

# Sistem Peringatan Dini Tentang Banjir

Oleh : Gatot Irianto

Tampaknya banjir pada akhir tahun 2002 dan akan berlanjut sampai tahun 2003 berpeluang lebih dahsyat dibandingkan dengan awal tahun 2002 karena selain terjadi banjir dan genangan juga diikuti terjadinya tanah longsor. Wilayah yang sebelumnya tidak pernah mengalami banjir dan longsor sekarang dibuat porak-poranda oleh kemarahan alam yang dirusak manusia. Prakiraan ini diperkuat dengan hasil prediksi indikator curah hujan oleh NOAA, Amerika Serikat yang menunjukkan adanya peluang peningkatan gerakan uap air ke wilayah Indonesia. Menyedihkan lagi, awal tahun 2003 pemerintah sudah memutuskan untuk menaikkan harga bensin, tarif dasar listrik, dan telepon.

Pertanyaannya adalah, mengapa pemerintah seolah-olah menganggap banjir sebagai cerita lama dengan episode baru tanpa upaya konkret dengan target yang jelas untukantisipasi dini banjir? Banjir dan tanah longsor sebenarnya bukan merupakan masalah baru, justru karena seringnya terjadi, orang menyebut fenomena ini sebagai cerita lama episode baru yang semakin tidak menentu. Korban dan kerugiannya terus tambah banyak, namun kemampuan dan kecepatan antisipasi pemerintah harus diakui sangat rendah. Indikatornya terlihat dari tindakan yang dilakukan pemerintah selama ini umumnya setelah semuanya babak belur, seperti pemadam kebakaran yang datang setelah semuanya hangus.

Padahal kalau mau jujur, dengan sumberdaya manusia (SDM) Indonesia yang ada, kita mampu untuk melakukan antisipasi dini tentang banjir, genangan, dan tanah longsor asalkan didukung dengan komitmen pemerintah yang memadai. Lalu apa yang harus diperbuat pemerintah untuk meringankan beban masyarakat yang terus terpuruk ini? Pemasangan sistem peringatan dini di daerah rawan banjir seperti Jakarta, Bandung, Semarang, Kerinci, Cilacap, dan wilayah rawan banjir lainnya merupakan salah satu alternatif pemecahannya.

Sistem peringatan dini tentang banjir pada prinsipnya dimaksudkan supaya masyarakat yang bermukim di daerah endemik banjir agar (1) dapat memperoleh informasi lebih awal tentang besaran (*magnitude*) banjir yang mungkin terjadi, (2) waktu evakuasi korban memadai sehingga risiko yang ditimbulkan dapat diminimalkan. Besaran tersebut meliputi: besarnya debit puncak (*peak discharge*) dan waktu menuju debit puncak (*time to peak discharge*).

Akan lebih baik lagi apabila dilengkapi dengan informasi tentang tinggi genangan yang mungkin terjadi dan di mana wilayahnya. Dengan Informasi tersebut, selanjutnya pemerintah bersama masyarakat dapat merumuskan bagaimana cara dan prosedur evakuasinya. Sistem peringatan dini tentang banjir di Indonesia sangat penting karena (1) intensitas dan keragaman hujan menurut ruang dan waktu sangat tinggi sehingga banjir bisa terjadi secara tiba-tiba atau yang dikenal sebagai banjir bandang (*flash flood*), (2) hujan besar umumnya terjadi pada sore sampai malam hari sebagai akibat

proses orografis, sehingga terjadinya debit puncak umumnya malam hari di saat masyarakat tidur lelap.

Menurut data penelitian, hampir sebagian besar banjir di Indonesia tidak dapat diantisipasi karena belum tersedianya sistem peringatan dini tentang banjir. Akibatnya, penanganan banjir lebih ditekankan pada rehabilitasi pascabanjir yang tentu memerlukan tenaga, waktu, dan biaya yang sangat besar karena korban cenderung meningkat dengan adanya efek pascabanjir. Untuk membangun sistem peringatan dini tentang banjir, maka diperlukan otomatisasi peralatan pengukur curah hujan dan debit dalam suatu daerah aliran sungai (DAS).

Dalam bentuk yang sederhana, sistem peringatan dini dapat dirakit dengan menghubungkan: (1) alat ukur curah hujan otomatis (*automatic rain gauge*), (2) alat duga muka air sungai otomatis (*automatic water level recorder/AWLR*) di bagian hulu, (3) alat duga muka air sungai otomatis (*automatic water level recorder/AWLR*) di bagian hilir yang representatif dengan pusat kendali komputer yang dipantau oleh beberapa operator secara terus-menerus. Bahkan, daerah di negara-negara maju seperti di Nimes, Perancis, operator sistem kendali dilengkapi beberapa peralatan komunikasi baik *telephone mobile*, *pager* yang siaga penuh 24 jam per hari, di mana pun berada.

Sistem peringatan dini dapat dirakit apabila persamaan hubungan antara curah hujan di hulu, tinggi muka air sungai di hulu serta tinggi muka air di hilir sudah dapat di-*elaborate* secara matematis. Persamaan tersebut dapat mengkuantifikasi mekanisme transfer hujan menjadi aliran permukaan dan debit puncak, serta waktu untuk mencapai debit puncak. Lebih penting lagi hubungan itu harus divalidasi di lapangan. Penulis bersama tim telah melakukan pemodelan ini dan memvalidasinya di beberapa DAS seperti DAS Bunder, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta; DAS Kali Garang Semarang, DAS Kretek, Temanggung di Jawa Tengah; DAS Cikeruh, Sumedang, DAS Cisangkuy, Bandung, dan DAS Cikao, DAS Cilalawi, DAS Ciherang ketiganya di Purwakarta, Jawa Barat.

Model ini bekerja dengan mengintegrasikan hubungan klasik dalam pemodelan, yaitu (1) masukan (*input*) dalam hal ini curah hujan, (2) sistem yang meliputi parameter penggunaan lahan (*interception*), sifat tanah (*infiltration*), dan karakteristik fraktal jaringan hidrologi sungai (transfer air di sungai, kemiringan DAS), dan (3) keluaran (*output*) dalam hal ini: debit puncak dan waktu untuk mencapai debit puncak. Dengan demikian setiap perubahan input maupun sistem seperti perubahan penggunaan lahan dari lahan bervegetasi (*cultivated land*) ke lahan tidak bervegetasi (*non-cultivated land*), model dapat mengintegrasikannya dalam simulasi besaran debit puncak dan waktu untuk mencapai debit puncak. Hubungan ini dapat diset secara otomatis dalam program di komputer.

Hasil prediksi tersebut selanjutnya oleh operator akan diinformasikan kepada pengambil kebijakan seperti gubernur, bupati, atau wali kota tentang kemungkinan yang akan terjadi untuk diputuskan langkah apa yang harus dilakukan selanjutnya. Pembuatan prototipe sistem peringatan dini tentang banjir ini sedang dipersiapkan oleh Perum Jasa Tirta II bekerja sama dengan Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Badan Litbang Pertanian dan didukung oleh CIRAD Perancis serta kedutaan besar

Perancis di Jakarta. Sementara itu karena keterbatasan sarana untuk transmisi data curah hujan, muka air sungai atau debit ke pusat kendali, maka mekanisme transfer data dari sensor hujan dan muka air ke sentral komputer digunakan jaringan telepon dengan bantuan modem, termasuk telepon tanpa kabel (*wireless*) yang menggunakan listrik untuk *remote area*.

Idealnya transmisi dilakukan melalui satelit karena seringkali untuk daerah terpencil yang menggunakan telepon dengan bantuan listrik, pada saat hujan lebat listriknya padam. Kendala ini dapat diantisipasi dengan memanfaatkan sistem radio dengan frekuensi tertentu. Sistem peringatan dini tentang banjir juga dapat dimodernisasi apabila dilengkapi dengan radar hujan yang di pasang mencakup seluruh permukaan DAS sehingga kemampuan prakiraan curah hujan dapat dilakukan lebih dini. Dengan radar hujan kemungkinan terjadinya hujan luar biasa dapat diprediksi sampai 3 hari sebelum kejadian sehingga antisipasi yang dilakukan dapat dimaksimalkan.

Berdasarkan data prediksi curah hujan dan penyebarannya menurut ruang (*spatial*) dan waktu (*temporal*), maka dapat dihitung curah hujan wilayahnya sebagai masukan model dalam sistem peringatan dini. Selanjutnya, berdasarkan karakteristik ukuran dan bentuk (*morphometry*) DAS, penggunaan lahan dan jenis tanah DAS, dapat disimulasi debit puncak dan waktu debit puncaknya. Contoh sistem peringatan dini tentang banjir yang sudah berjalan dengan baik adalah di Nimes, Perancis.

Sistem tersebut dibangun karena wilayah Nimes merupakan endemik banjir seperti Jakarta, sementara infrastruktur yang sudah dibangun sangat besar sehingga tidak mungkin ditinggalkan atau dipindahkan. Sistem peringatan tentang banjir merupakan salah satu alternatifnya, selain perbaikan DAS bagian hulu tentunya. Sistem penyampaian peringatan dini tentang banjir kepada masyarakat dapat dilakukan melalui berbagai peralatan komunikasi seperti telepon, radio, dan televisi. Bagi negara maju dan dapat memprediksi curah hujan lebih awal, skenario peringatan dini dapat dilakukan sampai H minus 3 dengan deskripsi informasi dan sasaran yang terstruktur. Misalnya, saat H minus 3, penyampaian informasi dilakukan dengan pemberitahuan yang bersifat umum melalui televisi, surat kabar tentang kemungkinan curah hujan luar biasa dan debit puncak serta waktu terjadinya debit puncak berdasarkan hasil simulasi agar masyarakat waspada terhadap kemungkinan terjadinya banjir apabila prediksi curah hujan benar.

Saat H minus 2, masyarakat dan instansi terkait seperti palang merah, rumah sakit, dan polisi, diminta untuk mempersiapkan peralatan dan masyarakat mengamankan peralatan yang berharga. Saat H minus 1 ketika prediksi hujan mempunyai akurasi semakin tinggi, selain peralatan evakuasi juga disiapkan fasilitas pendukung untuk penampungan termasuk skema evakuasi (*plan of evacuation*), sehingga kepanikan masyarakat dapat diminimalkan.

Analog dengan model ini, sebenarnya sistem ini dapat juga digunakan untuk membuat sistem peringatan dini tentang genangan, tanah longsor. Peralatan dan sistem yang sederhana sangat diperlukan bagi Indonesia yang memerlukan banyak sistem peringatan dini tentang banjir, genangan, dan tanah longsor. Lebih ideal lagi apabila kita mampu memproduksi peralatan tersebut dengan bahan dan sumberdaya manusia lokal,

sehingga ketergantungan terhadap material dan tenaga ahli asing dapat diminimalkan. Diperlukan komitmen yang kuat antara pengambil kebijakan, pelaksana, dan masyarakat untuk mewujudkan usaha yang mulia ini.

Gatot Irianto, PhD  
Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
(Telah dimuat pada Surat Kabar harian Kompas edisi Sabtu, 22 Maret 2003)