

AIR, BANJIR, Persepsi dan Salah Persepsi



oleh

Ir. Djoko Luknanto, M.Sc., Ph.D.

Laboratorium Hidraulika, Jurusan Teknik Sipil UGM

Jln. Grafika 2, Yogyakarta 55281

Telp. +62 (274) 519788, e-mail: luk@tsipil.ugm.ac.id

Makalah disampaikan

Seminar Nasional KATGAMA

Ulang Tahun Pendidikan Tinggi Teknik (PTT) ke 56

20 Maret 2002

1. AIR, BANJIR, PERSEPSI DAN SALAH PERSEPSI

1.1. Pendahuluan

Walaupun judul dari makalah ini "*Air, Banjir, Persepsi dan Salah Persepsi*," namun makalah ini tidak akan merinci bagaimana persepsi yang benar maupun yang salah tentang banjir. Dalam makalah ini akan dikemukakan permasalahan "banjir" secara umum dilihat dari sisi pandang seseorang yang berkecimpung dalam bidang sumberdaya air.

Seperti masalah-masalah lain yang sedang dihadapi bangsa Indonesia, ekonomi, politik, korupsi, bencana alam, banjir yang baru-baru ini melanda di beberapa daerah disikapi pula secara gagap dan terkaget-kaget. Kita seolah-olah lupa, bahwa selama ini kita memang tidak terlalu peduli dengan apa yang terjadi di sekeliling kita. Kita tidak terlalu peduli dengan alam, seolah alam akan selalu memberikan yang terbaik untuk bangsa kita, kita lupa untuk merawat alam itu sendiri. Ya ... tentu saja kita lupa kepada alam, bahkan kepada kita sendiri saja ... kita lupa.

Marilah sejenak kita kembali melihat alam. Marilah kita melihat dengan "bijak" hukum-hukum alam yang ada di sekitar kita. Marilah kita lihat "air."

1.2. Siklus Hidrologi

Membahas air tidak bisa lepas dari siklus hidrologi (Gambar 1) yang secara singkat dapat dijelaskan sebagai: "... karena panas matahari, maka terjadi penguapan, uap air pada kondisi tertentu berubah menjadi awan, jika kondisi memungkinkan awan berubah menjadi hujan, air yang jatuh ke bumi mengalir sebagai air permukaan, air tanah dan sebagian menguap kembali ..."

Karena siklus hidrologi ini mengikuti hukum keseimbangan massa: dari hujan yang volumenya tertentu maka besarnya air yang mengalir di permukaan tergantung dari besarnya air yang meresap kedalam tanah, demikian pula sebaliknya. Kecepatan gerak aliran air di dua kondisi ini sangat jauh berbeda, $v = 0,5-1,5$ m/detik untuk aliran permukaan, dan $v = 0,0002-450$ m/hari untuk aliran air tanah. Oleh karena itu semakin besar air hujan yang masuk kedalam tanah, maka secara relatif semakin baik, karena hal ini berarti semakin banyak tabungan air yang kita punya, dan lagi pula air tanah akan keluar lagi ke permukaan secara perlahan.

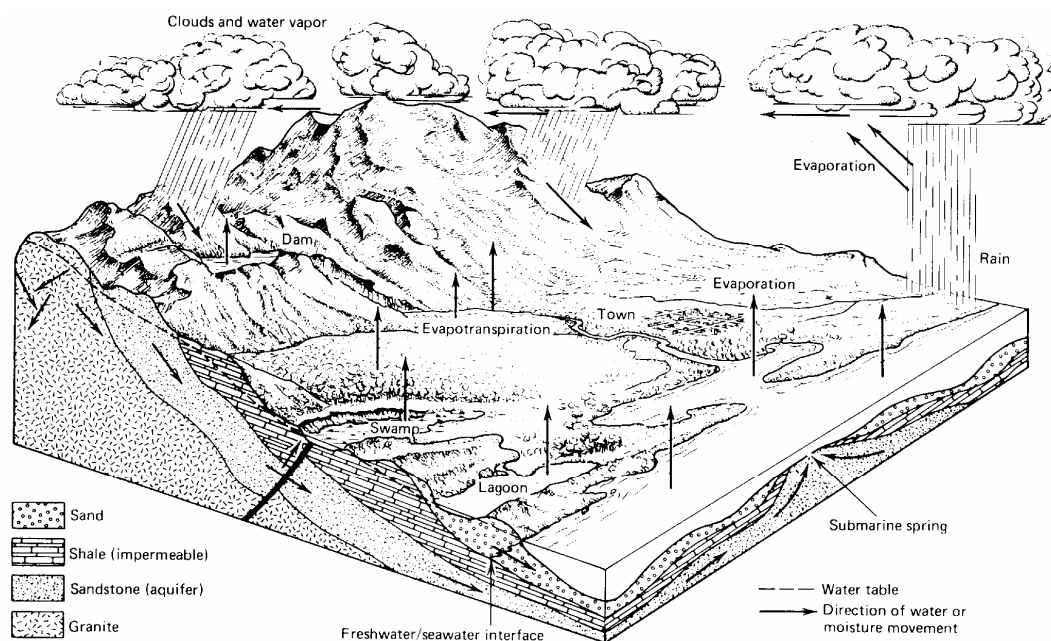


Fig. 1.8 Schematic diagram of the hydrologic cycle (courtesy Australian Water Resources Council).

Gambar 1 Siklus Hidrologi

1.3. Air Permukaan dan Air Tanah

Karena kecepatannya relatif besar, maka aliran permukaan yang nanti akhirnya berkumpul di sungai-sungai, mempunyai karakter temperamental. Lain halnya dengan aliran air tanah yang kalem dan tidak mudah “marah.” Semakin dominan porsi aliran permukaan pada suatu kawasan, semakin temperamental dan tidak mudah diduga karakter kawasan tersebut. Dalam istilah teknis sumberdaya air kawasan yang dimaksud diatas disebut DPS (Daerah Pengaliran Sungai).

Pada DPS yang sudah rusak, dimana kondisi “watershed” sudah tidak mendukung (sehingga porsi air tanah kecil), maka rasio debit musim hujan dibagi debit musim kemarau menjadi membesar. Sungai semacam ini di musim kemarau tidak ada airnya dan di musim hujan, sering banjir. Lain halnya jika suatu sungai banyak dipengaruhi oleh air tanah (lihat Gambar 2, sungai yang dilingkari), maka sungai ini biasanya fluktuasi debit musim hujan dan kemarau menjadi kecil; artinya sungai lebih stabil debitnya. Sungai-sungai semacam ini jumlahnya semakin lama semakin menyusut di Indonesia, karena perusakan lingkungan di daerah DPS.

Selain air yang masuk kedalam tanah semakin berkurang, air yang sudah masuk pun, dieksploitasi secara berlebihan melebihi kapasitasnya.

Oleh karena itu seringkali kita jumpai penurunan tanah besar-besaran, intrusi air laut yang makin masuk ke daratan, muka air tanah yang semakin turun.

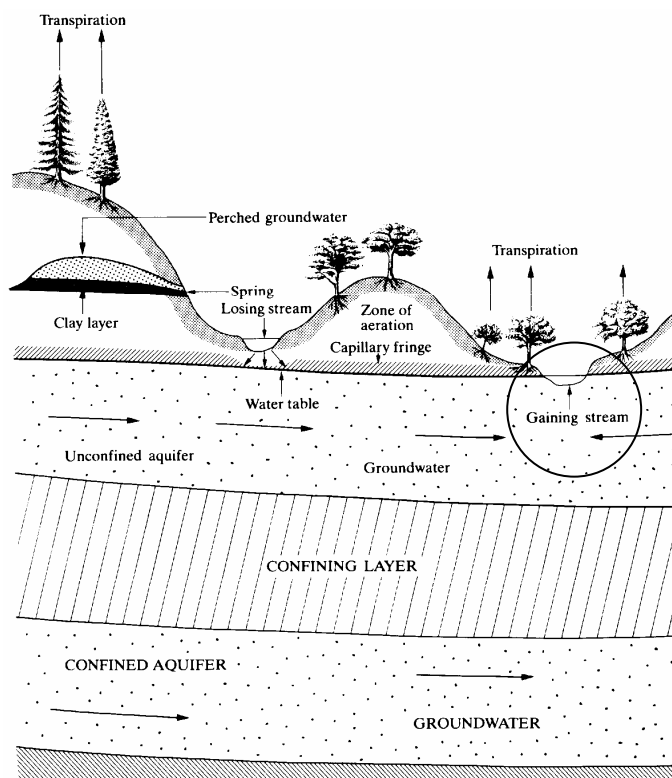


FIGURE 7.4 Schematic cross section showing occurrence of groundwater. Source: R. H. Brown, A. A. Konoplyantsev, J. Ineson, and V. S. Kovatevsky, *Groundwater Studies*. Copyright © Unesco 1972. Reproduced by permission of Unesco.

Gambar 2 Pengaruh aliran air tanah kepada aliran di sungai

1.4. Penggunaan Air Terintegrasi

Di negara-negara maju, rupanya telah disadari bahwa penggunaan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara komprehensif dan padu. Tentu saja tidak setiap teknologi yang diterapkan di negara maju selalu cocok untuk Indonesia.

Di daerah pantai, dimana masalah intrusi air laut dijumpai, kita lihat konsep manajemen penggunaan air terintegrasi yang dilakukan di daerah pantai Los Angeles. Pada Gambar 3, tidak hanya intrusi air laut yang dicegah, bahkan air limbah lokal dan dari luar dikelola secara komprehensif.

Intrusi air laut dicegah dengan tirai air tanah yang disuntikkan kedalam tanah, imbuan (recharge) buatan juga dilakukan untuk menambah volume air tanah.

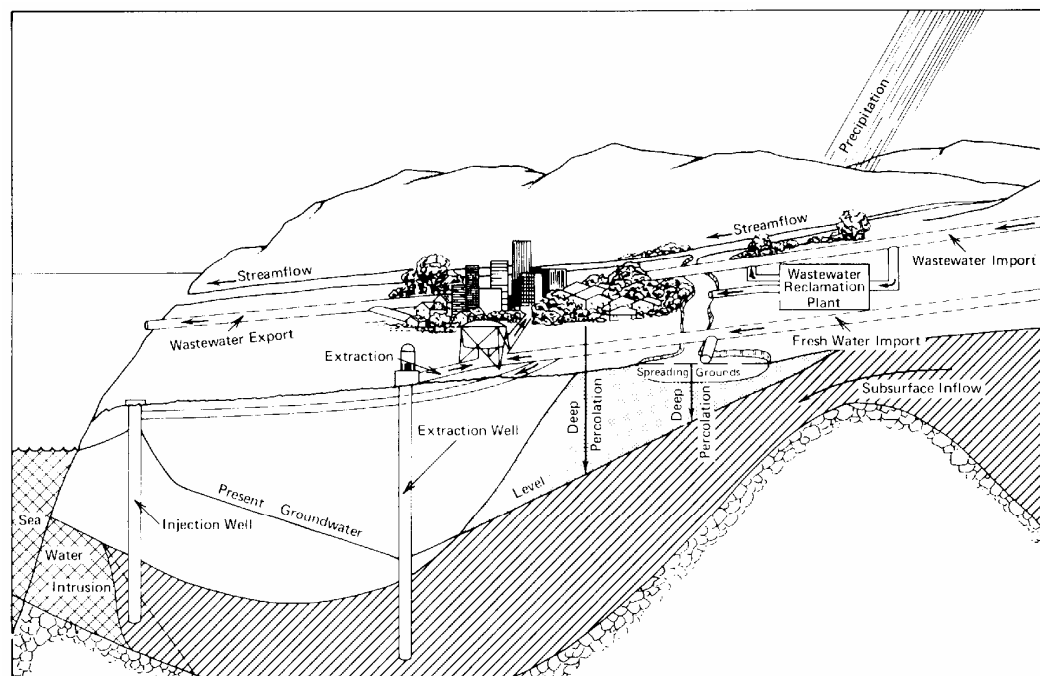


Fig. 9.9 Pictorial representation of conjunctive use of surface water and groundwater resources, Los Angeles Coastal Plain, California (after Calif. Dept. Water Resources¹⁰).

Gambar 3 Skema Penggunaan Air Permukaan dan Air tanah

Tentu saja manajemen penggunaan air secara komprehensif diatas membutuhkan dana besar. Bagi negara maju hal ini menjadi suatu yang sangat feasible. Bagi Indonesia, hal tersebut diatas –dalam kondisi normal– mungkin masih jauh dari jangkauan, apalagi dimasa resesi sekarang ini. Namun, paling tidak kita dapat belajar, bagaimana seriusnya mereka dengan alam dan lingkungannya.

Tanpa manajemen lingkungan yang baik, tidak mungkin alam dapat menyediakan kebutuhan kita –terutama air– berkecukupan.

1.5. Banjir

Beberapa waktu yang baru lalu, Indonesia “ribut” soal banjir, apalagi setelah Jakarta, sang ibukota, kebanjiran, tambahlah ributnya. Tidak ada yang mengalahkan ributnya, kalau Jakarta terkena musibah ☺.

Sebelum membahas soal banjir, mungkin ada baiknya kita cermati bersama kaitan antara hujan dengan debit (banjir) di sungai. Pada Gambar

4, hujan yang jatuh pada daerah hulu (Daerah I) diubah oleh DPS (antara Daerah I dan II) menjadi debit (banjir) di daerah hilir (Daerah II). Jarak antara Daerah I dan II, di lapangan, dapat berkisar antara puluhan sampai dengan ratusan kilometer. Dalam kaitan dengan Gambar 4 ini, akan sangat menarik kalau dibahas:

- Transformasi hujan menjadi debit.
- Kala ulang hujan dan kala ulang debit
- Siapa yang mengelola DPS?
- Daerah hulu, tengah, hilir DPS
- Teknologi apa yang tepat digunakan
- Pemberdayaan Masyarakat

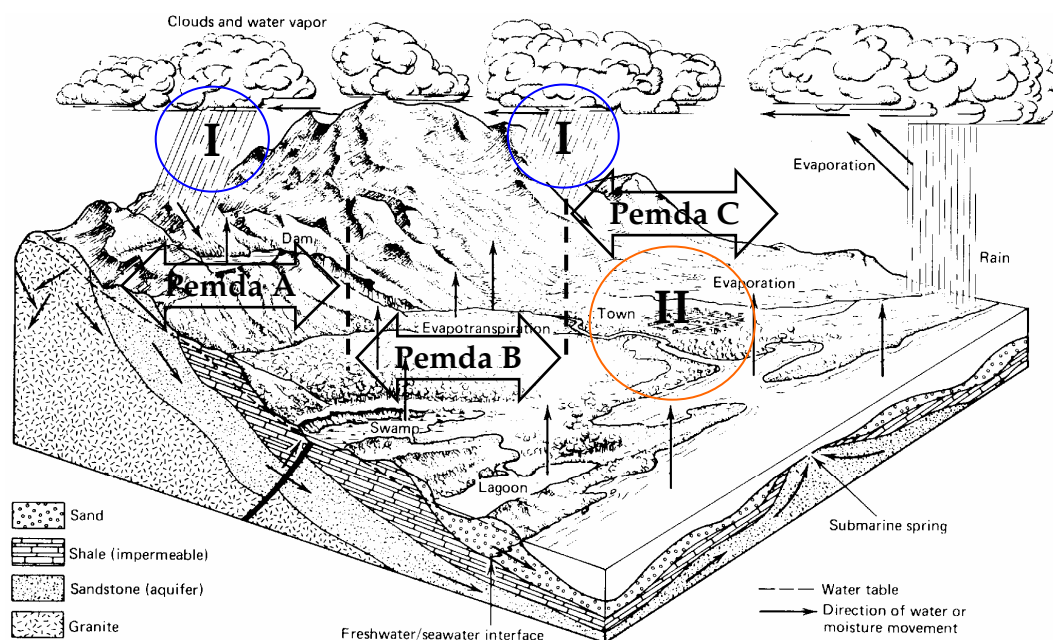


Fig. 1.8 Schematic diagram of the hydrologic cycle (courtesy Australian Water Resources Council).

Gambar 4 Permasalahan Banjir

1.5.1. Transformasi Hujan menjadi Debit

Pada Gambar 5, hujan yang jatuh di suatu DPS akan menghasilkan debit sungai yang berbeda karakteristiknya. Dalam terminologi yang digunakan dalam sumberdaya air, hal tersebut dapat ditulis sebagai persamaan:

$$Q_{\text{sungai}} = f(\text{hujan}, \text{DPS}) \quad (1)$$

dengan kata lain debit di sungai tergantung oleh curah hujan sebagai (faktor klimatologis) dan DPS.

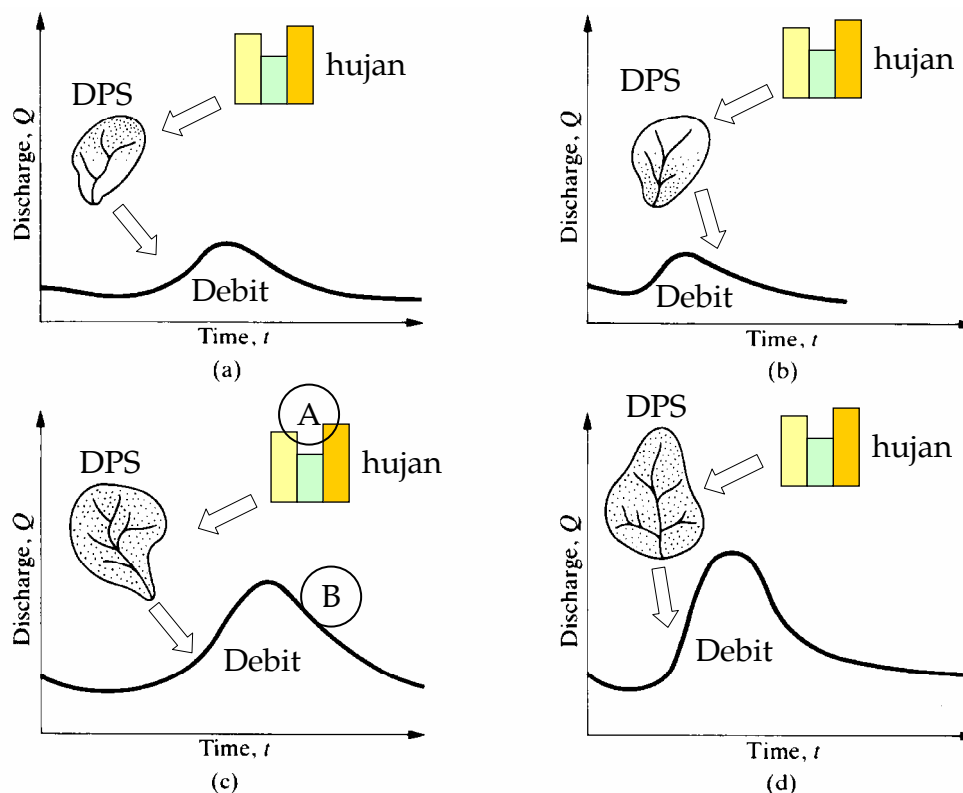


FIGURE 9.2 Interaction between basin shape and storm coverage in producing the hydrograph. Source: Adapted from Viessman et al. [1977].

Gambar 5 Transformasi dari hujan ke debit sungai

Dari Gambar 5 dan Pers.(1), tampak bahwa dengan hujan yang sama namun tata guna lahan di DPS berubah, maka debit yang dihasilkan juga berubah.

1.5.2. Kala Ulang

Kala ulang adalah terminologi yang sering digunakan dalam bidang sumberdaya air, yang kadang difahami secara berbeda oleh berbagai pihak. Definisi fundamental dari hidrologi statistik mengenai “kala ulang” (Haan, 1977):

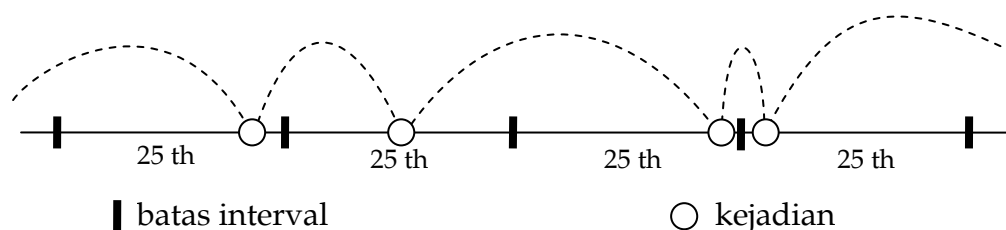
- ◆ Kala ulang adalah rerata selang waktu terjadinya suatu kejadian dengan suatu besaran tertentu atau lebih besar. Contoh: debit puncak banjir 25-tahunan artinya debit banjir yang akan disamai atau dilebihi secara rerata sekali dalam 25 tahun. Ini bukan berarti bahwa kejadian

tersebut terjadi tiap 25 tahun, namun rerata selang waktu terjadinya 25 tahun.

- ◆ Jika suatu kejadian terlampaui secara rerata sekali dalam 25 tahun, maka probabilitas atau kemungkinan kejadian itu terjadi pada suatu tahun besarnya adalah $1/25 = 0,04$ atau 4%. Jika probabilitas disimbolkan sebagai p , dan kala ulang sebagai T (tahun), maka

$$T = 1/p \quad (2)$$

- ◆ Jika definisi diatas terlalu sulit dicerna, maka ilustrasinya dicantumkan dalam Gambar 6.



Gambar 6 Kejadian dengan Kala Ulang 5 tahun

Andaikan definisi diatas difahami secara benar dan seragam untuk setiap orang, masalah belum selesai. Masih ada beberapa kerancuan yang patut dibahas.

Sebagai contoh digunakan kasus sebagai berikut, andaikan secara klimatologis curah hujan yang jatuh di Daerah I (lihat Gambar 4, Gambar 5) adalah konstan karakter klimatologisnya, apakah debit banjir (di Daerah II) 25 tahunan-nya juga akan konstan? Jawabnya belum tentu, karena debit banjir (di Daerah II) selain tergantung curah hujan juga tergantung oleh kondisi DPS. Jika ternyata kondisi DPS berubah/memburuk, maka debit banjir 25 tahunan akan bertambah besar. Oleh karena itu analisis frekuensi untuk menentukan kala ulang dengan menggunakan data debit harus memperhatikan hal tersebut di atas.

Sebaliknya jika kita menggunakan hujan sebagai data masukan dan kemudian dilakukan analisis frekuensi untuk menentukan kala ulangnya; pada kasus ini akan dijumpai kesulitan mentransformasikan hujan dengan kala ulang tertentu tersebut menjadi debit. Debit yang dihasilkan dengan metoda ini tidak akan mempunyai kala ulang yang sama dengan kala ulang hujannya.

Di tingkat para ahli hidrologi statistik pun, hal ini menimbulkan kerancuan, sehingga tidak heran di kalangan masyarakat awampun pengertian yang benar mengenai kala ulang pun masih perlu diluruskan.

1.5.3. Pengelolaan DPS

Pada Gambar 4, tampak bahwa sungai yang tertera pada gambar, kebetulan melalui tiga daerah administrasi yaitu Pemda A, B, dan C. Ini akan merupakan dilema pula, karena sungai sebagai salah satu entitas alam tidak mengenal batas-batas administrasi buatan manusia. Hal ini menyebabkan pengelolaan suatu sungai "lebih alami" kalau dilakukan dalam satu kesatuan. Dalam istilah sumberdaya air terminologi terkenal untuk ini biasanya disebut "satu sungai, satu rencana, satu manajemen." Pengelola suatu sungai (atau ada yang lebih suka menggunakan satuan wilayah sungai) diharapkan dapat mengelola secara komprehensif dan menyeluruh, serta melakukan sinkronisasi/koordinasi dengan daerah-daerah administrasi yang dilalui sungai tersebut.

1.5.4. Daerah Hulu, Tengah, Hilir DPS

Karakteristik suatu DPS sangat dipengaruhi pula oleh letaknya di dalam DPS itu sendiri. Untuk daerah hulu dengan alur sungai yang relatif curam dan bukit-bukit yang terjal, maka banjir dengan waktu datang sangat singkat sering terjadi. Namun di daerah ini banjir akan datang dengan waktu yang singkat, demikian pula dengan waktu berakhirnya, karena elevasi daerah yang relatif lebih tinggi sehingga air banjir dengan mudah mencari alur keluar.

Untuk daerah tengah banjir yang terjadi datangnya tidak secepat pada daerah hulu, demikian pula air banjir biasanya masih mudah untuk diataskan keluar daerah dengan gaya beratnya sendiri.

Pada daerah hilir, kemiringan dasar sungai maupun kemiringan tanah di kawasan ini biasanya sangat kecil dan relatif datar. Biasanya waktu datang banjir cukup lama, namun pengatusan air genangan juga mengalami kesulitan. Hal ini biasanya disebabkan oleh energi air yang sudah kecil, sehingga air genangan tidak mungkin diataskan dengan gaya berat. Jika kondisi ini dibarengi dengan pasang surut air laut pada kondisi tinggi, maka pengatusan air tanpa bantuan pompa, hampir tidak mungkin. Pada daerah ini, penanganan banjir harus mengintegrasikan

pengaruh aliran banjir di sungai dengan hidrodinamika gerakan pasang-surut di laut.

1.5.5. Teknologi Pengendalian Banjir

Di banyak negara maju, permasalahan air permukaan, baik berupa masalah banjir maupun polusi sudah dianggap mudah diselesaikan, karena tersedianya perangkat lunak canggih yang dapat memodelkan masalah air permukaan secara teliti. Permasalahan rumit berupa jaringan sungai dengan pengaruh pasang surut di muara, semua sudah dapat diselesaikan dengan baik oleh perangkat lunak berbasis model matematika numerik.

Kesulitan berikutnya adalah penanganan air tanah, di negara maju pun, permasalahan ini masih terus diteliti. Bagaimana dampak negatif pembuangan sampah ke air tanah? Seberapa besar kapasitas pembuangan sampah akhir, agar daya dukung tanah terhadap polusi masih dalam ambang toleransi.

Dengan kecepatan komputer yang makin tinggi, maka model-model yang sangat kompleks dikembangkan untuk meneliti kasus-kasus mengenai siklus hidrologi. Bahkan sudah dikembangkan pula kombinasi dengan model-model klimatologis canggih termasuk pengaruh cuaca global antara lain efek pemanasan global karena rumah kaca.

Di kalangan cendekiawan Indonesia, penggunaan perangkat lunak canggih semacam ini bukan merupakan barang baru lagi, namun kesulitan yang biasa ditemui adalah pada perangkat lunak canggih biasanya dibutuhkan data masukan yang canggih pula, misalkan citra satelit, basis data yang ekstensif. Padahal di Indonesia, basis data sumberdaya alam, termasuk didalamnya curah hujan, debit sungai, tata guna lahan belum terekam secara sistematis berupa basis data yang andal dan dapat diakses semua orang.

Sehingga secara praktis dampak dari kemajuan teknologi pemodelan dengan perangkat lunak canggih, masih belum dirasakan nyata dalam pembangunan di Indonesia. Apalagi untuk mengembangkan basis data sebagai sarana analisis yang komprehensif dan menyeluruh dibutuhkan konsistensi dan dana yang tidak sedikit. Oleh karena itu bangsa Indonesia harus memulai penyusunan basis data ini agar tidak tertinggal jauh dengan negara-negara lain.

Hasil dari analisis komprehensif semacam ini, harus diaplikasikan secara adaptif dengan memperhatikan masyarakat pengguna di sekitarnya. Loncatan teknologi tidak akan berhasil atau bahkan tidak berhasil sama sekali, kalau kita tidak menyiapkan masyarakat untuk menghadapi aplikasi dari teknologi-teknologi tersebut beserta dampaknya.

Khususnya mengenai rekayasa persungai, dalam hal ini penanganan banjir, perlu diingat adanya sebuah pepatah “tundalah pekerjaan yang dapat dikerjakan hari ini.” Dalam pepatah ini sebetulnya tersirat bahwa dalam rekayasa persungai, segala sesuatunya harus ditelaah secara cermat, karena dampak dari rekayasa tersebut akan luas dan menahun, bahkan ada kemungkinan merusak lingkungan, yang kadang sangat sulit untuk dikembalikan ke kondisi semula.

1.5.6. Pemberdayaan Masyarakat

Teknologi seharusnya mengabdikan atau diperuntukkan untuk kesejahteraan masyarakat. Tanpa mengikut sertakan masyarakat, produk teknologi dapat menjadi barang “aneh” yang asing bagi masyarakatnya.

Pengendalian banjir, pelestarian sumberdaya air dan lingkungan, yang merupakan produk-produk teknologi, dimasa lalu masih berupa hadiah dari atas dan barang yang asing bagi masyarakat awam. Akibatnya masyarakat kurang mengenal produk teknologi tersebut dan tidak tahu korelasinya terhadap kehidupan mereka sehari-hari.

Tanpa sosialisasi dan pendidikan menerus tentang penerapan teknologi terhadap masyarakat, mustahil dihasilkan suatu masyarakat yang turut aktif dalam penerapan teknologi tersebut.

Menghadapi globalisasi, perlu dikurangi pula budaya import teknologi. Dengan import teknologi, kita jelas kurang menguasai dibanding dengan negara yang mengexport teknologi tersebut. Sehingga dalam persaingan global, kita mungkin akan selalu kalah bersaing, karena kalah dalam penguasaan teknologi. Oleh karena itu perlu dikembangkan teknologi asli Indonesia, belajar dari negara-negara berkembang yang lain, ternyata mereka cukup maju dengan teknologi-teknologi asli. Banyak teknologi asli yang diperoleh dari melihat alam di sekitar kita, alam negara maju, dengan alam Indonesia lain, oleh karena itu pasti ada teknologi yang dapat kita gali dari perbedaan tersebut, yang tidak dipunyai negara maju.

DAFTAR PUSTAKA



Todd, David Keith, *Groundwater Hydrology*, John Wiley & Sons, New York, 1980, 2nd Ed.

Bras, Rafael L., *Hydrology an Introduction to Hydrologic Science*, Addison-Wesley Publishing Company, New York, 1990.

Haan, Charles T., *Statistical Methods in Hydrology*, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1977.

Situs:

NOVA Online | Flood!

(<http://www.pbs.org/wgbh/nova/flood/>)

Dartmouth Flood Observatory

(<http://www.dartmouth.edu/artsci/geog/floods/>)

ENSO information from NOAA-CIRES CDC

(<http://www.cdc.noaa.gov/ENSO/>)

Integrated Flood Observing and Warning System – IFLOWS

(<http://www.afws.net/>)

Weather and Climate Educational Links

(<http://www.epa.gov/globalwarming/kids/>)