PENYUSUNAN SOFTWARE APLIKASI SPASIAL UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KEKERINGAN METEOROLOGI DI INDONESIA

Adi Witono, Lely Q.A, Hendra Sumpena
Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN
witonoadi@yahoo.com, witono@bdg.lapan.go.id

Idung Risdiyanto
Departemen Geofisika dan Meteorologi IPB Bogor

INTISARI

Telah dilakukan penyusunan system aplikasi spasial kekeringan meteorologi di Indonesia dengan menggunakan metode skoring yang dikembangkan Bert H. Borger tahun 2001. Software aplikasi yang berhasil disusun dengan bahasa pemrograman Visual Basic yang dilengkapi ekstension Map Object dapat digunakan sebagai alat bantu untuk menganalisa dan sekaligus memetakannya. Diperoleh peta kekeringan meteorologi di Indonesia yang menggambarkan sebaran dan tingkat kekeringan, mulai dari tingkat aman sampai rawan kering. Potensi daerah rawan kekeringan meteorologi umumnya terjadi di lintang selatan antara 6-12^o dengan distribusi mulai dari propinsi Jawa Barat sampai Nusa Tenggara Timur. Bulan kering dengan nilai curah hujan dibawah 100 mm per bulan dapat terjadi antara bulan April-Oktober. Tingkat kekeringan meteorologi di lintang selatan yang dominan berdasarkan metode Bert H. Borger menunjukkan tingkat 5-6 pada interval 0-10 dan digolongkan kering. Luas daerah ini sekitar 11.297.174 Ha atau 6,01 % dari luas wilayah Indonesia. Kejadian bulan kering pada umumnya berlangsung selama 5 bulan atau lebih secara berturut-turut, berlangsung mulai bulan Mei atau Juni dan berakhir sampai bulan Oktober.

Kata kunci: kekeringan, meteorologi, software aplikasi

I. PENDAHULUAN

Kekeringan yang kini melanda beberapa daerah di Indonesia tidak hanya disebabkan oleh datangnya musim kemarau. Sebab, sejak dulu, kemarau selalu datang bergantian dengan musim hujan, sebagai konsekuensi dari posisi Indonesia sebagai negara tropis. Jika dulu jarang sekali dijumpai kasus kekeringan, mengapa sekarang gejala ini selalu datang dan berulang dari tahun ke tahun? Banyak sekali faktor lain yang terkait di sini, yang kemudian memunculkan kompleksitas masalah sehingga tidak mudah untuk mengatasinya secara tepat dan permanen.

Fakta menunjukkan bahwa kemarau yang terjadi terus meningkat besarannya (magnitude), baik intensitas, periode ulang, dan lamanya. Karena itu, dampak dan risiko yang ditimbulkan cenderung meningkat menurut ruang (spatial) maupun waktu (temporal).

Salah satu upaya yang sangat penting untuk mengantisipasi kekeringan adalah pengenalan wilayah yang rawan terhadap kekeringan. Pengenalan daerah rawan kering merupakan pendekatan strategis yang bertujuan untuk menyusun upaya antisipasi dan penanggulangan kekeringan. Sehingga perlu dibangun suatu perangkat lunak sebagai sistem aplikasi spasial yang dapat memberikan gambaran distribusi dan waktu potensi kejadian kekeringan baik dari data pengamatan maupun data model. Hal ini akan sangat membantu bagi pengambil keputusan untuk menentukan kebijakan.

Tujuan dari makalah ini adalah penyusunan sistem aplikasi spasial untuk mengetahui sebaran dan tingkat kekeringan meteorologi di Indonesia secara cepat dan akurat, sedangkan sasarannya adalah tersusunnya sistem aplikasi spasial kekeringan meteorologi di Indonesia.

II. TEORI

2.1 Gambaran Sistem

2.1.1. Identifikasi Pengguna

Berdasarkan tujuan dari pembuatan software aplikasi, maka pengguna dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Pemerintah seperti Deptan sebagai informasi yang dapat digunakan untuk mempertimbangkan perencanaan pembangunan dan penentuan kebijakan pertanian.
2. Peneliti, informasi dapat digunakan sebagai masukan untuk penelitian lebih lanjut

2.1.2. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah aspek penting dalam penentuan kebutuhan pengguna. Kebutuhan ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. Kebutuhan data spasial dalam bentuk peta. Informasi dari peta berupa area atau lokasi dapat di seleksi seperti peta berdasarkan waktu kekeringan dan dapat dibedakan berdasarkan warnanya.
2. Kebutuhan data non spasial dalam bentuk tabel dan grafik.

2.2 Konseptual Desain

2.2.1 Kekeringan Meteorologi Secara Umum

Tingkat kekeringan meteorologi dibatasi sebagai suatu periode dengan tiga atau lebih bulan kering berturut-turut yaitu bulan dengan curah hujan kurang dari 100 mm per bulannya dan kurang dari 200 mm per tiga bulannya (Borger, 2001). Perhitungan tingkat kekeringan meteorologi untuk setiap wilayah stasiun hujan diperoleh dengan cara menambahkan skor panjang periode kering (*drought length*) dan skor jumlah curah hujan per tiga bulan (*rainfall for the three month period*), yakni dengan mengambil jumlah curah hujan per tiga bulan yang terkecil jika panjang periode kering lebih dari tiga bulan secara berurutan.

Kedua dasar perhitungan tersebut, digunakan untuk menentukan nilai tingkat kekeringan (*Drought Severity Score*) disuatu daerah yaitu 0-10. Interpretasi nilai tingkat kekeringan dan klasifikasi kekeringan dapat dilihat Tabel 1 dan 2.

Metode skoring adalah sebagai berikut :

Drought Length:	Rainfall for the Three Month Period:
< 3 bulan berturut-turut = 0	0 - 19 mm = 5
3 bulan berturut-turut = 1	20 - 39 mm = 4
4 bulan berturut-turut = 3	40 - 59 mm = 3
≥ 5 bulan berturut-turut = 5	60 - 79 mm = 2
	80 - 99 mm = 1
	> 99 mm = 0

2.2.3. Data

Data yang digunakan dalam sistem ini bersumber dari BMG dan Bakosurtanal. Data dikelompokkan ke dalam dua tipe yaitu data spasial dan tabular. Data spasial meliputi peta administrasi dan grid, sedangkan data tabular yaitu data curah hujan bulanan (mm).

Tabel 1 : Interpretasi Tingkat Kekeringan (*Drought Severity*) Bert H. Borger 2001

DS	Kemungkinan	Identifikasi
0	(0+0)	DL< 3 bulan berturut-turut
1	(1+0)	DL= 3 bulan berturut-turut dengan RTM ≥ 100 mm
2	(1+1)	DL= 3 bulan berturut-turut dengan RTM antara 80-99 mm
3	(1+2)	DL= 3 bulan berturut-turut dengan RTM antara 60-79 mm
	(3+0)	DL= 4 bulan berturut-turut dengan RTM ≥ 100 mm
4	(1+3)	DL= 3 bulan berturut-turut dengan RTM antara 40-59 mm
	(3+1)	DL= 4 bulan berturut-turut dengan RTM antara 80-99 mm
5	(1+4)	DL= 3 bulan berturut-turut dengan RTM antara 20-39 mm
	(3+2)	DL= 4 bulan berturut-turut dengan RTM antara 60-79 mm
	(5+0)	DL≥ 5 bulan berturut-turut dengan RTM ≥ 100 mm
6	(1+5)	DL= 3 bulan berturut-turut dengan RTM antara 0-19 mm
	(3+3)	DL= 4 bulan berturut-turut dengan RTM antara 40-59 mm
	(5+1)	DL≥ 5 bulan berturut-turut dengan RTM antara 80-99 mm
7	(3+4)	DL= 4 bulan berturut-turut dengan RTM antara 20-39 mm
	(5+2)	DL≥ 5 bulan berturut-turut dengan RTM antara 60-79 mm
8	(3+5)	DL= 4 bulan berturut-turut dengan RTM antara 0-19 mm
	(5+3)	DL≥ 5 bulan berturut-turut dengan RTM antara 40-59 mm
9	(5+4)	DL≥ 5 bulan berturut-turut dengan RTM antara 20-39 mm
10	(5+5)	DL≥ 5 bulan berturut-turut dengan RTM antara 0-19 mm

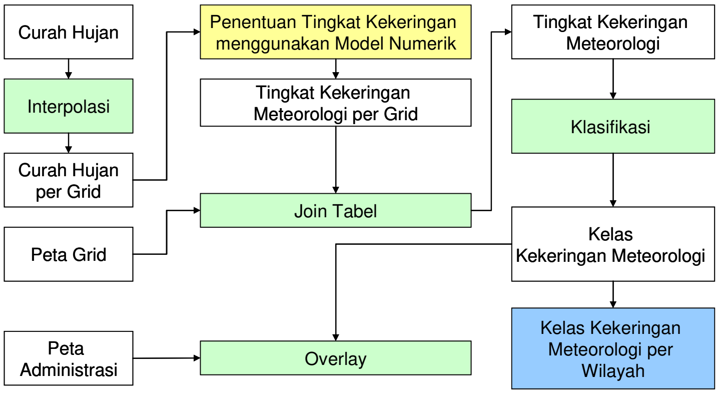
Keterangan : DL = Drought Length , RTM = Rainfall for Three Month Period

Tabel 2. Klasifikasi kekeringan berdasarkan tingkat kekeringan Bert H. Borger tahun 2001

Drought Severity	Kemungkinan Kejadian	Kelas Kering
0	(0+0)	Basah
1	(1+0)	Normal
2	(1+1)	
3	(1+2), (3+0)	Sedikit Kering
4	(1+3), (3+1)	
5	(1+4), (3+2), (5+0)	Kering
6	(1+5), (3+3), (5+1)	
7	(3+4), (5+2)	Sangat Kering
8	(3+5), (5+3)	
9	(5+4)	Ekstrim Kering
10	(5+5)	

2.2.4. Aliran Analisis Spasial (Modeling)

Aliran analisis spasial yang digunakan merupakan kombinasi antara analisis spasial dan model numerik dalam kekeringan meteorologi. Beberapa tahapan yang digunakan dalam memproduksi informasi kekeringan meteorologi sebagai berikut:



Gambar 1. Aliran spasial analisis/modeling penentuan kelas kekeringan meteorology

2.3 Sistem Desain

2.3.1 Database desain

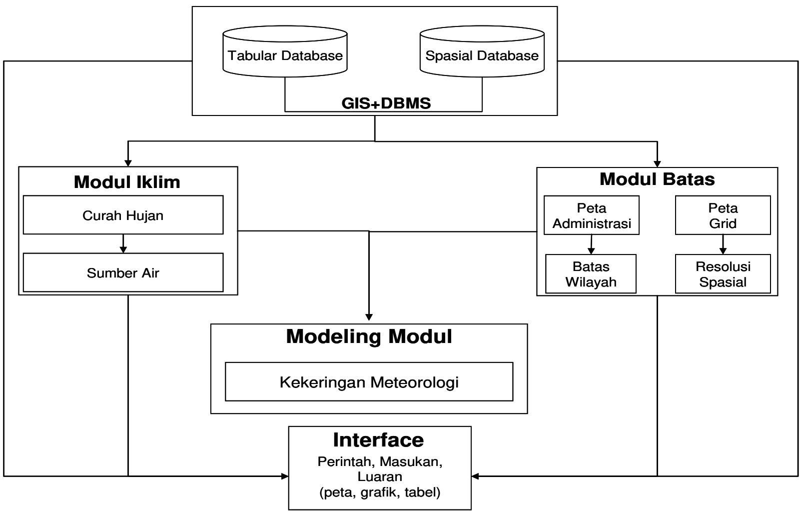
Database desain biasanya dibagi dalam tiga aktivitas utama yaitu:

1. Konseptual desain merupakan identifikasidari isi dan gambaran data.
2. Logikal desain merupakan peterjemahan koseptual desain ke dalam data model berdasarkan spesifik software.
3. Fisikal desain merupakan representasi data model berbentuk tabel dalam software.

2.3.2 Aplikasi Desain

2.3.2.1 Fungsi Spasial Analisis

Fungsi analisis data spasial terdiri dari seleksi dan manipulasi data spasial. Fungsi seleksi data spasial meliputi operasi yang diperlukan untuk menentukan kumpulan variabel bagian lokasi dari database spasial. Kemampuan ini seperti memperbesar, memperkecil, query dan menampilkan peta. Manipulasi data spasial merupakan semua fungsi operasi untuk membuat data spasial baru. Operasi ini dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok besar yaitu interpolasi, penggabungan tabel dan overlay).



Gambar 2. Fungsi spasial analisis

2.3.2.2 Interface Desain

Interface desain dalam aplikasi ini dibagi menjadi tiga bagian:

1. Desain masukan data untuk data iklim yaitu curah hujan bulanan.
2. Desain spasial modeling yaitu seleksi dan manipulasi data spasial.
3. Desain luaran seperti peta, grafik dan tabel.

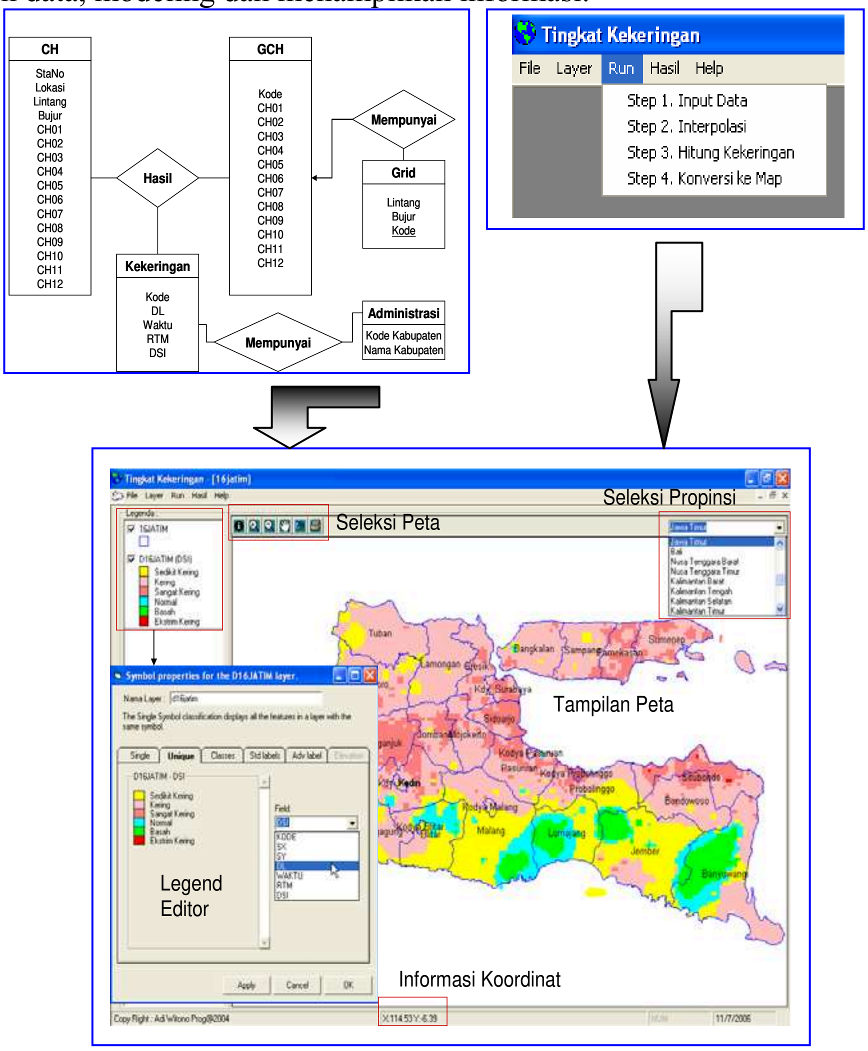
2.4. Implementasi

Realisasi fisik dari desain databsae dan aplikasi adalah implemnetasi pembangunan aplikasi kekeringan meteorologi. Microsoft Acces sebagai database software digunakan wadah menyimpan data tabular dan Microsoft Visual Basic software yang dilengkapi ektension Map Object dari ESRI digunakan untuk penulisan kode program.

III. HASIL

3.1. Software Aplikasi

Software aplikasi meliputi database dan interface yang meliputi perintah untuk memasukkan data, modeling dan menampilkan informasi.



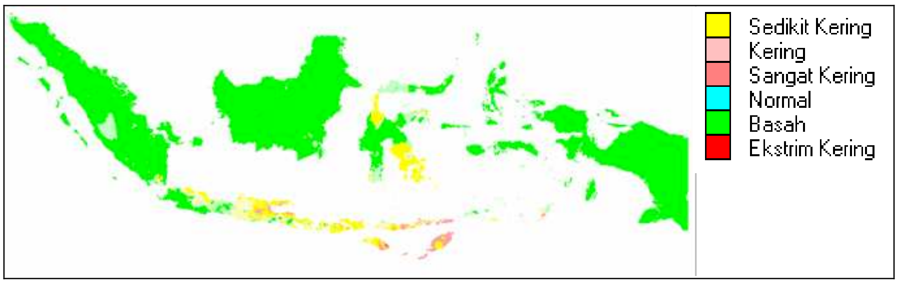
Gambar 3. Software aplikasi yang meliputi database, model proses dan tampilan informasi

3.2 Hasil Kekeringan Meteorologi

Tabel 3 dan Gambar 4 memperlihatkan luasan dan sebaran potensi kekeringan meteorologi di Indonesia.

Tabel 3. Luasan potensi kekeringan meteorologi di Indonesia

Kelas Kering	Luas (KM2)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Basah	1576216	157621641	83.873
Normal	93997	9399703	5.002
Sedikit Kering	64865	6486514	3.452
Kering	112972	11297174	6.011
Sangat Kering	31024	3102415	1.651
Ekstrim Kering	218	21820	0.012
Total	1879292.67	187929267	100



Gambar 4. Sebaran potensi kekeringan meteorologi di Indonesia

IV. PEMBAHASAN

Sistem dalam progam ini meliputi sub sistem masukan, proses dan luaran. Sub sistem masukan data menggunakan format csv dengan susunan tabel secara berurutan nomor dan nama stasiun, titik koordinat longitude dan latitude, serta nilai hujan bulan Januari sampai Desember. Data akan ditampilkan setelah data dimasukkan dan langsung disimpan ke dalam database sesuai daerah/propinsi yang dipilih. Data tersebut sebagai masukan untuk proses selanjutnya dalam sub sistem proses. Sub sistem proses meliputi interpolasi, penentuan tingkat dan kelas kekeringan serta penggabungan dan overlay peta. Proses interpolasi menggunakan metode Radial Basis yang didasarkan pada nilai jarak dan bobot jarak dari posisi stasiun dengan titik target yang tidak ada datanya dan perlu dilakukan pendugaan. Proses perhitungan untuk menentukan tingkat dan kelas kekeringan dalam sub sistem penentuan tingkat kekeringan mengacu pada metode skoring yang dikembangkan Bert H. Borger yang selanjunya dikelaskan berdasarkan tingkat/indeks kekeringannya. Tabel hasil pengkelasan kekeringan kemudian digabungkan dengan tabel dari peta grid, selanjutnya di overlay dengan data administrasi. Sub sistem luaran berupa informasi kekeringan meteorologi dalam bentuk peta, tabel dan grafik.

Berdasarkan hasil pengolahan data hujan insitu diperoleh informasi tentang sifat dan perilaku hujan setiap wilayah. Hasil perhitungan dan klasifikasi tingkat kekeringan menggunakan data hujan rata-rata antara tahun 1971-2000 seluruh Indonesia menunjukkan adanya potensi kekeringan meteorologi. Distribusi tingkat kekeringan secara global di Indonesia dapat dijadikan sebagai masukan awal untuk mengetahui kondisi kering secara lokal atau sektoral.

Penyebaran tingkat kekeringan bervariasi, sangat tergantung posisi geografis setiap wilayah. Pulau Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya berdasarkan hasil klasifikasi tingkat kekeringan menunjukkan kecenderungan basah terus-menerus dengan curah hujan rata-rata bulanan diatas 100 mm, hanya beberapa wilayah dengan curah hujan kurang dari 100 mm per bulan dengan periode waktu kurang dari tiga bulan. Hal ini menunjukkan ketiga pulau besar tersebut secara meteorologi cenderung tidak berpotensi kering. Karakter wilayah yang berada disekitar garis katulistiwa dengan intensitas penerimaan radiasi surya yang cukup tinggi, suhu udara rata-rata juga tinggi tidak secara otomatis menggambarkan daerah tersebut menjadi kering, karena curah hujan juga tinggi dengan intensitas yang cukup banyak.

Pulau Jawa, Bali, Lombok, dan Timor secara meteorologi mempunyai kecenderungan yang berbeda dengan pulau-pulau besar di Indonesia yaitu berpotensi kering dan sangat kering. Posisi geografis yang berada di lintang selatan antara 6-12^o juga mempunyai peranan penting terhadap potensi terjadinya kering baik secara spasial maupun temporal. Secara spasial penyebaran kekeringan diawali dari pantai utara Jawa Barat hingga propinsi Nusa Tenggara Timur. Semakin kearah timur penyebaran tingkat kekeringan semakin merata dengan variasi kelas cenderung sangat kering dengan nilai curah hujan rata-rata bulanan semakin rendah. Sedangkan secara temporal terjadinya bulan kering semakin lama. Propinsi Jawa Timur hingga Nusa Tenggara Timur periode waktu bulan kering berlangsung rata-rata lima bulan atau lebih dengan akumulasi jumlah curah hujan terendah selama tiga bulan berturut-turut kurang dari 100 mm. Sedangkan wilayah Sulawesi dan Maluku bagian utara cenderung tidak berpotensi kering dan bagian selatan cenderung kering.

V. KESIMPULAN

Software aplikasi yang berhasil menganalisis dan memetakan kekeringan meteorologi di Indonesia dengan yang berpotensi kering dan sangat kering yaitu Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Kejadian bulan kering dengan nilai curah hujan kurang dari 100 mm per bulan terjadi antara bulan Mei-Oktober dengan distribusi daerah pantura Jawa Barat hingga Nusa Tenggara Timur. Sedangkan pulau Sumatera Barat, Kalimantan dan Irian Jaya tidak berpotensi terjadi kekeringan. Posisi lintang utara potensi kekeringan lebih rendah dibanding lintang selatan

DAFTAR PUSTAKA

Borger, Bert H. 2001. Climate Assessment and Drought: The Occurrence and Severity of Droughts in South Sumatra and the *El-Nino* Southern Oscillation Index *in* Forest Fire Prevention and Control Project. www.fire.uni-freiburg.de/se_asia/projects/ ffpcp/FFPCP-20-Fire Management-Expert-Final-Report.pdf

Handoko, 1994. Klimatologi Dasar. Pustaka Jaya. Jakarta

Handoko, 2005. *Quantitative Modeling of System Dynamics for Natural Resources Management*. Bogor Agricultural University. Seameo-Biotrop.

Jaya, I Nengah Surati. 2002. Aplikasi Sistem Informasi Geografi untuk Kehutanan. Fahutan IPB. Bogor

Nurmayati, Tri, 2003. Analisis Tingkat Kekeringan dan Periode Musim Kemarau pada Saat Normal dan El Nino di Provinsi Riau. Skripsi. GFM IPB. Bogor

Turyanti, Ana, 1995. Sebaran Indeks Kekeringan Wilayah Jawa Barat. Skripsi. GFM IPB. Bogor.