

SATU ALTERNATIF CARA HITUNGAN HUJAN BERMANFAAT UNTUK PADI SAWAH

Oleh :
Sudjarwadi *)

Intisari

Sebuah model matematika untuk menghitung nilai hujan bermanfaat dipergunakan untuk melakukan simulasi. Simulasi bermaksud menyelidiki pengaruh manajemen air terhadap hujan bermanfaat. Dalam hal ini, hujan harian merupakan data dasar.

Parameter yang mempengaruhi proses transfer nilai hujan menjadi nilai hujan bermanfaat adalah tinggi pematang sawah, dengan genangan air minimum di petak sawah dan genangan normal sebagai variabel. Manajemen air di petak sawah dicerminkan dengan pengaturan genangan minimum (GEMIN) dan genangan normal (GNOR). Namun karena dalam praktek irigasi dapat dilakukan pengaturan tinggi pematang sebagai genangan air maksimum (GEMAK), maka studi simulasi cara-cara manajemen air dilakukan dengan merubah-ubah nilai GEMAK, GEMIN, dan GSET. Variabel tersebut digunakan dalam model untuk transfer masukan data hujan menjadi keluaran nilai hujan bermanfaat.

Dengan 1400 alternatif masa tanam padi pada kurun waktu 5 tahun data, akhirnya dapat disimpulkan bahwa faktor dominan cerminan pengaruh manajemen air terhadap nilai keluaran hujan bermanfaat adalah (GEMAK — GNOR). Hasil studi yang menarik untuk kasus data hujan di Sempor yaitu pengaruh permulaan masa tanam terhadap nilai hujan bermanfaat musiman yang berubah-ubah dari tahun ke tahun.

Motivasi Studi Cara Alternatif Hitungan Hujan Bermanfaat

Seringkali hitungan imbalan air dipetakan sawah memerlukan ketelitian

cukup, terutama menyangkut hujan yang bermanfaat di lahan.

Hitungan teliti untuk menetapkan besarnya kebutuhan air irigasi untuk padi sawah perlu memakai rumusan yang mengandung faktor hujan bermanfaat. Jumlah rumusan yang dapat menjadi acuan untuk membuat hitungan kebutuhan air irigasi bagi padi sawah amat banyak tersaji dalam pustaka. Ketelitian hitungan kebutuhan air irigasi sangat ditentukan oleh ketelitian hitungan faktor-faktor dalam rumusan yang diikuti.

Hujan bermanfaat adalah satu di antara faktor-faktor penting. Oleh karena merupakan faktor penting maka hujan bermanfaat (HBM) perlu dihitung dengan teliti. Nilai HBM adalah nilai probabilistik yang bersumber dari hujan sebagai kejadian stokastik.

Bagaimanakah karakter hujan bermanfaat untuk padi sawah? Motivasi studi yang dilaporkan dalam tulisan ini adalah menjawab pertanyaan tentang karakter hujan bermanfaat untuk padi sawah di Sempor. Hujan bermanfaat merupakan nilai yang perlu diperhitungkan mengingat hubungannya dengan beberapa parameter dan variabel.

*)Dosen Fakultas Teknik UGM.

Sasaran Studi

Hasil studi yang diuraikan di sini akan memberi gambaran probabilistik tentang karakter hujan bermanfaat untuk padi sawah di Sempor. Prosedur dalam studi ini dapat diterapkan dengan mudah untuk membuat gambaran tentang karakter hujan bermanfaat padi sawah di luar daerah irigasi Sempor.

Pada umumnya, bagian kritis dari asumsi-asumsi untuk hitungan kebutuhan air irigasi adalah pada asumsi tentang hujan bermanfaat. Pemahaman secara rinci dan mendalam tentang HBM tersebut merupakan suatu kebutuhan yang mendesak. Studi menuju pemahaman rinci dan mendalam pada HBM di Sempor dilakukan dengan simulasi yang menggunakan satu model matematika. Model yang digunakan mulai dikembangkan di AIT (1978) dan telah dimodifikasi oleh banyak peneliti. Satu aspek baru yang dikenakan pada studi ini adalah rumus pendekatan untuk intersepsi, dan simulasi tentang pengaruh menejemen air terhadap karakter HBM.

Hasil studi akan memiliki faedah sangat besar, sejalan dengan studi-studi bidang pertanian tentang pemeliharaan suatu tinggi genangan di sawah untuk melihat pengaruhnya terhadap produksi. Pengaturan tinggi genangan tersebut merupakan aspek menejemen air, yang akan berpengaruh pula pada karakter hujan bermanfaat. Pengaruh pengaturan tinggi genangan tersebut perlu diketahui tidak hanya terhadap produksi, tetapi juga terhadap HBM yang berarti pula terhadap kebutuhan air irigasi (KI). Hujan bermanfaat, dalam hal ini sering diberi istilah sebagai hujan mangkus. Untuk selanjutnya, istilah hujan bermanfaat digunakan dalam laporan studi ini karena

istilah hujan mangkus belum digunakan secara luas.

Informasi Pustaka

Pustaka telah menyajikan berbagai informasi, di antaranya Phien dkk. (1980) mengembangkan satu model untuk hitungan hujan bermanfaat bagi padi sawah di Thailand Timur Laut. Model tersebut diumumkan dalam International Conference on Water Resources Development. Model tersebut berdasar kondisi fisik Thailand Timur Laut dan khususnya untuk sawah tadah hujan (rainfed paddy).

Kalsim (1980) melakukan modifikasi kecil pada model Phien dkk. untuk model perhitungan hujan bermanfaat padi sawah di Thailand Timur Laut, berdasar data hujan Mahasarakam dan berdasar suatu ketetapan untuk probabilitas tak terlampaui. Hujan bermanfaat bulanan dihitung oleh Kalsim (1980) dan dianggap bahwa hujan bermanfaat bulanan tersebut dapat didekati dengan suatu nilai tertentu yang tetap dari tahun ke tahun.

Sudjarwadi (1981) mengembangkan model Kalsim untuk daerah Thailand Timur Laut agar lebih mendekati kenyataan sifat probabilistik kejadian hujan. Sudjarwadi (1981) mempelajari hubungan antara ketersediaan air irigasi dari sungai (yang bersifat probabilistik) dan besaran hujan bermanfaat (yang juga bersifat probabilistik). Pada model-model yang digunakan Phien dkk. (1980), Kalsim (1980), Sudjarwadi (1981), tinggi pematang sawah, tinggi genangan air minimum di sawah, tinggi genangan air normal (dalam studi ini disebut GSET) dan tinggi genangan air maksimum merupakan parameter dalam model.

Dirwan (1983) menggunakan model tersebut untuk kondisi daerah Bengawan Solo Hulu. Satu hal yang menarik pada Dirwan (1983) adalah usaha untuk mengetahui perubahan karakter hujan bermanfaat di Bengawan Solo Hulu akibat perubahan genangan air maksimum di sawah. Pada Dirwan (1983), genangan air minimum di sawah adalah 5 cm, genangan normal 10 cm dan tinggi pematang sawah diberi nilai antara 10,5 cm sampai 20,0 cm. Disimpulkan bahwa pengaruh tinggi pematang sawah hanya berlaku bila curah hujan yang jatuh di petak sawah menyebabkan tinggi genangan lebih kecil dari tinggi pematang sawah. Dalam Dirwan (1983) didapat suatu implikasi bahwa tinggi genangan pada petak sawah mempengaruhi besarnya curah hujan bermanfaat. Namun sayang, bentuk hubungan secara nyata tidak sempat disajikan dalam Dirwan (1983), karena dalam studi tersebut tinggi genangan minimum dan normal ditetapkan masing-masing 5 cm dan 10 cm.

Sudjarwadi (1986) menggunakan model Sudjarwadi (1981) sebagai sub-model dalam model hitungan simulasi kebutuhan air irigasi berdasar simulasi data meteorologi. Sangat disayangkan bahwa suatu simulasi untuk melihat hubungan antara menejemen genangan air di petak sawah dengan HBM belum dilaksanakan.

Dalam tulisan ini dilaporkan tentang model, prosedur studi, dan hasil, yang menyangkut studi simulasi cerminan satu faktor menejemen air terhadap hujan bermanfaat.

Penjelasan Model Dan Rumus Yang Digunakan

Asumsi dan prinsip dasar model yang berkembang dari tahun 1978 tersebut di atas digunakan lagi dalam studi yang dilaporkan ini, dan diuraikan di bawah.

Pusat tinjauan yaitu periode pertumbuhan tanaman sampai saat menjelang panen. Hujan bermanfaat didefinisikan sebagai bagian air hujan yang digunakan untuk evapotranspirasi dan perkolasi di petak sawah.

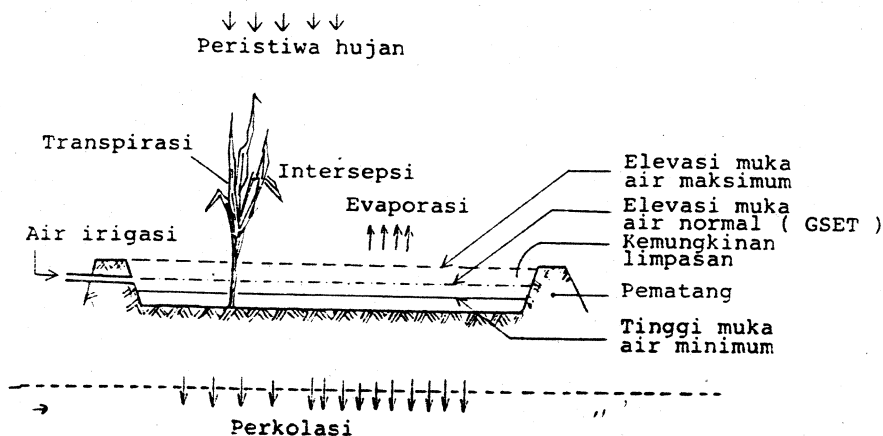
Logika model dijelaskan dengan referensi gambar sket berikut ini (Lihat Gambar 1).

Apabila terjadi hujan, sebagian air hujan akan terintersepsi oleh daun-daun padi. Penutupan daun padi pada areal sawah merupakan fungsi waktu, sesuai tingkat-tingkat pertumbuhan tanaman. Air hujan yang tidak terintersepsi, akan mengisi petakan sawah dan menaikkan tinggi genangan. Apabila hujan sangat deras, tinggi genangan dapat naik sedemikian rupa sehingga timbul limpasan. Setiap hari, di sawah yang ditanami padi tersebut terjadi proses perkolasi dan evapotranspirasi. Apabila muka air turun sampai di bawah GEMIN maka diberikan air irigasi untuk menaikkan tinggi muka air sampai GSET.

Jelas dapat dimengerti bahwa pada sistem petakan seperti terlihat di Gambar 1 terjadi proses masukan (input) dan keluaran (output). Proses masukan dan keluaran tersebut dapat diikuti dengan prinsip kontinuitas volume. Dalam studi ini digunakan diskritisasi waktu harian. Rumus-rumus yang dipergunakan dalam studi adalah sebagai berikut ini.

Hujan Bermanfaat Dasar

Karena hujan-hujan sangat kecil ter-



Gambar 1. Sketsa Konsep Model Lahan Sawah

intersepsi atau menguap tanpa dimanfaatkan, konsepsi hujan bermanfaat dasar digunakan dalam model. Hujan bermanfaat dasar (HBMD) dihitung berdasar :

$$HBMD_n = \begin{cases} H_{Jn} - IC_n, & \text{bila } H_{Jn} \geq IC_n \\ 0 & \text{, bila } H_{Jn} < IC_n \end{cases} \dots (1)$$

dengan :

- IC_n = kapasitas intersepsi hari ke-n
- H_{Jn} = hujan pada hari ke-n

Intersepsi

Pada terapan model pada studi-studi yang lalu, nilai kapasitas intersepsi adalah 4 mm/hari untuk hari sebelumnya tidak terjadi hujan > 5 mm dan 2 mm/hari bila hari sebelumnya terjadi hujan > 5 mm.

Kerapatan penutupan areal sawah oleh tanaman padi belum mendapat perhatian pada studi sebelumnya. Jadi nilai yang digunakan adalah nilai lump,

rerata untuk kondisi sejak sawah mulai dikerjakan sampai panen. Hal ini merupakan cara pendekatan yang memberi kesempatan untuk lebih mendistribusi parameter IC tersebut menjadi lebih rinci, mengikuti kenyataan di lapangan.

Oleh karena belum tersedia data intersepsi pada pertumbuhan padi sawah, dianggap bahwa intersepsi dalam satu hari untuk areal tertutup tumbuhan-tumbuhan mengikuti rumus Hossain (1969) dengan mengambil nilai rerata :

$$IC = 0,5 \exp(0,48)(H_J)^{0,85} (797 - 0,12 + 424 - 0,12) \dots (2)$$

Untuk hujan yang tinggi, nilai tersebut rasanya terlalu besar. Tetapi karena masalah kekurangan air terjadi pada musim dengan hujan-hujan yang tidak tinggi, maka penggunaan nilai intersepsi menurut Hossain (1969) tersebut dipandang memadai. Selanjutnya, meng-

ingat belum adanya pengukuran perkembangan penutupan vegetasi areal sawah oleh tanaman padi sejalan dengan pertumbuhannya, dianggap perkembangan penutupan areal secara linier dari 1% sampai 100%.

Evapotranspirasi

Untuk nilai evapotranspirasi, dapat dimasukkan nilai-nilai dari data tercatat. Namun untuk studi ini masih digunakan pendekatan berdasar studi-studi terdahulu, yaitu :

$$ET_n = \begin{cases} 6 \text{ mm/hari, bila HBMD}_n = 0 \\ 3 \text{ mm/hari, bila HBMD}_n > 0 \end{cases} \dots (3)$$

Karena tujuan studi ini terutama terbatas pada pencitraan karakteristik hujan bermanfaat dalam kaitannya dengan variabel sistem pematang dan manajemen tinggi muka air di sawah, asumsi tentang nilai ET tersebut di atas dianggap tidak terlalu mengganggu.

Hitungan Hujan Bermanfaat

Hitungan imbalan air di lahan sawah dilakukan dengan persamaan berikut :

$$GH_n = GH_{n-1} + HBMD_n - ET_n - P_n \dots (4)$$

dengan :

- GH_n = genangan pada hari ke-n
- GH_{n-1} = genangan pada hari ke n-1
- HBMD_n = hujan bermanfaat dasar pada hari ke n
- ET_n = evapotranspirasi pada hari ke n
- P_n = perkolasi pada hari ke n.

Nilai perkolasi dalam hal ini dianggap 2 mm/hari, karena belum tersedia data dari studi setempat (Direktorat Irigasi, 1980). Selanjutnya digunakan tiga terminologi tambahan yaitu GEMAK (genangan maksimum di petakan sawah) dan GSET (genangan yang di-set, di sawah dengan pemberian air irigasi), pada saat GH < GEMIN (genangan minimum yang diperkenankan). Tiga kondisi yang berbeda dapat terjadi, dan cara menghitung hujan bermanfaat hari ke-n (HBM) pada setiap kondisi adalah sebagai berikut ini.

Bila GH_n > GEMAK, maka GH_n = GEMAK
 HBM_n = GEMAK + ET_n + P_n - GH_{n-1} . (5)

Bila GH_n < GEMIN, maka GH_n = GSET (diberi air)
 HBM_n = HBMD_n (6)

Bila GEMIN < GH_n < GEMAK, maka GH_n = GH_n
 HBM_n = HBMD_n (7)

Dari persamaan (5), (6), (7) tersirat adanya pengaruh GEMAK, GEMIN, dan GSET. Nilai GEMAK adalah nilai tinggi pematang, nilai GEMIN merupakan batas bawah tinggi genangan di sawah pada saat perlu diberikan air irigasi sampai mencapai GSET. Dalam hal ini, penentuan GEMIN, GSET, dan GEMAK merupakan aspek manajemen air.

Permulaan Tanam

Permulaan tanam merupakan hal penting, karena kebutuhan air berfluktuasi menurut usia tanaman. Penentuan permulaan tanam juga berpengaruh pada urutan hujan bermanfaat yang dapat dipergunakan. Tinggi permulaan dari genangan air di sawah saat mulai penggarapan tanah dapat diambil sebesar 0 (nol). Kebutuhan untuk peng-

olahan tanah digunakan 180 mm dalam 10 hari, dan bibit dianggap diambil dari pusat pembibitan. Pada waktu bibit dipindah ke sawah dianggap tinggi muka air pada GSET.

Cara Pelaksanaan Studi

Penggunaan suatu model selalu berdasarkan pada asumsi-asumsi. Berdasar asumsi-asumsi dan rumus-rumus yang telah diuraikan di depan, model hitungan hujan bermanfaat diprogramkan berupa program komputer. Program yang dibuat direncanakan untuk melakukan simulasi perubahan tinggi pematang sawah, dan pengaturan tinggi genangan air di petak sawah pada saat-saat keadaan genangan dipandang terlalu rendah.

Data hujan harian di stasiun penakar hujan Gombong selama 5 (lima) tahun dipergunakan dalam studi ini. Data tersebut meliputi data hujan dari tahun 1976 sampai dengan tahun 1980.

Berdasar data hujan tersebut, suatu jenis padi hipotetik dengan masa 95 hari sejak ditanam di sawah sampai awal masa pengeringan menjelang panen digunakan untuk melakukan studi tentang hubungan antara manajemen air dan hujan bermanfaat.

Alternatif yang ditinjau berkaitan dengan musim padi sebanyak 50 masa tanam, masing-masing dengan 28 alternatif manajemen air. Hal ini berarti bahwa hitungan dengan model yang dilakukan adalah 1400 kali, dan dilaksanakan dengan langkah-langkah pokok sebagai berikut ini.

1. Membaca data hujan harian selama 1 tahun, dan menyimpan data.

2. Untuk setiap tahun, program menghitung hujan bermanfaat satu musim dengan 28 alternatif manajemen air dengan suatu permulaan tanam yang ditetapkan.
3. Untuk suatu tahun, permulaan tanam digeser-geser, mulai 2 Januari, 9 Januari, dan seterusnya dengan 10 kali penggeseran permulaan tanam.
4. Mengerjakan butir 2. dan 3. berarti melakukan hitungan hujan bermanfaat untuk 1 tahun data hujan dengan $28 \times 10 = 280$ alternatif.
5. Setelah melakukan hitungan hujan bermanfaat musiman sebanyak 280 kali untuk suatu tahun, komputer mengulangi prosedur dari butir 1. Hitungan dilaksanakan untuk 5 tahun data hujan, berarti $280 \times 5 = 1400$ kali.

Hasil Studi dan Pembahasan

Untuk informasi tentang hubungan antara manajemen air dan hujan bermanfaat, suatu analisis dilakukan berdasar tinjauan pada hasil-hasil hitungan dari 1400 alternatif.

Tidak satu demi satu hasil hitungan dibicarakan, namun keragaan (performance) dari hasil hitungan dibicarakan dengan usaha membicarakan keragaan yang bersifat penting dalam hubungannya dengan tujuan studi. Berdasar data hujan tahun 1976 dengan permulaan tanam tanggal 2 Januari, dari 28 alternatif manajemen air hasil hitungan menunjukkan hujan bermanfaat terkecil semusim adalah 595,2 mm dan hujan bermanfaat terbesar semusim adalah 695,2 mm. Hasil hitungan ini memberi informasi bahwa nilai hujan bermanfaat semusim

dapat berbeda (695,2 — 595,2) milimeter. Nilai 100 mm tersebut apabila dipandang dari segi kebutuhan air irigasi tanpa sumbangan dari hujan setara dengan sekitar 12 hari pemberian air irigasi kontinyu pada laju evapotranspirasi ditambah perkolasi. Dua belas hari pemberian air irigasi adalah suatu masa yang pada suatu kondisi khusus dapat menjadi faktor penentu dalam hal kegagalan atau kesuksesan panen.

Sebagai suatu ilustrasi untuk melihat pengaruh manajemen air terhadap nilai hujan bermanfaat semusim disajikan hasil hitungan hujan bermanfaat dengan 28 alternatif manajemen air, untuk permulaan tanam 2 Januari 1976.

Tabel 1 menunjukkan bahwa manajemen air dengan penentuan GEMIN tidak dapat menghasilkan kenaikan nilai hujan bermanfaat. Tetapi penentuan GSET tampak sekali berpengaruh terhadap nilai hujan bermanfaat. Apabila ditinjau lebih saksama, yang menentukan sekali adalah kombinasi penentuan GSET dan GEMAK, yang berarti penentuan ruang antara GSET dan GEMAK. Sebagai contoh, Tabel 1 menunjukkan bahwa untuk GSET 100 mm dan GEMAK 200 mm memberi nilai hujan bermanfaat musiman 645,2 mm sama dengan nilai hujan bermanfaat musiman dari GSET 50 mm dan GEMAK 150 mm. Dalam hal ini tampak bahwa yang menentukan adalah nilai (GEMAK - GSET), yang untuk contoh tersebut di atas bernilai 100 mm.

Dengan mengetahui keragaan hubungan antara manajemen air dan nilai hujan bermanfaat berdasar data tahun 1976 dan permulaan tanam tanggal 2 Januari dua hal menarik telah diperlihatkan, yaitu perbedaan nilai hujan bermanfaat terkecil dan terbesar

Tabel 1. Ilustrasi pengaruh manajemen air terhadap hujan bermanfaat

GEMIN (mm)	GSET (mm)	GEMAK (mm)	HUJAN BERMAN- FAAT (mm)
0,0	100,0	150,0	595,2
10,0	100,0	150,0	595,2
20,0	100,0	150,0	595,2
30,0	100,0	150,0	595,2
40,0	100,0	150,0	595,2
50,0	100,0	150,0	595,2
60,0	100,0	150,0	595,2
70,0	100,0	150,0	595,2
80,0	100,0	150,0	595,2
0,0	100,0	200,0	645,2
10,0	100,0	200,0	645,2
20,0	100,0	200,0	645,2
30,0	100,0	200,0	645,2
40,0	100,0	200,0	645,2
50,0	100,0	200,0	645,2
60,0	100,0	200,0	645,2
70,0	100,0	200,0	645,2
80,0	100,0	200,0	645,2
0,0	50,0	150,0	645,2
10,0	50,0	150,0	645,2
20,0	50,0	150,0	645,2
30,0	50,0	150,0	645,2
40,0	50,0	150,0	630,3
0,0	50,0	200,0	695,2
10,0	50,0	200,0	695,2
20,0	50,0	200,0	695,2
30,0	50,0	200,0	695,2
40,0	50,0	200,0	695,2

(100 mm) dan pengaruh dominan dari (GEMAK - GSET) terhadap nilai hujan bermanfaat. Berdasar data tahun 1976 tersebut suatu tinjauan terhadap akibat pergeseran permulaan tanam juga dilaksanakan. Sepuluh alternatif permulaan tanam dipergunakan untuk melihat pengaruhnya, terutama terhadap nilai selisih antar hujan bermanfaat terkecil dan terbesar semusim. Nilai-nilai yang

Tabel 2. **Selisih antara hujan bermanfaat terkecil dan terbesar dengan 10 alternatif permulaan tanam**

Alternatif ke- 1 s/d 10	Nilai Selisih (mm)
1	100,0
2	130,0
3	163,0
4	135,6
5	100,0
6	126,0
7	130,4
8	124,0
9	100,0
10	67,0

didapatkan dari hasil hitungan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa untuk data hujan tahun 1976, maka dengan jadwal permulaan tanam yang bergeser dengan 10 alternatif seperti halnya diuraikan di depan, hujan bermanfaat mendapat pengaruh nyata dari cara manajemen air di petak sawah. Hal ini dapat diartikan bahwa cara manajemen air yang tepat akan meningkatkan nilai hujan bermanfaat dengan kuantitas yang cukup berarti.

Selisih nilai hujan bermanfaat antara manajemen air terburuk (dari 28 alternatif) dengan yang terbaik berkisar antara 67 mm sampai 163 mm. Dari 10 alternatif tersebut nilai rerata selisih hujan bermanfaat musiman adalah 117,6 mm.

Di samping nilai selisih hujan bermanfaat akibat manajemen air terbaik dan terburuk dari 28 alternatif manajemen air yang disimulasikan dalam studi ini, maka dipandang perlu untuk mengetahui perubahan nilai hujan bermanfaat

musiman akibat penggeseran permulaan tanam. Hal ini penting untuk mendapat gambaran tentang kenaikan kebutuhan air irigasi musiman apabila permulaan tanam bergeser memasuki periode mendekati peralihan ke musim kemarau.

Grafik 1 disajikan untuk memberikan gambaran perubahan nilai hujan bermanfaat berdasar data tahun 1976 dalam kaitannya dengan penggeseran permulaan tanam.

Dengan penggeseran permulaan tanam 10 kali ke arah musim kemarau dimulai dari 2 Januari 1976 dan setiap penggeseran adalah 1 minggu, hasil hitungan hujan bermanfaat yang diperoleh digambar pada Grafik 1. Grafik tersebut menunjukkan bahwa hujan bermanfaat satu musim nilainya berkurang ke arah musim kemarau. Hal ini memang sesuai dengan logika awam, namun dalam hal ini nilai kuantitatif dapat dilihat dari grafik. Dua garis pada grafik bermaksud menggambarkan konsekuensi hujan bermanfaat akibat manajemen terbaik dan terburuk dari 28 alternatif manajemen air di petak sawah yang disimulasikan dalam studi ini. Hasil-hasil hitungan hujan bermanfaat berdasar data hujan tahun 1977, 1978, 1979, dan 1980 diilustrasikan pada grafik 2, 3, 4, dan 5.

Pengamatan lebih rinci terhadap keluaran hasil hitungan hujan bermanfaat berdasar data hujan tahun 1976, 1977, 1978, 1979, dan 1980 semuanya menunjukkan bahwa hujan bermanfaat terbesar dicapai pada nilai terbesar dari (GEMAK-GSET) yang digunakan untuk simulasi. Hal ini berarti bahwa keragaan pengaruh manajemen air terhadap hujan bermanfaat berdasar lima tahun data hujan, setiap tahunnya menampilkan karakter hubungan yang serupa.

Kemiripan secara garis besar tersebut kadang-kadang tidak lepas dari perbedaan pada detail persoalan. Sebagai contoh adalah Grafik 3 yang memiliki keragaan agak berbeda pada alternatif permulaan tanam ke-6. Hal ini disebabkan oleh besar dan urutan hujan harian yang spesifik pada tahun 1978. Berbeda dengan Grafik 3, Grafik 2, 4, dan 5 tidak menunjukkan sifat spesifik tetapi bersifat mirip antara satu dengan lainnya.

Kesimpulan

Dari uraian pada pembahasan dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh nyata dari pengaturan tinggi genangan air di petak sawah terhadap hujan bermanfaat. Pengaturan tinggi genangan dapat dilakukan melakukan penentuan GEMAK (tinggi pematang), penentuan tinggi minimum (GEMIN) dan penentuan tinggi air normal (GSET) untuk batas pemberian air irigasi pada saat tinggi muka air lebih rendah dari GEMIN. Hasil hitungan menunjukkan secara nyata bahwa nilai (GEMAK - GSET) merupakan faktor penentu bagi nilai hujan yang dapat dimanfaatkan sebagai hujan bermanfaat. Untuk kondisi Sempor berdasar data curah hujan harian di Gombong kesimpulan tersebut di atas berlaku, namun nilai kuantitatif dari hujan bermanfaat yang dapat dimanfaatkan berkaitan dengan suatu permulaan tanam, GEMAK, GEMIN, dan GSET tertentu berubah dari tahun ke tahun.

Siratan yang didapat dari kesimpulan di atas yaitu pentingnya membuat analisis hujan bermanfaat terlebih dahulu sebelum melakukan hitungan kebutuhan air irigasi. Secara tidak langsung, tampak jelas bahwa hitungan kebutuhan air irigasi

secara teliti perlu memasukkan parameter tinggi pematang sawah dan nilai variabel GEMIN dan GSET yang akan digunakan dalam pelaksanaan manajemen air irigasi di petakan sawah.

Untuk daerah irigasi Sempor sekitar stasiun penakar hujan Gombong, maka Grafik 1 sampai dengan 5 dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan nilai hujan bermanfaat musiman yang dipakai. Karena jenis padi yang berbeda, dan nilai evapotranspirasi serta perkolasi yang berbeda, maka nilai kuantitatif hujan bermanfaat akan berbeda.

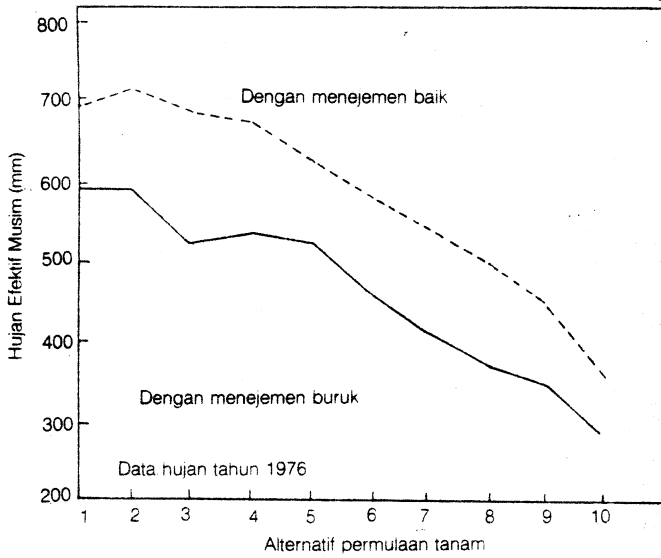
Saran

Nilai kuantitatif yang didapat dari studi ini dapat digunakan sebagai acuan untuk melihat karakter hujan bermanfaat namun tidak dapat dipakai secara langsung untuk perencanaan pemberian air irigasi. Manfaat dari studi ini adalah membuka kerangka hubungan antara manajemen air dan hujan bermanfaat. Selanjutnya, untuk memanfaatkan studi ini sebagai pendukung hitungan kebutuhan air irigasi di suatu daerah, prosedur hitungan hujan bermanfaat harus diterapkan lagi untuk data setempat. Karena nilai-nilai yang didapat berubah dari tahun ke tahun, maka penentuan nilai hujan bermanfaat terpakai dalam perencanaan operasi jaringan irigasi perlu dikombinasikan dengan analisa probabilitik tentang nilai-nilai hujan bermanfaat yang didapat dengan prosedur dalam studi ini.

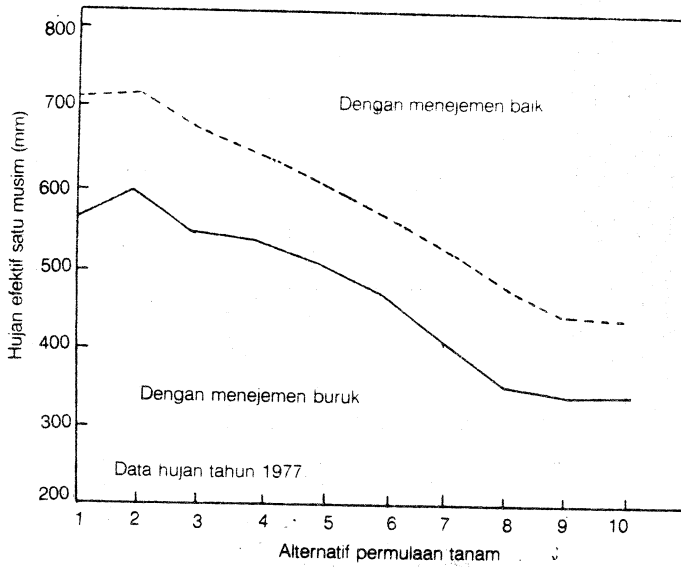
Untuk studi lebih lanjut, hal yang segera perlu diteliti adalah pengaruh diskritisasi harian, karena hujan sebenarnya terjadi dengan durasi yang berbeda-beda dalam suatu hari.

Daftar Pustaka

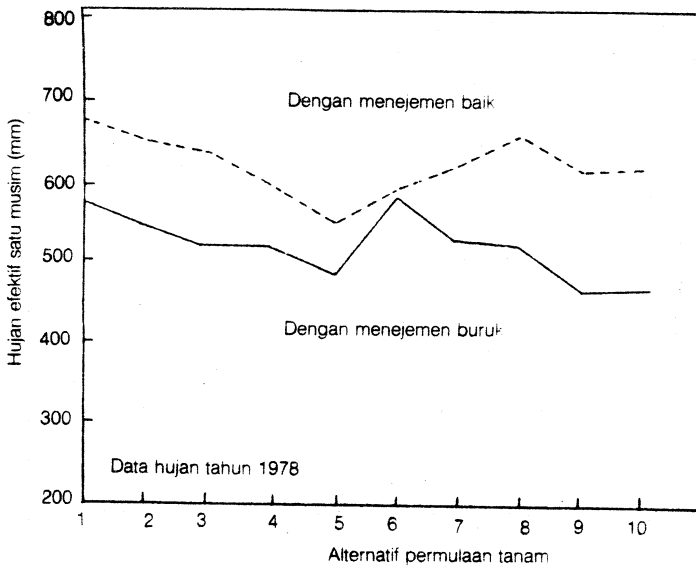
- ASCE, 1971, *Optimization of Irrigation and Drainage Systems* at Irrigation and Drainage Specialty Conference, Lincoln, Nebraska.
- Clayton, E., and Petry, F., 1981, *Monitoring Systems for Agricultural and Rural Development Projects*, FAO, Rome.
- Dastane, N.G., 1974, *Effective Rainfall in Irrigated Agriculture*, FAO, Rome.
- Direktorat Irigasi, 1980, *Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi*, Dept. PU, Jakarta.
- Dirwan, 1983, Padi Sawah, Hujan Efektif dan Kebutuhan Air Irigasi di daerah Bengawan Solo Hulu, Thesis untuk Sarjana Utama Teknik Sipil, UGM, Yogyakarta.
- Doorenbos, J., and Pruitt, W.O., 1977. *Guidlines for Predicting Crop Water Requirments*, FAO, Rome.
- Fakultas Teknik UGM, 1987. Penelitian Sistem dan Prasarana Pengairan DIY, FT UGM, Yogyakarta.
- Fakultas Teknik UGM, 1987, Penelitian Potensi Pengairan di DIY, FT UGM, Yogyakarta.
- Haan, C.T., 1979, *Statistical Methods in Hydrology* The Iowa State Press, Ames.
- Hossain, A., 1969, Water Balance ini Northeast Thailand, Thesis for The Degree of Master of Engineering, AIT, Bangkok.
- Kalsim, D.K., 1980, Reliability of Small Reservoir for Irrigation in Northeast Thailand, Thesis for The Degree of Master of Engineering, AIT, Bangkok.
- Michael, A.M., 1978, *Irrigation Theory and Practice*, Vikas Publishing House PVT LTD, New Delhi.
- Phien, H.N., Eggers, H., and Suchindah, A., 1980. An Assessment of Rainfed Irrigation for Northeast Thailand, Proceedings of The International Conference on Water Resources Development, The Chinese Institute of Engineers, Taipei.
- Sudjarwadi, 1981, Reliability of Small Irrigation Reservoirs, Thesis for The Degree of Master of Engineering, AIT, Bangkok.
- Sudjarwadi, Sri Harto Br, dan Darmanto, 1983, *Debit Air Tersedia Daerah Pengaliran Kupang Sambong*, Fakultas Teknik UGM.
- Sudjarwadi, 1986, A Simulation Model of Irrigation Water Requirements for Paddies in The Mountainous Progo River Basin. Doctorate Thesis. University of Iowa.
- Sudjarwadi, 1987. *Hujan Mangkus Untuk Padi Sawah di Sempor Kabupaten Kebumen*, Laporan Penelitian, Fakultas Teknik, UGM.
- Sudjarwadi, 1987, Dasar-dasar Teknik Irigasi, PAU Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudjarwadi, 1987, Usulan Penelitian Institusional : Penetapan Efisiensi Irigasi Pada Daerah Irigasi Sederhana, PAU Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



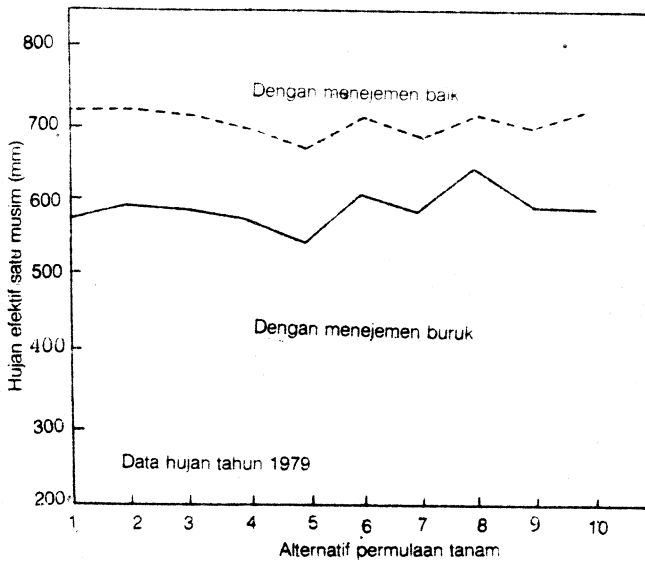
Grafik 1. **Nilai hujan efektif**
Dengan 10 alternatif masa tanam



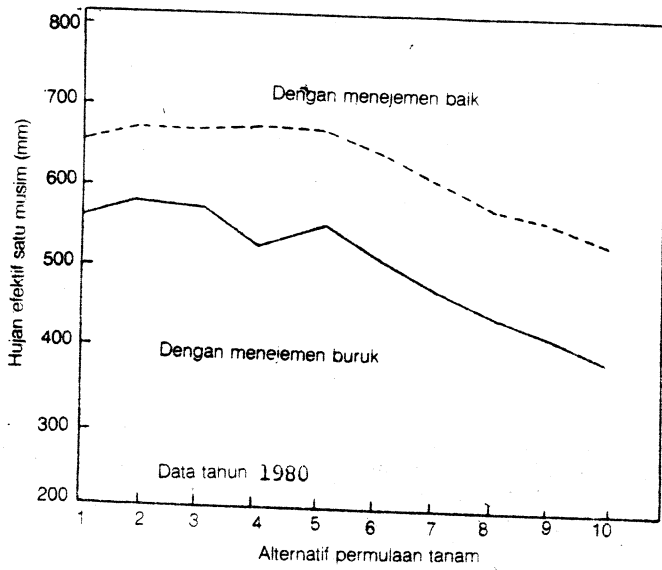
Grafik 2. **Nilai hujan efektif**
Dengan 10 alternatif masa tanam



**Grafik 3. Nilai hujan efektif
Dengan 10 alternatif masa tanam**



**Grafik 4. Nilai hujan efektif
Dengan 10 alternatif masa tanam**



**Grafik 5. Nilai hujan efektif
Dengan 10 alternatif masa tanam**