

## RANCANGAN KALKULASI EVAPOTRANSPIRASI SISTEM KONTINYU DENGAN INFORMASI DATA WIRELESS WEATHER STATION

*Ayendra Asmuti, Merry Rahmalenti, Isril Berd*

### Abstrak

Salah satu komponen penting dalam menghitung kebutuhan air irigasi adalah Evapotranspirasi tanaman (ETc). ETc dapat dihitung dengan metoda Empiris Penman dengan menggunakan data iklim (masa lalu) untuk menghitung ETc masa datang. Tersedianya informasi terkini dengan menggunakan wireless weather station memungkinkan untuk mengimput data harian dalam jangka pendek (harian) untuk menghitung ETc setiap hari secara kontinyu (day to day), dengan demikian diharapkan akurasi perhitungan ETc yang lebih tinggi.

Penelitian dalam bentuk studi kasus dilaksanakan di Tabing padang untuk tanaman padi dari bulan Maret sampai Agustus 2004. Metoda analisis penelitian adalah dengan membandingkan nilai ETc harian dengan menggunakan data jangka panjang dengan nilai ETc lysimeter dan nilai ETc harian dengan data harian dengan nilai ETc lysimeter.

Nilai ETc rata-rata dengan data jangka panjang berada dibawah nilai lysimeter (under estimate) sedangkan nilai ETc data harian selalu berada diatas nilai ETc lysimeter (over estimate). Tingkat kesalahan (persen error) diantara dua metoda perhitungan mempunyai error yang sama sebesar 10%. Dengan demikian kedua metode mempunyai akurasi yang sama. Dengan diketahuinya tingkat akurasi dan sifat-sifat hasil perhitungan kedua metoda, untuk aplikasi lapangan pemakaian kedua metoda harus dikalibrasikan.

## 1. LATAR BELAKANG

Penyediaan dan pemberian air irigasi dalam bidang pertanian merupakan salah satu komponen penting untuk dapat diterapkannya paket teknologi pertanian dengan baik. Menurut Asian Productivity Organization (1991), berdasarkan penelitian bank dunia tahun 1978, irigasi memberikan kontribusi 16 % terhadap laju peningkatan produksi beras Indonesia, sedangkan interaksi irigasi-teknologi memberikan kontribusi 75 %.

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah air yang harus diberikan kepada media tumbuh tanaman untuk menggantikan kehilangan air pada media tanaman dan dari tubuh tanaman selama proses hidup tanaman. Untuk mendapatkan produksi tanaman yang optimum, air yang diberikan haruslah tepat jumlah, waktu dan kualitas. Jumlah air irigasi yang diberikan ditentukan oleh jenis tanaman, periode tumbuh, sistim irigasi, media tumbuh, iklim dan lingkungan sekitarnya.

Dari segi penggunaan air di dunia, 80 - 90 % air digunakan oleh sektor pertanian, namun efisiensi penggunaan air oleh sektor ini baru mencapai 45 % ( Hamdi, Ragab dan Magnosa, 2002 ). Dengan semakin tingginya kompetisi penggunaan air antara sektor pertanian dan sektor lainnya, pemanfaatan air haruslah seefektif dan seefisien mungkin. Disamping itu, akurasi pemberian air irigasi terhadap tanaman harus ditingkatkan karena beberapa jenis tanaman sangat sensitif terhadap kekurangan dan kelebihan air yang akan memberikan dampak nyata terhadap produksi. Dengan demikian dimasa yang akan datang dituntut pemberian air irigasi dengan akurasi yang lebih baik.

Salah satu komponen penting didalam menghitung jumlah pemberian air irigasi adalah mengetahui jumlah kebutuhan air tanaman atau evapotranspirasi tanaman ( ETC ). ETC dapat dihitung dengan beberapa cara, antara lain : (1) Metoda Empiris dengan menghitung ETo



( evapotranspirasi potensial tanaman, dimana  $ET_c = ETo \times kc$  (koefisien tanaman) ) dengan menggunakan data-data iklim dan lingkungan, dan (2) Metoda Lysimeter, dengan pengukuran langsung . Kedua metoda tersebut menggunakan data dimasa lalu untuk perencanaan menghitung ETo dan ETc dimasa yang akan datang.

Penggunaan persamaan empiris untuk menghitung ETo rata-rata dengan pengolahan data-data iklim dapat menghemat waktu, biaya dan pekerjaan, akan tetapi kondisi faktor-faktor yang mempengaruhi ETo terutama faktor-faktor iklim seperti curah hujan, suhu, radiasi matahari, kelembaban, kecepatan angin dan tekanan udara relatif berubah setiap hari. Dengan demikian penggunaan metoda empiris tersebut diatas kemungkinan dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan menghitung ETo dan ETc dan kesalahan dalam menghitung jumlah kebutuhan air irigasi hari per hari. De Laat ( 2002 ) menyatakan, penggunaan beberapa persamaan empiris dalam menghitung evapotranspirasi seperti Penman, Panco Evaporasi, Radiasi dan Blaney-Criddle mempunyai error antara 10 sampai 25 persen.

Penggunaan lysimeter akan menghasilkan pengukuran ETc cukup akurat karena dilakukan langsung dilapangan namun memerlukan waktu yang lebih lama, pekerjaan dan biaya yang lebih besar. Hasil yang diperoleh adalah nilai ETc saat waktu pengukuran dilakukan, sedangkan penggunaan nilai ETc untuk perencanaan pemberian air irigasi diwaktu yang akan datang.

Dengan demikian diperlukan suatu pendekatan baru dengan penggunaan data terkini untuk menghitung ETc dalam periode waktu yang lebih pendek (day to day) dan kontinyu untuk meningkatkan akurasi perhitungan ETc sehingga jumlah pemberian air irigasi dapat dilakukan dengan akurasi yang lebih tinggi.

Tersedianya data-data iklim secara harian yang dapat dikirimkan dari weather wireless station pada pesawat penerima akan dapat digunakan untuk menghitung jumlah air yang hilang pada hari tersebut secara lebih cepat dan tepat. Dengan demikian dapat diketahui berapa jumlah air irigasi yang dibutuhkan untuk mengganti kehilangan air pada hari tersebut untuk menjaga agar air tersedia selalu dalam kondisi optimum.

Untuk menghitung jumlah air tersedia yang harus diganti, data-data iklim yang dikirim dari weather wireless station ke pesawat penerima harus diolah pada waktu yang singkat untuk menentukan berapa jumlah air irigasi yang harus ditambahkan ke media tumbuh tanaman sehingga air tersedia selalu berada dalam kondisi optimum. Dengan demikian diperlukan suatu model kalkulasi evapotranspirasi yang bekerja secara kontinyu atau terus menerus.

## **II. TUJUAN PENELITIAN**

Membuat suatu program aplikasi komputer dengan memakai bahasa Visual Basic for Application (VBA) yang ada pada Paket Program Exel for Windows, guna menghitung kebutuhan air tanaman (ETc) sistim kontinyu dengan menggunakan informasi data dari weather wireless station.

## **III. KEGUNAAN PENELITIAN**

Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan air tanaman dan kebutuhan air irigasi dengan akurasi yang lebih tinggi.



#### IV. TUNJAUAN PUSTAKA

##### 4.1. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air konsumtif tanaman dan untuk mengganti kehilangan. Dorebos dan Pruitt (1977) menyatakan beberapa faktor yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi antara lain jenis tanaman, perkolasi dan rembesan, hujan efektif dan penggantian lapisan air ( untuk padi sawah sistim genangan, PU 1986 ) dan cara pemberian air ( Hansen, Israelsen dan Stringham, 1979 ). Secara umum kebutuhan air irigasi dapat dinyatakan sebagai :

$$I_r = E_{Tc} + L - E_r \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$I_r$  = Kebutuhan air irigasi

$E_{Tc}$  = Kebutuhan air tanaman

$L$  = Looses ( kehilangan air dilapangan atau media tumbuh )

$E_r$  = Efektif rainfall atau curah hujan efektif atau kontribusi air tanah sebagai input air.

##### 4.2. Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman adalah jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman selama proses hidup tanaman. Hansen, Israelsen dan Stringham ( 1979 ) mendefenisikan kebutuhan air tanaman atau evapotranspirasi (  $E_{Tc}$  ) sebagai jumlah evaporasi dan transpirasi.

Menurut Dorenbos dan Pruitt (1997) ada tiga faktor utama yang mempengaruhi kebutuhan air tanaman, yaitu : (1) Keadaan iklim, antara lain temperatur, kelembaban udara, angin, penyinaran matahari, radiasi, evaporasi dan lingkungan, (2) karakteristik tanaman meliputi jenis tanaman, fase pertumbuhan tanaman, musim penanaman dan kondisi umum

cuaca, dan (3) kondisi lokal dan cara bercocok tanam, meliputi pengaruh variasi iklim lokal, jarak dan ketinggian tempat, ukuran lahan, ketersediaan air tanah, salinitas, metoda irigasi dan pengolahan tanah. Kebutuhan air tanaman dapat dihitung dengan metoda empiris dan dengan pengukuran langsung dengan menggunakan lysimeter.

#### 4.3. Metoda Empiris

Secara empiris besarnya kebutuhan air tanaman (  $E_{Tc}$  ) dinyatakan sebagai :

$$E_{Tc} = E_{To} \times k_c \quad \dots\dots\dots ( 2.2 )$$

Dimana :

$E_{To}$  = Evapotranspirasi potensial tanaman

$k_c$  = koefisien tanaman

Dorenbos dan Pruitt ( 1977 ) mendefenisikan evapotranspirasi potensial tanaman ( $E_{To}$ ) sebagai tinggi kolom air yang diperlukan untuk mengganti kehilangan air oleh evapotranspirasi pada tanaman yang bebas penyakit, tumbuh pada lahan yang luas pada kondisi tidak ada faktor pembatas. Beberapa metoda empiris yang direkomendasikan oleh FAO ( Dorenbos dan Pruitt, 1977 ) antara lain, metode Blaney - Criddle, Radiasi, Penman dan Panci Evaporasi. Perhitungan  $E_{To}$  dengan beberapa metoda tersebut menggunakan data-data iklim yang berbeda.

Tabel 2.1. Kebutuhan data-data iklim dalam perhitungan  $E_{To}$

Metoda	Suhu	Kelem Baban	Angin	Penyinaran matahari	Radiasi	Evapo Rasi	Lingku ngan
Blaney-Criddle	*	0	0	0			0
Radiasi	*	0	0	*	(*)		0
Penman	*	*	*	*	(*)		0
Panci-Evaporasi		0	0			*	*

Catatan : \* data terukur, 0 data perkiraan, (\*) jika tersedia, tapi tidak esensial

De laet ( 2002 ) menyatakan besarnya error perhitungan ETo pada beberapa metoda empiris :

Tabel. 2. I. Error beberapa metoda empiris dalam menghitung ETo.

Metoda	Error ( % )
Penman	10
Penman	15
Radiasi	20
Blaney Criddle	25

Sumber : De Laet dalam Soil-Plant Relations (2002)

#### 4.4. Metoda Penman

Metoda Penman merupakan salah satu metoda empiris yang banyak dipakai untuk menghitung ETo (De Laet, 2002, FAO, 1977 ). Menurut Penman ( Bos dan Pruitt, 1977 ), besarnya ETo adalah :

$$ETo = c \{ W.Rn + (1-W).f(u).(ea-ed) \} \dots\dots\dots ( 2.3 )$$

Dimana :

W = hubungan temperatur dengan faktor pemberat

Rn = radiasi netto, equivalen dengan evaporasi dalam mm/hari

f(u) = pengaruh angin

(ea-ed) = beda tekanan uap jenuh udara pada suhu udara rata-rata dan tekanan aktual suhu udara rata-rata, dalam mbar.

c = faktor pemberat sebagai kompensasi pengaruh dari kondisi cuaca siang dan malam.

#### 4.5. Lysimeter

Destane (1974) menyatakan penggunaan lysimeter dapat memberikan informasi yang lengkap tentang semua komponen water balance ( neraca air ). Lysimeter tidak hanya



digunakan untuk menghitung evapotranspirasi, tapi juga untuk mengecek persamaan-persamaan empiris dalam menghitung ETo. Metoda ini dapat memberikan akurasi yang lebih tinggi.

Lysimeter adalah sebuah kontainer atau bejana yang dilengkapi dengan tanah tempat tumbuh tanaman dimana kehilangan air dapat dihitung. Lysimeter disesuaikan dengan inlet untuk irigasi dan outlet untuk drainase dan ditempatkan didaerah dengan jenis tanaman yang sama. Ukuran lysimeter bervariasi dari drum minyak yang kecil sampai dengan ukuran yang besar dan dalam. Walaupun mempunyai beberapa keterbatasan, lysimeter merupakan teknik terbaik untuk ketepatan perhitungan evapotranspirasi ( Destane, 1974 ).

#### 4. 6. Pemakaian Bahasa Excel

Suatu *worksheet* pada bahasa *Excel* terdiri dari banyak sel. Posisi sel ini identik dengan posisi elemen pada suatu matrik, begitu juga penamaanya. Sel-sel ini dapat diisi dengan teks, angka, fungsi atau persamaan. Data masukan, proses perhitungan dan hasil dapat ditampilkan melalui sel ini. Sel ini boleh terdapat pada *sheet* yang sama dimana input diberikan atau pada *sheet* yang lain dalam suatu *workbook* yang sama (Bruce, 1995).

### V. METODE PENELITIAN

#### 5. 1. Tempat dan Waktu

Proses pembuatan program, uji coba perhitungan dan perbandingan dengan lysimeter dilakukan di program Studi Teknik Pertanian Universitas Andalas. Pengukuran vapotranspirasi dengan menggunakan lysimeter dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Waktu penelitian direncanakan Juli - November 2004.



## 5.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tahap :

- a. Studi keputakaan dan pengumpulan data-data sekunder
- b. Pembuatan program komputer
- c. Ujicoba program dengan data-data sekunder dan perbaikan program
- d. Penyiapan lysimeter dan tanaman dan persiapan pengoperasian Wirelees Weather Station
- e. Pengukuran evapotranspirasi harian dengan lysimeter dan dengan program komputer dengan input data dari weather wirelees station.
- f. Analisa hasil perhitungan dan hasil pengukuran.

## 5.3. Metode Analisis

Analisis dilakukan dengan cara membandingkan selisih perhitungan ETC harian berpasangan antara Metoda Empiris Penman biasa dengan Lysimeter dan antara Metoda Empiris Penman Kontinyu dengan Lysimeter . Pengukuran ETC dengan lysimeter dianggap sebagai evapotranspirasi aktual.

## VI. STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN

Kasus yang dipilih untuk dianalisis adalah Etc untuk tanaman padi yang berlokasi di Kelurahan bungo pasang, Tabing, Kodya padang. Lokasi ini dipilih karena letaknya berdekatan dengan stasiun Tabing sebagai sumber informasi data iklim yang dibutuhkan karena tidak adanya (belum jadi dipasang) weather wairless statiton. Tanaman yang dipilih sebagai bahan pengujian adalah padi karena lebih mudah dihitung nilai Etc aktualnya dengan menggunakan lysimeter.

### A. Data Masukan

Data masukan berupa data-data iklim baik harian maupun data rata-rata jangka panjang, yang terdiri dari data suhu, tekanan udara, kelembaban udara, penyinaran, kecepatan angin dan faktor-faktor lingkungan seperti posisi tempat dipermukaan bumidan lain-lain.

### B. Data Keluaran

Data keluaran dari hasil perhitungan ini adalah nilai Evapotranspirasi tanaman, yang dalam penelitian ini dipilih tanaman padi

### C. Hasil Perhitungan

Setelah melaksanakan penelitian dari bulan Maret sampai Juli 2004 di Tabing Padang pada tanaman padi (*Oryza sativa.L.*) Didapatkan hasil perbandingan Metode Penman antara data rata-rata dan data harian dengan standar lysimeter seperti pada tabel berikut :



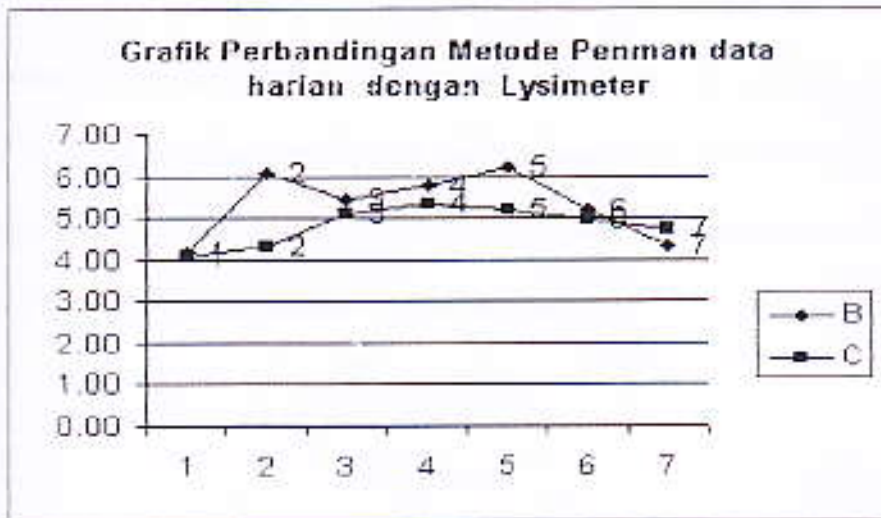
Tabel 1. Data Perbandingan Evapotranspirasi Metode Penman Dengan Standar Lysimeter

Bulan	Data rata-rata (A) mm/hari	Data harian (B) mm/hari	lysimeter ( C ) mm/hari	A - C	B - C
Fase I	3.62	4.18	4.07	0.45	0.11
Fase II	4.02	6.06	4.34	0.32	1.73
Fase III	4.33	5.44	5.08	0.75	0.36
Fase IV	5.38	5.77	5.34	0.04	0.43
Fase V	4.72	6.22	5.19	0.47	1.03
Fase VI	4.31	5.19	4.96	0.65	0.23
Fase VII	3.93	4.32	4.69	0.76	0.37
RATA-RATA	4.33	5.31	4.81	0.49	0.61

Berdasarkan data klimatologi yang telah didapatkan dari stasiun BMG Tabing selama periode sepuluh tahunan dan dihitung dengan persamaan Penman untuk persetengah bulanan, maka rata-rata evapotranspirasi tanaman yaitu 4,33 mm/hari. Jika dibandingkan dengan evapotranspirasi tanaman pada lysimeter sebesar 4,8 mm/hari, terdapat selisih nilai sebesar 0,48 mm/hari.

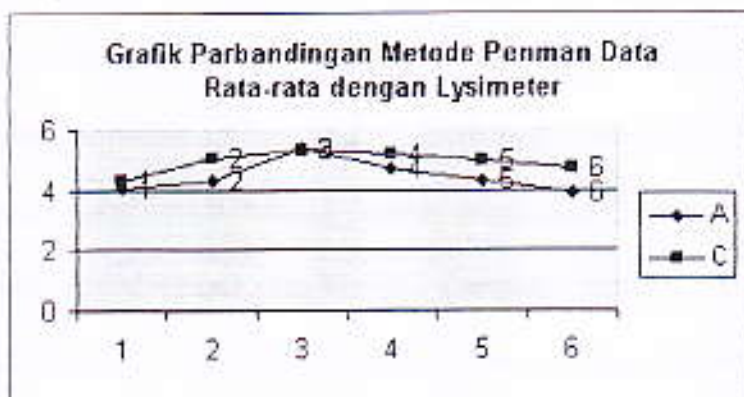
Perhitungan Etc secara harian dengan menggunakan data klimatologi yang diambil secara harian dari stasiun BMG Tabing Padang dan dihitung dengan persamaan Penman didapatkan evapotranspirasi tanaman rata-rata sebesar 5,31 mm/hari. Jika dibandingkan dengan evapotranspirasi tanaman pada lysimeter senilai 4,8 mm/hari terdapat selisih nilai sebesar 0,5 mm/hari.

Perbandingan Evapotranspirasi Metode Penman dengan data rata-rata dan data harian dengan menggunakan Lysimeter , dapat terlihat secara nyata pada grafik berikut :



Gambar 1. Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Etc metoda Penman Dengan Data Harian dan Lysimeter

Pada perhitungan metoda Penman data harian, nilai Etc harian Penman selalu berada diatas nilai perhitungan dengan lysimeter, hal ini menggambarkan hasil perhitungan Penman dengan data harian melebihi kebutuhan air aktual tanaman. Perbedaan tertinggi terdapat pada fase II sebesar 1.73 mm/hari atau mendekati 40 %. Tingginya tingkat perbedaan pada fase ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya suhu, kecepatan angin, sehingga nilai Eto menjadi besar.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Etc metoda Penman Dengan Data Rata-rata dan Lysimeter



Dari grafik terlihat perhitungan evapotranspirasi metode Penman data rata-rata maupun dengan menggunakan data harian mempunyai seselisih yang hampir sama besarnya dengan pengukuran secara langsung dengan Lysimeter pada berbagai fase. Adapun Persentase kesalahan dari masing-masing perhitungan dengan Metode Penman adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 - \text{Persen Error} &= \left[ \frac{\bar{A} - \bar{C}}{\bar{C}} \right] \times 100\% \\
 &= \left[ \frac{4,33 - 4,81}{4,81} \right] \times 100\% \\
 &= 10 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Persen Error} &= \left[ \frac{\bar{B} - \bar{C}}{\bar{C}} \right] \times 100\% \\
 &= \left[ \frac{5,31 - 4,81}{4,81} \right] \times 100\% \\
 &= 10 \%
 \end{aligned}$$

Nilai Etc Metode Penman dengan menggunakan data rata-rata berada dibawah nilai Lysimeter Sedangkan nilai Etc dengan data harian berada diatas nilai pembacaan pada lysimeter. Hal ini terjadi kemungkinan disebabkan karena perubahan harian faktor-faktor lingkungan lebih bervariasi bila dibandingkan dengan perubahan yang terjadi selama periode yang lama, sehingga nilai yang didapatkan mengalami fluktuasi yang tinggi. Dengan demikian bila penelitian dilakukan pada waktu lain terdapat kemungkina hasil yang akan berbeda.

Dengan demikian penggunaan metoda Empiris Penman dengan menggunakan data rata-rata mempunyai kemampuan yang sama dalam

menghitung E<sub>Tc</sub> tanaman bila dibandingkan dengan penggunaan persamaan Penman dengan menggunakan data harian.

Namun apabila menginput data dari Weather Wireless Station (day to day), nilai yang dihasilkan dari persamaan Penman harus dikalibrasikan dengan besarnya persentase kesalahan untuk data harian berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan. Sehingga kebutuhan air tanaman benar-benar mempunyai akurasi yang tinggi.

## VIII. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa perhitungan E<sub>Tc</sub> dengan metoda Empiris Penman dengan menggunakan data jangka panjang untuk memprediksi kebutuhan air tanaman dapat dilakukan dan mempunyai akurasi yang sama besarnya bila dibandingkan dengan penggunaan Persamaan Penman dengan menggunakan data harian.

Untuk menghemat waktu dan biaya penggunaan persamaan Penman dengan menggunakan data jangka panjang dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan air tanaman. Dengan demikian Rancangan Kalkulasi Evapotranspirasi Sistem Kontinyu akan tidak efektif bila digunakan untuk menghitung evapotranspirasi tanaman, khususnya padi.



## Daftar Pustaka

- Asian Productivity Organization. 1991. Management of Irrigation On Facilities In Asia and The Pacific, Tokyo.
- Dastanc, N. G. 1974. Effective Rainfall In Agriculture, FAO. Rome.
- De Laat, P.J.M. 2002. Soil-Water-Plant Relations. IHE. Delft, The Netherland.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. Standar Perencanaan irigasi. Ditjen Pengairan.
- Dorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirement. FAO The UN.
- Hallbergs, Bruce. 1995. Inside Excel. New Riders Publishing. Indianapolis-USA. 789 p.
- Hamdi, A, Ragab, R dan Mugnosa-Elisa Scaracia. 2002. Coping With Water Scarcity : Water Saving And Increasing Water Productivity on Managing Water for Sustainable Agriculture. Special Issue : 18 ICID International Congres. Montreal, 2002. ICIC Journal, Volume 52.
- Hansen, V. E : Israelsen, G.E. Stringham. 1979. Irrigation Principles and Practices. John Wiley & Sons. NY.