PENGEMBANGAN IRIGASI, PRODUKSI PANGAN DAN IMPLIKASINYA TERHADAP SIKLUS AIR
(Irrigation Development, Food Production and Their Implication to the Hydrological Cycles)

Oleh:

Sahid Susanto *)

Abstract

The cereal production especially rice has increased sharply in Indonesia. The irrigation development program implemented by the government has become an important role in the production process. However, expansion of irrigated paddy lands significantly influence the hydrological regime in its basin. A set of basic indicator for assessing the hydrological implication of the development in a river basin was proposed.

1. Perkembangan Produksi Pangan dan Pemasukan Kalori

Adalah suatu keputusan yang bijaksana dengan meletakkan pertanian dan irigasi masih menjadi titik berat pembangunan seperti tercermin dalam RAPBN 1991/1992 yang diumumkan pemerintah baru-baru ini. Kenaikan anggaran RAPBN sebesar Rp2,39 milyar dari RAPBN 1990/1991 atau sebesar 17,7% untuk sektor pertanian dan irigasi ini menunjukkan kemauan pemerintah untuk mempertahankan swasembada beras.

Dari pengolahan data statistik seperti terlihat dalam Tabel 1, menunjukkan bahwa selama tahun 1969 — 1979, total produksi biji-bijian (88%-nya adalah beras) naik dari 17 juta ton menjadi 30 juta ton atau naik sebesar 76%, dan naik hampir dua kali lipat atau 50 juta ton pada tahun 1987. Puncak kenaikan ini terjadi pada tahun 1984 sehingga dengan bangga Indonesia telah menjadi negara swasembada beras.

Usaha keras menaikkan produksi biji-bijian ini tentu saja dalam rangka mencukupi

Tabel 1. **Produksi biji-bijian, jumlah penduduk dan pemasukan kalori di Indonesia, 1966 — 1987**

Macam	1966*)	1979*)	1987**)	Kenaikan, %	
				1966 — 1979	1979 — 1987
Produksi bahan pangan utama, (%)					
— beras	—	88	62	—	— 29
— maizena	—	11	27	—	+ 145
— lainnya	—	1	5	—	+ 400
Produksi biji-bijian (1000 tons)	17,393	30,644	50,164	76	65
Populasi (million)	109.96	139.38	171.10	27	23
Biji-bijian/kap (kg/kap)	158	220	296	39	60
Pemasukan kalori (kal/kap/hari)	1,809	2,308	2,450	28	4

Sumber: *) Takase, K (1982); **) dianalisa dari 1) Biro Pusat Statistik Indonesia: Kenaikan Populasi Penduduk Indonesia berdasarkan hasil survai 1985; 2) Pidato Pertanggungan Jawab Presiden 1988

*)Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian UGM.

kebutuhan pangan penduduk yang terus naik begitu tajam. Pada tahun 1969, penduduk Indonesia masih 110 juta dan telah menjadi 183 juta orang di tahun 1990. Program keluarga berencana telah menurunkan laju pertumbuhan penduduk dari 2,3 menjadi 2,0 selama kurun waktu 1969 — 1987, tetapi secara keseluruhan penduduk Indonesia masih akan berjumlah 216 juta di tahun 2000.

Kenaikan produksi biji-bijian juga telah mengatrol kenaikan pemasukan kalori (*calori intake*) per kapita penduduk Indonesia sebesar 500 kalori/orang/hari atau naik 28% dari 1966 — 1979. Selama 1979 — 1987, kenaikan mengalami penurunan, tetapi total kalori telah dicapai sebesar 2450 kalori/orang/hari. Suatu prestasi besar, walaupun masih lebih rendah bila dibanding dengan Singapura, Hongkong, Korea Selatan dan Malaysia yang telah mencapai 2600 — 3100 kalori/orang/hari. Tetapi jauh lebih tinggi dari Nepal, Kamboja, Laos, Afganistan, Bangladesh maupun Vietnam yang masih bertengger disekitar 1600 — 2000 kalori/orang/hari. Prestasi diatas tentu hasil dari program irigasi dan program pembangunan pertanian besar-besaran yang diikuti dengan pengembangan di bidang industri.

2. Derajat Irigasi

Tabel 2 menyajikan sebaran lahan yang diolah untuk beberapa pulau utama di Indonesia pada tahun 1984. Hampir 7,5 juta ha lahan yang diolah untuk produksi pangan di Indonesia atau kira-kira 50% berada di Jawa, kemudian diikuti Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Bali dan Maluku & Irian. Dari sebaran luas lahan itu, sebagian besar lahan yang diolah berupa lahan beririgasi. Hal ini menunjukkan bahwa ketergantungan produksi beras di Indonesia pada lahan beririgasi sangatlah tinggi.

Walaupun demikian kenyataan di atas baru memberikan salah satu sisi dari situasi yang sebenarnya. Pulau-pulau di Indonesia sangatlah bervariasi baik dalam hal luasnya maupun sifat iklimnya. Dengan demikian adalah sangatlah berguna untuk mempertimbangkan juga derajad irigasi atau persentasi lahan beririgasi (irigasi teknis, setengah teknis, sederhana dan pasang surut) terhadap total lahan yang diolah. Tabel 3 dan Gambar 1 menyajikan parameter ini.

Dari parameter derajad irigasi ini terlihat bahwa disini terjadi ketidakseimbangan. Grup pertama, dengan lebih dari 60% lahan irigasi mendominasi total lahan yang diolah

Tabel 2. **Lahan yang dipakai untuk produksi pertanian untuk beberapa pulau utama di Indonesia, 1984**

unit: 1000 ha

Pulau	Irigasi *)	Tadah Hujan	Lainnya	Total
Sumatera	1,016.3	538.0	430.4	1,984.7
Java	2,502.9	937.0	16.1	3,456.0
Bali	97.6	1.1	—	98.7
Nusa Tenggara	296.1	77.1	—	373.2
Kalimantan	397.8	419.1	122.7	940.2
Sulawesi	411.8	300.4	12.0	724.2
Maluku & Irian	2.6	9.5	—	12.1
Indonesia	4,624.9	2,272.2	581.2	7,478,3

Catatan: *) Lahan irigasi termasuk irigasi teknis, setengah teknis, sederhana dan pasangsurut

berada di Jawa dan Bali. Grup kedua yang bervariasi antara 40 — 60% diduduki oleh Nusa Tenggara, Sulawesi, Sumatra, dan Kalimantan. Grup ketiga, di mana derajad irigasinya kurang dari 20% berada di Maluku dan Irian.

Fakta ini memberikan petunjuk bahwa perkembangan irigasi untuk pulau Jawa dan Bali dimana 60% lahan sudah beririgasi, para petaninya sudah begitu mengerti bagaimana berbudidaya padi, petani sudah tahu tekniknya, pengelolaannya maupun pengorganisasiannya. Pengembangan irigasi selanjutnya di wilayah ini seyogyanya dititik beratkan pada efisiensi air irigasi.

Di Maluku dan Irian dimana derajadnya masih menunjukkan kurang dari 20% memberikan arti bahwa petani belum punya banyak pengalaman dalam berbudidaya padi. Pengembangan pendidikan baik petaninya sendiri atau petugas lapang pertanian, dengan demikian menjadi lebih penting daripada pengembangan irigasinya sendiri.

Tabel 3. **Gambaran derajad irigasi di Indonesia**

Pulau Utama	Derajad Irigasi
Sumatera	0.51
Java	0.72
Bali	0.99
Nusa Tenggara	0.79
Kalimantan	0.42
Sulawesi	0.57
Maluku & Irian	0.21
Indonesia	0.62

3. Pembangunan Irigasi dan Produksi Padi

Mengenai perkembangan luas lahan dan produksi padi yang dihasilkannya, terlihat bahwa sejak Orde Baru memegang pemerintahan (1966), sampai dengan tahun 1987 luas lahan irigasi melonjak hampir dua kali lipat dengan laju sebesar 2,4% per tahun. Laju kenaikan maksimum dicapai pada tahun 1987 (Tabel 4). Tendensi ini juga diikuti dengan kenaikan produksi padi. Produksi padi pada tahun 1987 sebesar 44 juta ton, naik tiga kali lipat sejak 1966. Tingkat produksi yang dicapai ini diperoleh dengan naiknya intensitas tanam hingga mencapai rata-rata 1,8. Mengenai kenaikan produksi per satuan luas, tercatat naik dari 2,4 ton/ha menjadi 4,5 ton/ha. Nilai ini bila diplotkan ke dalam sejarah evolusi padi di negara-negara berkembang dengan Jepang sebagai perbandingan, telah berada di fase keempat bersama-sama dengan Taiwan. Walaupun demikian masih lebih rendah dari Korea dan Jepang yang telah mencapai 6 — 7 ton/ha, tetapi jauh lebih tinggi dari Philippina, Laos, Birma (Myanmar) maupun Vietnam.

Kenyataan ini menunjukkan bahwa lahan irigasi memberikan peranan yang besar dalam mencapai swasembada pangan. Kira-kira 60 — 70% padi diproduksi dari lahan beririgasi. Walaupun demikian, bila melihat perkembangan penduduk, untuk terus mempertahankan swasembada pangan masih perlu banyak inovasi baru. Perhitungan secara sederhana mengenai lahan beririgasi sampai tahun 2005 seperti disajikan dalam Tabel 5 menunjukkan bahwa kebutuhan luas lahan beririgasi terus meningkat, seirama dengan pertambahan penduduk. Padahal kalau melihat besarnya derajad irigasi seperti telah diuraikan di atas, peluang mengembangkan lahan irigasi secara horisontal, terutama di pulau-pulau yang masuk grup pertama, nampaknya semakin sempit.

Yang menjadi persoalan sekarang adalah bagaimana menyeimbangkan antara penyediaan sumberdaya air dalam alam dengan kebutuhan air khususnya untuk memproduksi bahan pangan yang semakin

Tabel 4. **Perkembangan produksi padi dan pembangunan irigasi di Indonesia**

Macam	Unit	1966 – 1968	1974	1979	1987
Produksi	(1000 ton)	15,382	21,066	24,841	44,195
Areal panen	(1000 ha)	6,364	7,340	7,667	9,865
Areal irigasi	(1000 ha)	3,388	3,657	4,062	5,272
Laju perkembangan	(%)	—	1.3	2.2	3.7
Intensitas tanam	—	1.87	2.00	1.89	1.87
Rata-rata produksi	(ton/ha)	2.42	2.87	3.24	4.48

Dihitung dari dua sumber:

1) Statistik Indonesia, 1979, 1986
2) Pidato Pertanggungan Jawab Presiden RI, 1988

Tabel 5. **Proyeksi kebutuhan konsumsi beras dan luas panen lahan berirrigasi**

Tahun	Populasi (Juta)	Total Konsumsi Beras (Juta Ton)	Kebutuhan Lahan Berirrigasi (Juta Ha)	Kebutuhan Luas Panen (Juta Ha)
1985	164.6	22.22	4.6	8.7
1990	182.7	24.66	5.1	9.6
1995	199.6	26.95	5.6	10.6
2000	216.1	29.17	6.0	11.3
2005	231.4	31.24	6.4	12.1

Catatan:

diambil konsumsi beras = 125 kg/kap/tahun; produksi padi rata-rata = 4.5 ton/ha; faktor kehilangan = 0.35; kontribusi lahan berirrigasi dalam memproduksi padi = 65%; rata-rata intensitas tanam = 1.88.

meningkat itu tetapi tanpa merusak kondisi hidrologisnya sendiri.

4. Kasus Sumberdaya Air untuk Pengembangan Pertanian di Daerah Aliran Sungai Kali Progo, Jawa Tengah

(a) Faktor-faktor Sosial Ekonomi yang Mempengaruhi Pengembangan Pertanian

Tingkat kepadatan penduduk di daerah aliran sungai Kali Progo yang mempunyai luas areal 2027 km^2 ini sudah mencapai kira-kira 900 orang/km^2 dengan laju pertumbuhan 2,1% per tahun. Dua pertiga penduduknya sangat bergantung pada pertanian skala kecil yang pada umumnya bekerja di lahan yang kurang dari 0,5 ha (Tabel 6). Walaupun lebih dari 60% petani di wilayah ini bekerja di lahan sawah berirrigasi dengan kondisi kesuburan tanah yang tinggi, ukuran lahan yang sempit merupakan faktor kendala utama dalam memperbaiki dan menaikkan produksi hasil pertanian mereka. Berbagai program telah dan terus dilakukan oleh pemerintah, namun secara ekonomi petani di wilayah ini pada umumnya masih miskin dan hasil yang diperoleh dari budidaya pertaniannya sangat sulit untuk dipakai mengembangkan diri (Tabel 7). Kondisi yang sangat kontras bila dibandingkan dengan

pertanian di negara-negara maju, dimana tanaman utama yang dibudidayakan adalah gandum dan jagung, dikerjakan dengan skala besar dan menggunakan alat dan mesin pertanian (20 — 40 ha di Eropa dan 100 ha di Amerika), dan secara ekonomi sangatlah menguntungkan.

(b) Faktor-faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pengembangan Pertanian

Seperti tertera dalam Tabel 8, dari sudut Klimatologi, DAS Kali Progo berada dalam wilayah beriklim hujan muson tropis basah dengan perubahan musim yang tegas. Tanah pada umumnya subur secara alamiah, tata guna lahan didominasi oleh lahan sawah (46%), disusul tadah hujan (33%), pemukiman (15%), sisanya berupa hutan tropis (lihat Gambar 2). Dari nilai indek aliran minimum yang besarnya bisa mencapai 0,45 — 0,65 $m^3/det/km^2$), adalah merupakan sesuatu hal yang agak aneh bila melihat tataguna lahan seperti disebutkan di atas indek ini masih bisa dicapai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan membandingkan karakteristik geologi di DAS ini dengan beberapa DAS di Jepang, karakteristik geologi di DAS Kali Progo memang mempunyai kemampuan yang lebih tinggi untuk menyimpan air dan melepaskannya perlahan-lahan sebagai sumber air utama dalam mensuplai air irigasi untuk lahan persawahan di daerah bawah (Susanto, S. dan Kaida, Y, 1991).

Kondisi yang menguntungkan ini dimanfaatkan oleh pemerintah untuk membangun fasilitas irigasi dalam rangka menyokong program swasembada pangan. Para petani sendiri, baik secara individu maupun kelompok juga membangun sarana irigasi terutama di daerah tengah dan atasan DAS. Disamping itu, petani mempunyai kecenderungan menanam padi tiga kali setahun bila air di saluran cukup tersedia. Kenyataan ini tentu saja menjadikan beban DAS dalam mensuplai air irigasi menjadi lebih berat, disamping dari segi yang lain akan mengundang hama dan penyakit tanaman.

(c) Mengubah Siklus Air

Dengan berbagai inovasi tentu tingkat produksi tanaman pangan, terutama padi di DAS ini masih punya peluang untuk diatasi.

Tabel 6. **Tipe pertanian skala kecil di daerah aliran sungai Kali Progo**

Tata Guna Lahan	Lokasi	Tipe	Keuntungan	Kerugian
a) Lahan tembakau	daerah atasan	petani skala kecil, tenaga kerja manusia	mendukung industri pertanian	bahaya erosi dan resiko degradasi regim air
b) Tadah hujan (biasanya ditanami palawija*)	atasan sampai tengah, bergelombang dan berteras-teras	petani skala kecil, subsisten produksi rendah, tenaga kerja manusia	diversifikasi tanaman menaikkan pendapatan, sedikit hama dan penyakit tanaman, sedikit perlu air	sensitif terhadap fluktuasi hujan, resiko erosi dan degradasi regim air
c) Sawah beririgasi	tengah sampai bawah, irigasi berteras	petani skala kecil, subsisten tenaga kerja manusia dan hewan, lahan sempit	erosi kecil, terbuka untuk teknologi baru, sistim produksi tanaman yang lebih efisien	air irigasi harus tersedia, petani memerlukan skil yang memadai, kebutuhan air tinggi

Catatan:

*) palawija: kacang tanah, kedele, jagung dan sebagainya.

Tabel 7. **Faktor sosial dan ekonomi yang mempengaruhi pengembangan pertanian di DAS Kali Progo**

a) populasi:
   — padat penduduk (kepadatan penduduk tahun 1990 sekitar 900 orang/km^2)
   — laju pertumbuhan penduduk tinggi (2.1%/tahun)

b) pertanian skala kecil:
   — luas lahan sempit (0.1 to 0.5 ha)
   — subsisten
   — penggunaan tenaga kerja manusia dan hewan
   — tingkat produksi belum tinggi (padi, 3,5 sampai 4,5 ton/ha)

c) ekonomi:
   — income yang rendah
   — harga produk-produk pertanian di pasar bebas rendah
   — organisasi petani belum berjalan secara maksimal
   — sumber pemasukan dari luar pertanian terbatas

Sumber: Dianalisis dari berbagai penerbitan Biro Pusat Statistik.

Tabel 8. **Karakteristik lingkungan di DAS Kali Progo (2027 km^2)**

a) Hujan munson tropis:
   — hujan tahunan lebih dari 2000 mm, kecuali pada ketinggian diatas 1500 meter; rata-rata temperatur 27 — 28°C, dengan fluktuasi tidak lebih dari 10°C.

b) Neraca air:
   — dua musim yang kontras, enam bulan hujan (April — Oktober) dan enam bulan berikutnya kemarau. Selisih hujan dan evapotranpirasi (R - Et_o) surplus untuk neraca tahunan (50 — 1600 mm), surplus selama musim hujan (5 — 8 bulan) dan deficit selama musim kemarau 4 — 7 bulan).

c) Tanah:
   — subur secara alamiah, mempunyai kapasitas yang tinggi untuk mengabsorbsi air, mudah tererosi.

d) Vegetasi alam: hutan tropis (sangat sedikit)

e) Keadaan tataguna lahan:
   — pertanian menetap dengan fragmentasi tata guna lahan sawah mendominasi sebesar 46% dari total luas DAS, tadah hujan 33%, hutan 8%, pemukiman 15%; banyak tanaman pangan dibudidayakan di lahan atasan yang bergelombang.

f) Regim air:
   — aliran air tanah bisa mencapai 600 — 700 mm/tahun, indek aliran minimum 0.45 — 0.65, debit maksimum dan minimum di sungai utama masing-masing 200 — 250 dan 5 — 50 m^3/detik (di titik pengeluaran paling bawah).

g) Kedaan jaringan irigasi:
   — banyak bangunan bendung kecil yang permanen dengan luas daerah irigasi sekitar 500 — 2000 ha, dimusim tanam pertama dapat mengairi semua lahan sawah, lebih dari 50% di musim tanam kedua dan kurang dari 50% di musim kemarau.

Catatan:

*) indek aliran minimum adalah nisbah antara debit minimum aliran air tanah tahunan di titik pengeluaran paling bawah (base flow) dengan luas daerah pengalirannya.

Tabel 9. **Indikator dasar dalam menilai perubahan hidrologis di kawasan DAS**

Indikator Fisik	Indikator Kimiawi	Lainnya
— volume — debit — sedimen — klimat	— kandungan bahan kimia terlarut — kandungan bakteri — medis (sanitasi)	— kecepatan aliran — ekonomi irigasi — nisbah luas total areal DAS dan luas areal tiap jenis penggunaan lahan

Walaupun demikian, perlu diingat bahwa pengubahan bentuk penggunaan lahan termasuk pengubahan lahan menjadi lahan beririgasi akan mengurangi penggunaan lahan lain. Dan yang lebih penting lagi adalah pengubahan bentuk penggunaan lahan akan mengubah regim airnya yang pada gilirannya akan mengubah pula sumberdaya air secara keseluruhan di wilayah ini.

Hasil simulasi hidrologi telah dilakukan oleh Susanto dan Kaida (1991a, b, c) di DAS ini dengan menggunakan beberapa variasi skenario lima jenis tata guna lahan (hutan, tadah hujan, perkebunan, sawah beririgasi dan pemukiman). Konsekuensi hidrologis dari perubahan tata guna lahan dinilai dari ketersediaan air mensuplai lahan beririgasi, perubahan debit maksimum dan minimum. Hasil simulasi menyarankan luas lahan beririgasi yang ideal untuk DAS di daerah ini berkisar antara 30 — 40% dari luas DAS. Perluasan lahan ini ternyata mengakibatkan penurunan penyediaan air. Luas hutan sebaiknya diusahakan 20 — 30% luas DAS. Luas pemukiman (termasuk komplek industri, fasilitas umum, dan lain-lain) yang sangat sulit dikontrol pengembangannya, maksimum luas penggunaan lahan ini sebaiknya 20% luas total DAS.

Simulasi hidrologi ini tentu perlu diuji di lain lokasi. Walaupun demikian, paling tidak dengan menggunakan model hidrologi ini telah dapat diketahui konsekuensi secara kuantitatif akibat perluasan lahan sawah beririgasi. Disamping itu, hasil simulasi ini juga bisa memberi peringatan kepada kita bahwa pengembangan irigasi ke arah horisontal di DAS Kali Progo nampaknya sudah melampaui batas keserasian tata guna lahan.

5. Indikator Dasar untuk Menilai Perubahan Siklus Air di Daerah Aliran Sungai

Studi kasus sumberdaya air untuk pengembangan pertanian di DAS Kali Progo membawa arti tersendiri bila dikaitkan dengan kecenderungan semakin meningkatnya kebutuhan pangan terutama beras seperti telah diuraikan dimuka. Parameter derajat irigasi, misalnya, bisa dilihat pula sebagai irigasi, misalnya, bisa dilihat pula sebagai cerminan kemampuan suatu wilayah dalam menyediakan air untuk irigasi. Pemikiran ini,

dengan demikian, dapat dikembangkan lagi untuk mencari indikator dasar dalam menilai perubahan watak hidrologis sebagai konsekuensi dari pengembangan pertanian (dan sekaligus juga pengembangan lahan untuk pemukiman dan industri) di kawasan DAS, yang pada gilirannya akan diketahui pula perubahan kemampuan sumberdaya airnya dari waktu ke waktu. Tabel 9 menyajikan suatu usulan indikator dasar itu yang mungkin bisa dipergunakan.

Indikator dasar tersebut tentu masih diperlukan penjabaran lebih rinci lagi hingga memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai indikator penilai perubahan yang mudah dimengerti.

Dalam upaya mempertahankan kesetimbangan hidrologis yang diinginkan, masalahnya adalah seberapa jauh nilai-nilai indikator dapat diterima oleh semua pihak atau mungkin bisa disebut sebagai nilai standar hidrologis DAS. Dengan demikian, nilai-nilai itu dapat dipakai sebagai pengontrol oleh semua pihak yang melakukan aktivitas di DAS yang bersangkutan.

Sepanjang perubahan tataguna lahan merupakan bagian yang dianggap cukup penting dalam pengembangan pertanian, model hidrologi Trophysdsim-1 telah menunjukkan watak kinerjanya untuk mensimulasi sebagian besar watak hidrologis sistim DAS. Walaupun demikian, model itu masih belum mampu untuk mengukur semua indikator dasar yang telah diusulkan seperti di atas. Pengembangan dan penyempurnaan dari model itu masih sangat diperlukan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Suprodjo Pusposutardjo yang telah memberikan masukan dan tambahan materi penulisan yang berarti.

Daftar Bacaan

Anonim. 1985: *Kenaikan Populasi Penduduk Indonesia berdasarkan hasil survai 1985.* Biro Pusat Statistik Indonesia, Jakarta.

_____, 1979, 1986: *Statistik Indonesia.* Biro Pusat Statistik, Jakarta.

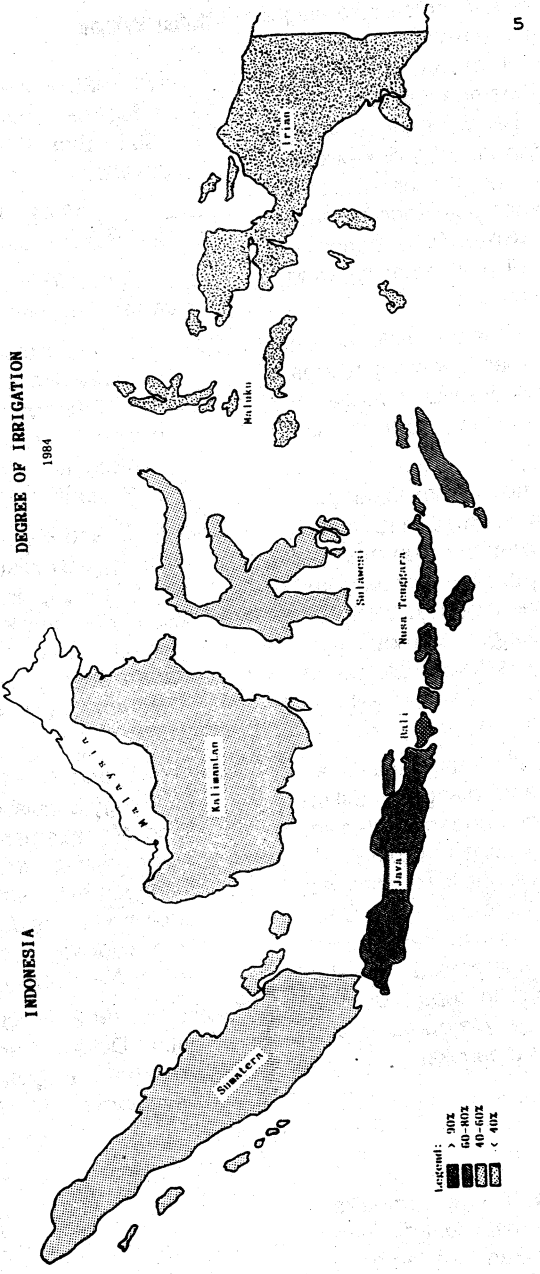
_____, 1988: *Pidato Pertanggungan Jawab Presiden Rep. Indonesia.*

Susanto, S and Kaida, Y. a (1991): Tropical Hidrology Simulation Model 1 for Watershed Management: Part I. Model Building. *Journal of Japan Society of Hidrology and Water Resources, Vol. 4 No. 2, June 1991.*

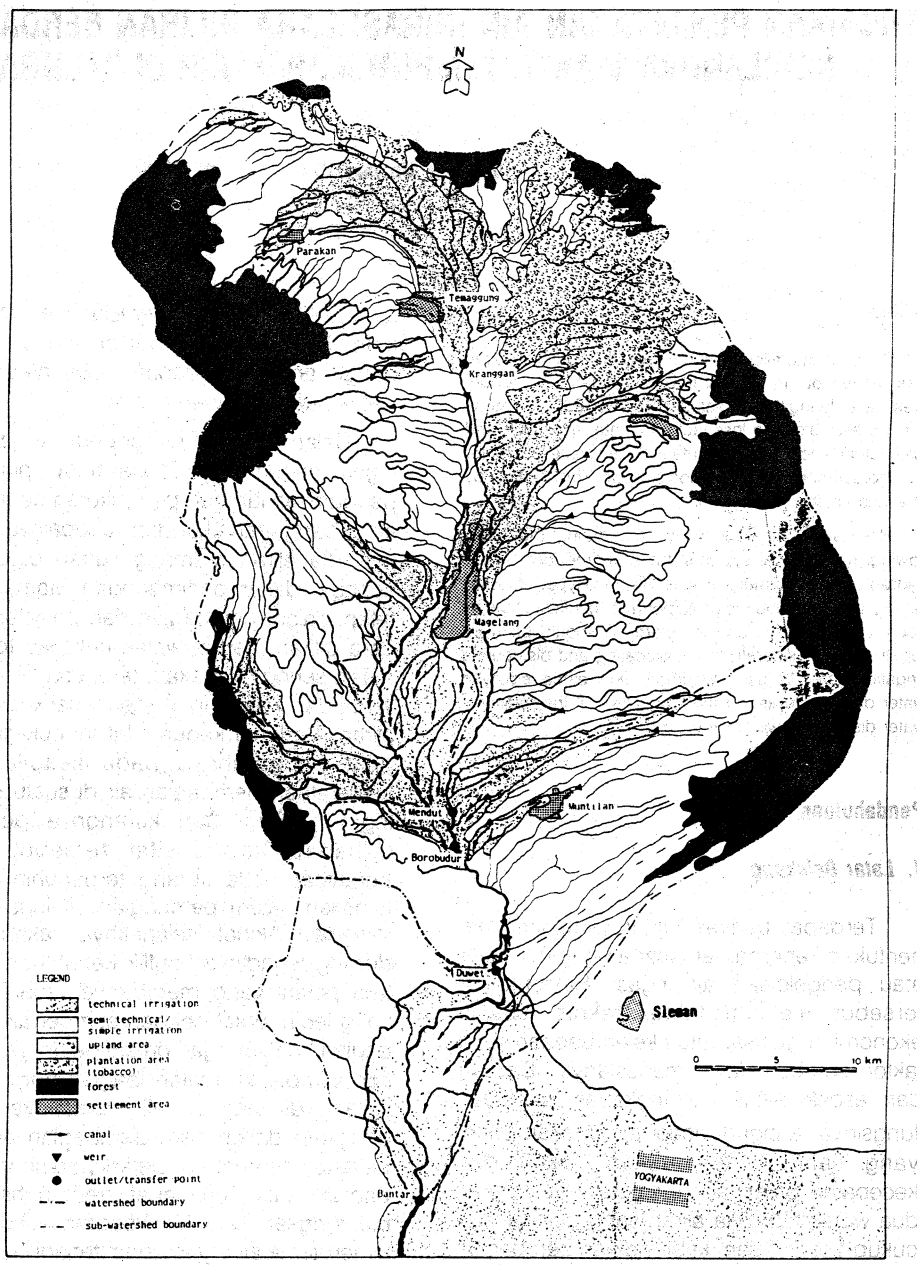
Susanto, S. and Kaida, Y. b (1991): Tropical Hidrology Simulation Model 1 for Watershed Management: Part II. Model Application to the Kali Progo River Basin, Central Java Indonesia. *Journal of Japan Society of Hidrology and Water Resources, Vol. 4, No. 3. September 1991.*

Susanto, S. and Kaida, Y. c (1991): Tropical Hidrology Simulation Model 1 for Watershed Management: Part III. Using the Trophydsim-1 Model for Land Use Management. Accepted and to be published in the *Journal of Japan Society of Hidrology and Water Resources Vol. 4, No. 4, December 1991.*

Takase, K. 1982: Food Production and Irrigation Development in Asia. *Journal of Irrigation Engineering and Rural Development, No. 2.*



Gambar 1: Derajad irigasi di Indonesia, 1984



Gambar 2. Tataguna lahan dan sistim jaringan irigasi di DAS Kali Progo

Sumber: (i) Proyek Irigasi Kali Progo, Dep.PU, 1979
(ii) Direktorat Jendral Agraria, 1977