Stigma Volume VIII No.1, Januari-Maret 2000

SIMULASI MODEL KEBUTUHAN DAN DISTRIBUSI AIR IRIGASI

(Simulation Model for Irrigation Water Requirement and Distribution)

Feri Arlius *

ABSTRACT

The use of simulation model as a tool for a system analysis is becoming increasingly popular to persons working in many disciplines. This is because it offers a broad and highly functional approach for simulation of the system, which consequently can be used in analyzing and getting better understanding about the systems. In the other hand, recent technologies support in offering a powerful personal computer and varieties of simulation software at inexpensive price. A model of rice irrigation water requirement and distribution was developed using "Professional Dynamo Plus" software. Model formulation included several factors related to rice water requirement and irrigation efficiency. This model was constructed to calculate rice water requirement and irrigation water distribution based on climate situation and water level at rice-field. Model was applied to calculate rice water requirement and irrigation water distribution at Partupangan Irrigation System, Pasaman West Sumatra. Model behavioral validation show an agreement between the model-behavior and the behavior of the real system. Model also responded to the change of parameters as it should to be and intended.

Keyword : model, simulation, water requirement

PENDAHULUAN

Masalah utama dari pemanfaatan sumber daya air adalah ketersediaan air yang terbatas menurut waktu, tempat dan kualitasnya. Dibeberapa daerah di Indonesia, jumlah air yang tersedia setiap tahun sangat terbatas, sehingga menjadi suatu keharusan untuk memanfaatkan sumber daya air sehemat dan seefektif mungkin.

Padi merupakan tanaman yang membutuhkan air terbanyak dibandingkan dengan tanaman lainnya. Tingkat produksi padi sangat dipengaruhi oleh banyaknya air yang diberikan yang diimplikasikan dengan tinggi genangan air di petakan sawah. Kebutuhan air tanaman padi juga bervariasi menurut tingkat/fase pertumbuhannya.

Doorenbos dan Pruitt (1977) menyatakan bahwa kebutuhan air tanaman untuk tiap satuan waktu dapat ditentukan dengan mengetahui besarnya evapotranspirasi (ETc). Besarnya ETc dipengaruhi oleh faktor iklim, jenis tanaman dan tingkat pertumbuhan tanaman. Besarnya ETc dapat didekati dengan mengalikan evapotranspirasi potensial (ETo) dengan suatu konstanta, dimana konstanta ini disebut dengan koefisien tanaman (kc).

Tinggi genangan air di petakan sawah juga berpengaruh kepada produksi tanaman padi. Untuk fase awal pertumbuhan / penanaman tinggi genangan yang optimal adalah 2–3 cm, sedangkan pada fase vegetatif sampai kepada pembentukan malai diperlukan antara 5 – 8 cm. Tinggi genangan ini kemudian dikurangi sampai 1 cm di saat fase pemasakan (Tsutsui, 1972).

Jika kebutuhan air tanaman tidak dapat dipenuhi dari air hujan, maka diperlukan sumber air lainnya seperti air irigasi. Kebutuhan air irigasi ini dipengaruhi oleh curah hujan efektif yang dapat dimanfaatkan tanaman dan besarnya kehilangan air di saluran. Kondisi saluran sangat menentukan besarnya kehilangan air di saluran dimana saluran irigasi yang tidak terawat dengan baik menyebabkan tingginya kehilangan air, dengan sendirinya jumlah air yang sampai di petakan sawah jadi berkurang.

Untuk mendapatkan produksi yang optimal dari tanaman padi dengan penggunaan sumber daya air yang efisien, perlu didapatkan informasi yang jelas dan akurat akan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor ini dapat saja berubah menurut waktu dan perlakuan yang diberikan yang tentu saja akan turut mempengaruhi produktivitas tanaman dan efisiensi penggunaan air. Dengan demikian diperlakan suatu alat yang dapat membantu menganalisa akibat dari adanya perubahan-perubahan tersebut untuk kemudian bisa diambil suatu keputusan dalam mengantisipasi permasalahan yang timbul.

Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi sekarang ini, perangkat komputer telah banyak digunakan sebagai alat bantu dalam menghimpun dan menganalisa permasalahan-permasalahan yang timbul di lapangan. Dengan bantuan perangkat komputer keadaan di lapangan dapat disimulasikan sesuai dengan variabel-variabel yang ditentukan untuk mendapatkan alternatif-alternatif dalam mengambil suatu keputusan.

* Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang

Stigma Volume VIII No.1, Januari-Maret 2000

FORMULASI MODEL

Simulasi model telah banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu dan kegiatan karena kemampuannya untuk membantu pemecahan permasalahan dan telah tersedianya perangkat lunak (software) yang murah dan handal dalam aplikasinya.

Model adalah tiruan atau replika dari suatu objek yang menggambarkan keadaan sebenarnya dari objek tersebut. Model dinamis (*dynamic model*) merupakan suatu model yang selalu berubah menurut waktu dan keadaan lingkungannya.

Tujuan penggunaan dan simulasi dari suatu model adalah untuk :

1. Mendapatkan pengertian yang lebih dalam tentang suatu sistem/objek dan permasalahannya.
2. Memprediksi, memperkirakan dan menganalisa tingkah laku dari suatu sistem.
3. Mendapatkan informasi yang relevan dari berbagai keadaan untuk pengambilan suatu keputusan
4. Menguji hipotesa dalam suatu penelitian
5. Melaksanakan suatu penelitian yang sukar atau tidak mungkin dilakukan secara nyata (Jongkaewwattana, 1995).

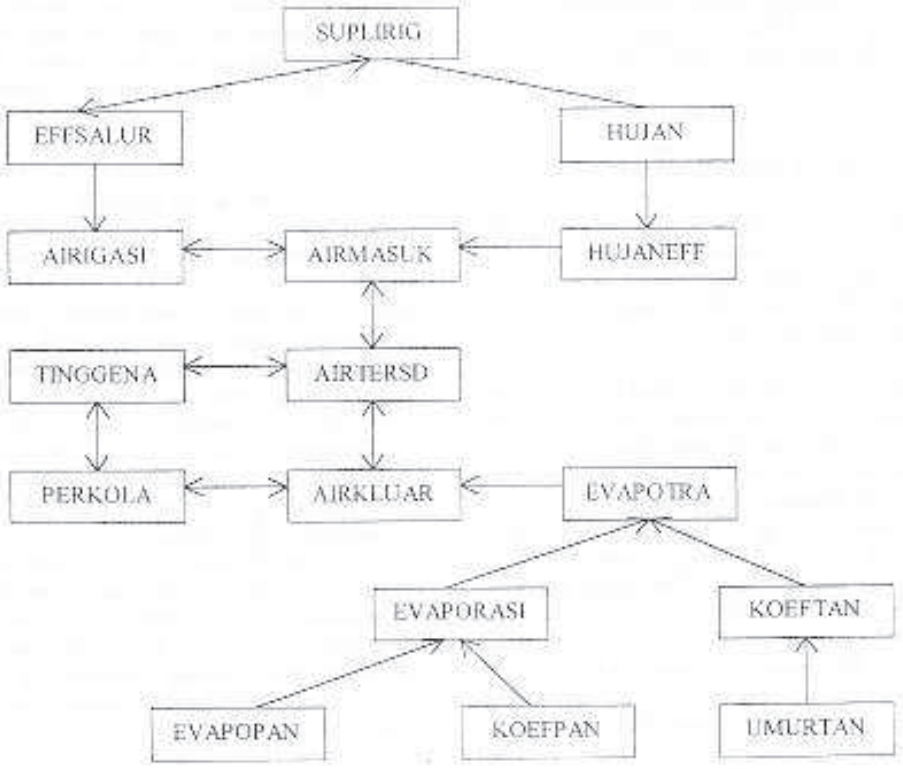
Tahap-tahap yang dilakukan dalam formulasi suatu model adalah :

1. Identifikasi masalah dan tujuan
2. Pengumpulan dan analisis data
3. Penerjemahan/formulasi model ke dalam bahasa program
4. Validasi atau pengujian model

Diagram alir formulasi model untuk kebutuhan dan alokasi air sawah dapat dilihat pada Gambar 1. Diagram alir ini selanjutnya diterjemahkan dengan memakai bahasa program. Dengan membuat diagram alir ini, maka proses penerjemahan hubungan antara faktor-faktor yang terkait dalam model kebutuhan dan alokasi air untuk padi sawah, akan menjadi lebih mudah.

Logika model yang ada pada sistem ini (Gambar 1) adalah :

Air tersedia disawah (AIRTERSD) dapat dilihat dari tingginya genangan (TINGGENA) di petakan sawah. Ini dipengaruhi oleh air yang masuk (AIRMASUK) baik itu curah hujan (HUJAN) maupun yang berasal dari air irigasi (AIRIGASI). Karena tidak semua curah hujan itu dapat dimanfaatkan oleh tanaman, maka air yang masuk ke petakan sawah dipengaruhi oleh nilai hujan efektif (HUJANEFF).



Gambar 1. Diagram alir faktor-faktor terkait dalam model kebutuhan dan alokasi air untuk padi sawah.

Dalam penyaluran air irigasi faktor yang harus diperhitungkan adalah besarnya suplai dari sumber air (SUPLIRIG) dipengaruhi oleh efisiensi saluran (EFFSALUR). Semakin kecil efisiensi saluran maka kehilangan air di saluran akan semakin besar. Suplai air irigasi akan diberikan jika jumlah hujan efektif tidak mencukupi kebutuhan air di petakan sawah atau tinggi genangan air kurang dari yang diharapkan.

Tinggi genangan selanjutnya juga dipengaruhi oleh besarnya kehilangan air dari petakan sawah (AIRKLUAR). Kehilangan ini dapat disebabkan oleh adanya perkolasi (PERKOLA) dan evapotranspirasi (EVAPOTRA).

Tinggi genangan dan besarnya perkolasi mempunyai hubungan timbal balik. Semakin tinggi genangan di petakan sawah maka semakin besar nilai perkolasinya, sebaliknya nilai perkolasi yang tinggi menyebabkan besarnya kehilangan air dan berkurangnya tinggi genangan.

Evapotranpirasi merupakan kehilangan air dari tanaman yang dipengaruhi oleh besarnya evaporasi (EVAPORASI) dan pertumbuhan tanaman padi. Pada setiap tahap pertumbuhannya (UMURTAN), tanaman padi memerlukan jumlah air yang berbeda yang dalam penghitungan kebutuhan air tanaman dinyatakan sebagai koefisien tanaman (KOEFTAN).

Besarnya evaporasi harian didapat dari pengukuran di lapangan dengan menggunakan panci evaporasi (EVAPOPAN) yang dikalibrasikan dengan koefisien panci (KOEFPAN) yang dipakai.

BAHASA PROGRAM DYNAMO

Logika model yang ada selanjutnya diterjemahkan ke dalam bahasa program. Bahasa program yang dipakai disini adalah "**Professional Dynamo Plus**" yang dikembangkan oleh Pugh-Roberts Associates, Inc., Massachusetts. Kata DYNAMO berasal dari "**DYNA**mic" dan "**MO**del" yang berarti perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasi suatu model yang dinamis (Proffesional Dynamo Plus, 1986).

Sebelum Proffesional DYNAMO Plus ini, versi yang telah dikembangkan sebelumnya antara lain : DYNAMO II dan IIF, DYNAMO III, Mini-DYNAMO, Micro-DYNAMO dan DYNAMO IV. Para pakar yang terlibat dalam penulisan Proffesional DYNAMO Plus ini adalah *Alexander L. Pugh III, Todd Sjoblom*, dan *Robert Eberlein* (Richardson dan Pugh, 1983).

Proffesional DYNAMO Plus mempunyai struktur bahasa yang mudah dimengerti bahkan dapat digunakan tanpa harus mengerti program bahasa komputer BASIC (Jongkaewwattana, 1995).

Perangkat lunak Proffesional DYNAMO Plus mempunyai lima modul yaitu :

1. **Editor module** : digunakan untuk membuat dan meng-edit dalam penulisan bahasa program
2. **Compiler module** : menterjemahkan statements (bahasa program) yang dibuat di editor module ke dalam bahasa yang dimengerti dan dijalankan oleh program komputer.
3. **Simulator module** : menjalankan atau meng-*eksekusi* model dari compiler module
4. **Viewer module** : menampilkan hasil simulasi dari suatu model dengan secara tabular atau graphic.
5. **Tools module** : terdiri dari 4 perangkat (tool), yaitu :
   - 5.1. *Documentor* : menyajikan informasi tentang variabel yang digunakan dalam suatu model, definisi dan kegunaannya.
   - 5.2. *Dynev* : atau Dynamo for Executivex memberikan kemudahan dalam mensimulasi dan menampilkan hasilnya.
   - 5.3. *Report Generator* : memberikan pilihan untuk menyajikan hasil suatu simulasi dalam bentuk tabel atau gafik.
   - 5.4. *Utilities* : terdiri dari 3 *sub-commands*, yaitu : **Convert, Reformat** dan **Translate**. Convert digunakan untuk meng-upgrade versi lama DYNAMO ke dalam versi terbaru, Reformat digunakan untuk mengembalikan model ke dalam bentukyang standar, dan Translate dapat mengkombinasikan data dari *spreadsheet* dan standard ASCII untuk digunakan didalam Proffesional DYNAMO Plus.

SIMULASI MODEL

Model kebutuhan dan alokasi air sawah yang diformulasi berdasarkan diagram alir diatas dengan menggunakan bahasa program Professional Dynamo Plus dapat digunakan untuk :

1. Menghitung evapotranspirasi tanaman dan curah hujan efektif
2. Memprediksi jumlah air irigasi yang harus disalurkan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman dan tinggi penggenangan di petakan sawah dengan mempertimbangkan faktor kehilangan air disaluran.

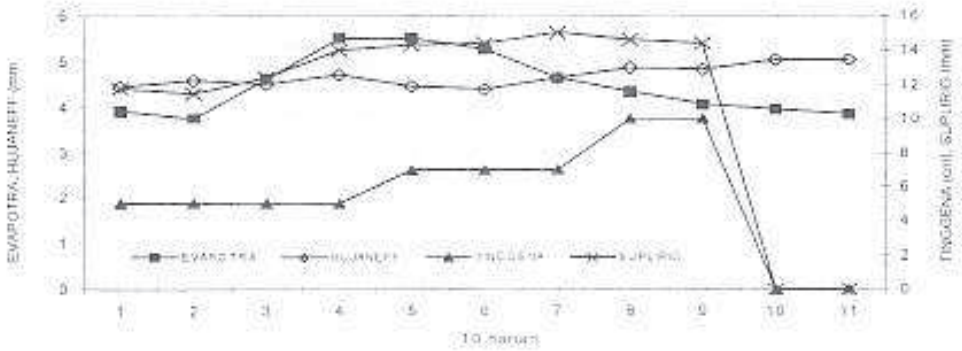
Dengan menggunakan model ini, dapat diketahui besarnya evapotranspirasi harian, dan dengan memasukkan besarnya curah hujan, perkolasi, kehilangan air di saluran dan koefisien tanaman padi maka dapat dihitung banyaknya air irigasi yang harus dialirkan. Semua paramater yang ada dalam perhitungan model ini dapat dirubah menurut situasi dan kondisi daerah yang akan disimulasi.

Model ini telah digunakan untuk mensimulasi kebutuhan dan alokasi air sawah di Daerah Irigasi Partupangan Pasaman Barat dengan asumsi tinggi

genangan air di petakan sawah menurut rekomendasi Diperta-ADP-BIP (1979), yaitu 5 cm dari mulai tanam sampai berumur 5 minggu, selanjutnya 7 cm sampai tanaman berumur 9 minggu dan 10 cm sampai padi berumur 12 minggu, dan setelah itu dikeringkan (0 cm) sampai waktu panen.

Hasil simulasi menunjukkan, evapotranspirasi harian untuk Daerah Irigasi Partupangan berkisar antara 3.76 – 5.51 mm, sedangkan besarnya hujan efektif bervariasi antara 4.40 – 5.04 mm. Dengan adanya perkolasi, maka curah hujan saja tidak mencukupi kebutuhan air di petakan sawah, sehingga diperlukan adanya tambahan air irigasi.

Jumlah air irigasi yang diperlukan berfluktuasi menurut kebutuhan dan umur tanaman. Namun setelah sawah dikeringkan atau tidak ada genangan, air irigasi tidak lagi diperlukan (Gambar 2).



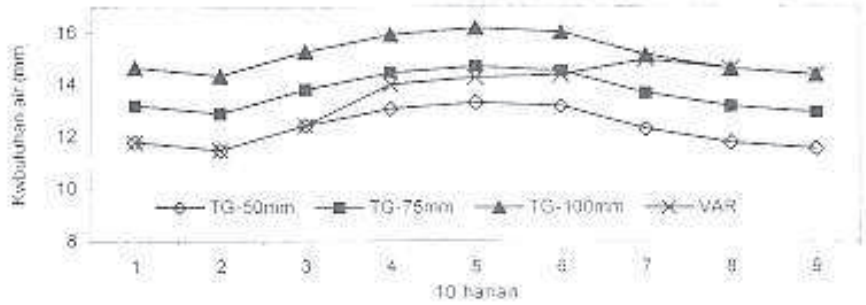
Gambar 2. Hasil simulasi model terhadap fluktuasi evapotranspirasi, hujan efektif, suplai air irigasi dan tinggi genangan di Daerah Irigasi Partupangan

Dari simulasi ini dapat diketahui kebutuhan air tanaman padi sesuai dengan fase pertumbuhannya, jumlah air irigasi yang didistribusikan dengan memperhitungkan besarnya curah hujan dan kehilangan air disaluran. Dengan demikian akan dapat diperkirakan dengan tepat berapa jumlah air irigasi yang harus dialirkan untuk mencapai tinggi genangan optimum, sehingga air irigasi dapat digunakan dengan lebih efisien yang juga akan memungkinkan penambahan luas daerah garapan yang dapat diairi dengan irigasi yang ada.

Validasi prilaku sistem (*system behavioral validation*) menunjukkan adanya kesesuaian prilaku dalam perubahan nilai-nilai parameter yang tercakup dalam model, jika suatu angka dimasukkan atau dirobah. Perubahan yang terjadi ini juga berada dalam logika keadaan sebenarnya.

Simulasi yang dilakukan untuk tinggi genangan tetap dari mulai awal tanam sampai waktu pengeringan sawah yaitu tinggi genangan 50 mm, 75 mm dan 100 mm menunjukkan perbedaan kebutuhan air irigasi. Gambar 3 memperlihatkan kebutuhan air irigasi untuk tinggi genangan 50, 75, 100 mm dan VAR adalah tinggi genangan menurut rekomendasi Diperta-ADP-BIP seperti yang disimulasikan pada Gambar 2.

Fluktuasi kebutuhan air irigasi yang berbeda pada tinggi genangan tetap disebabkan oleh perbedaan curah hujan dari waktu ke waktu selama masa pertumbuhan.



Gambar 3. Kebutuhan air irigasi untuk tinggi genangan bervariasi dan tetap (50 mm, 75 mm, dan 100).

DAFTAR PUSTAKA

Diperta-ADP-BIP. 1979. Pedoman Tani. Diperta, ADP, BIP. Padang.

Doorenbos, J. dan W.O. Pruitt. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. Rome.

Jongkaewwattana, S. 1995. Systems, Simulation and Modeling. Multiple Cropping Center. Faculty of Agriculture Chiang Mai University, Thailand.

Professional Dynamo Plus. 1986. Introductory Guide and Tutorial. DYNAMO Program Series. Pugh-Roberts Associates, Inc.

Richardson, G.P. dan A. L. Pugh. 1983. Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO. The MIT Press.

Tsuntsui, H. 1972. Water Management and Requirements for Rice Cultivation under Different Irrigation Methods and Cultivation Techniques; dalam FAO. Irrigation and Drainage Paper No. 12. Rome.

----------ooOoo----------