaran yang nilainya terletak antara kondisi kapasitas lapang (*Soil field capacity/Sfc*) dan air yang hilang melalui tanaman, tanah dan iklim. Data tipe tanah dan kemampuan tanah menahan air perlu diperoleh di lapangan. Perkiraan data ketersediaan air tanah dapat dilihat pada Tabel 38, Hal. 86.

Jumlah air tanah tersedia total (Sa) atau 1 atau 2 hari setelah irigasi merupakan kandungan air tanah pada kapasitas lapang (dengan tekanan air tanah antara -0,1 dan 0,3 atmosfer) dan pada tekanan air tanah -15 atmosfer telah mengalami titik layu.

Kedalaman air tersedia bagi tanaman (p.Sa) juga bervariasi dipengaruhi oleh nilai evaporasi. Ketika Etcrop terendah ( $\geq 3$  mm/hari), tanaman mampu melakukan laju transpirasi maksimum terhadap deplesi air tanah lebih besar dari pada ketika Etcropnya tinggi ( $\geq 8$  mm/hari). Hal ini terutama terjadi pada tanah bertekstur berat dibandingkan dengan tanah bertekstur kasar.

Nilai kedalaman aplikasi irigasi (d) sama dengan nilai air tanah tersedia (p.Sa) di sekitar zona perakaran. Faktor efisiensi (Ea) aplikasi perlu diperhitungkan menghindari ketidakteraturan aplikasi sepanjang musim tanam:

$$d \text{ (dalam satuan mm)} = (p.Sa) * D/Ea.$$

Apabila managemen pemanfaatan air dilaksanakan dengan baik, yakni pengembangan budidaya tanaman dengan sistem irigasi sesuai dengan kebutuhan air tanaman (*Crop water requireent/CWR*) akan dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan air embung. Efisiensi tersebut akan meningkatkan produktivitas tanaman per satuan luas dan luas tanam secara optimal sesuai dengan ketersediaan air embung.

## KESIMPULAN

Melalui analisis embung secara terpadu dari bagian hulu, tengah hingga ke hilir dapat diketahui hubungan antara vegetasi dengan aliran permukaan dan erosi serta sedimentasi embung yang terkait dengan neraca air embung. Ketersediaan air embung berdasarkan analisis neraca air sangat berguna dalam managemen sumberdaya air untuk konsumsi rumah tangga, pemeliharaan ternak dan irigasi tanaman budidaya. Keberadaan 350 embung-embung di Provinsi Nusa Tenggara Timur sangat potensial untuk menunjang ketahanan pangan masyarakat bila dimanfaatkan untuk irigasi tanaman jagung dengan teknik budidaya hemat air berdasarkan kebutuhan air tanaman. Mengingat kondisi sumberdaya alam seperti evapotranspirasi yang tinggi, serta kondisi tanah yang porus dan marginal (berbatu-batu) maka diperlukan irigasi tanaman budidaya secara efisien sepanjang musim tanam. Pada budidaya tanaman jagung irigasi berdasarkan kebutuhan air tanaman perlu dilakukan sejak awal pertumbuhan, masa perkembangan tanaman, masa pertengahan musim dan masa akhir (saat menjelang panen). Analisis sumberdaya air embung Oemasi-Kupang dapat dipergunakan sebagai dasar untuk pengelolaan sumberdaya air embung di NTT.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen. G.A., L.S. Pareira, D. Raes & M. Smith. 1990. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56. Crop Evapotranspiration (Guidelines for computing crop water requirements). FAO, Rome, Italy. 300p.
- Doorenbos, J. & WO. Pruitt. 1984. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO, No. 24. Rome. 144p.
- Ormeling, F.J. 1955. The Timor Problem: A geographical Interpretation of an underdeveloped Island. J.B. Wolters, Groningen. 284p.
- Qasim, A. & B. Ashcroft. 2006. Estimating vegetable crop water use with moisture accounting method. Agriculture Notes. Victoria. State of Victoria, Department of Primary Industries: 1-4.
- Wagner, I., K. Izydorczyk, E. Kiedrzyńska, J. Mankiewicz-Boczek, T. Jurczak, A. Bednarek, A. Wojtal-Frankiewicz, P. Frankiewicz, S. Ratajski, Z. Kaczkowski & M. Zalewski. 2009. Ecohydrological system solutions to enhance ecosystem services: the Pilica River Demonstration Project. *Ecohydrology & Hydrobiology*. UNESCO-IHP Demonstration Projects in Ecohydrology. 9(1):13-39.
- Widiyono, W, & B. Lidon , R. Abdulhadi. 2005. Water balance simulation model and watershed vegetation analysis of 'embung', a man made water reservoir in Timor Island – East Nusa Tenggara Province (A case study of embungs in Oemasi, Oelomin, and Oeltua, Kupang District). Proceedings of International Symposium on Ecohydrology. Hehanussa, P.E. *et al.* (Editors). Denpasar, Bali, 21-26 November 2005. IHP and UNESCO: 183-190.
- Widiyono, W., R. Abdulhadi & B. Lidon. 2005. Model analisis embung secara terpadu meliputi bagian hulu, tengah dan hilir (Studi Kasus Embung Desa Oemasi, Kupang-NTT). Limnotek, Perairan Darat Tropis di Indonesia, Puslit Limnologi-LIPI. 12(1): 1-9.
- Widiyono, W., R. Abdulhadi & B. Lidon. 2006. Kajian erosi dan pendangkalan embung di Pulau Timor-NTT (Studi Kasus Embung Oemasi dan Embung Leosama). Limnotek, Perairan Darat Tropis di Indonesia, Puslit Limnologi-LIPI. 13(2): 21-28.
- Widiyono, W. 2010. Survei ekohidrologi untuk pembangunan embung-embung di NTT: Studi Kasus embung Oemasi Kupang. *Jurnal Hidrosfer Indonesia*, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT 5(1):9-16.
- Zalewski, M., D. Harper & I. Wagner. 2009. Ecohydrology □ why Demonstration Project throughout the world? *Ecohydrology & Hydrobiology*. UNESCO-IHP Demonstration Projects in Ecohydrology. 9(1):3-11.