

Metoda Web Komputasi Untuk Perhitungan Intensitas Bencana Kekeringan Di Wilayah Indonesia

Plato Martuani Siregar¹⁾, The Houw Liong²⁾, dan Bayong Tj.H.K¹⁾

¹⁾Laboratorium Sains Radio Atmosfer, Departemen Geofisika dan Meteorologi

²⁾Departemen Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung,

Jl Ganesa 10 Bandung, Indonesia 40132

E-mail:plato@geoph.itb.ac.id

Abstrak

Komputasi meteorologi dituntut menggunakan sistem jaringan database untuk kepentingan analisa sinoptik, komputasi menggunakan komputer tunggal diperluas ke jaringan mengingat perlu informasi untuk pemrosesan data yang simultan, cepat, dan akurat untuk memprakirakan kondisi cuaca. Komputasi melalui jaringan internet diaplikasikan dalam bahasa CGI dan manajemen database oleh MySQL. Semua persamaan dinamika atmosfer diimplementasikan dengan CGI (pemrograman php atau perl)

Perhitungan intensitas kekeringan menggunakan faktor hujan atau indeks kekeringan dibentuk oleh elemen iklim misalnya curah hujan dan suhu. Batas kering adalah 5.0, jika curah hujan (mm) dan suhu (Kelvin). Setiap kejadian El Niño, daerah wilayah Indonesia bagian timur dan selatan menjadi lebih kering dibanding tahun non-El Niño. El Niño menyebabkan kekeringan di beberapa daerah Indonesia, tetapi kekeringan tidak selalu akibat peristiwa El Niño, ada faktor lain yang menyebabkannya misalnya monsun timur.

Kata kunci: Php, Database MySQL, Indeks Kekeringan, El Niño, Monsun

Abstract

Meteorological computation needs networking of database in synoptic analysis, that computed by single computer is wided to networking because it's needed information for data processing that simultaneously, past, and accurately for weather prediction. Computation by internet is applied in CGI Language and database management by MySQL. All of atmospheric dynamics equation is implemented by CGI (php or perl programming).

Computations of drought intensity use rain factor or drought index that developed by climate elements, i.e. temperatures and rain fall. Value of drought index is less than 5.0 for drought condition, which rain fall in mm and temperature in Kelvin. El Niño event causes drought in Eastern and Southern of Indonesian region than non-El Niño year. El Niño gives drought for Indonesian region, but not all of drought caused by El Niño event, those are other factor for instance east monsoon.

Keywords : Php, Database MySQL, Drought Index, El Niño, Monsoon

1. Pendahuluan

Faktor monsun dan ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) merupakan penyebab utama terjadinya bencana kekeringan di Indonesia. Keragaman harga curah hujan memiliki variasi besar dibandingkan unsur iklim lain seperti kelembapan, suhu, tekanan udara dan lainnya. Sehingga mekanisme kekeringan lebih dipengaruhi oleh curah hujan. Musim kemarau dan bencana kekeringan disebabkan oleh rendahnya curah hujan, meskipun suhu udara tinggi juga mempengaruhi kekeringan. Perbandingan besarnya curah hujan dan suhu udara permukaan dinyatakan secara fisis untuk menghitung besar intensitas kekeringan dengan P (indeks kekeringan)^{1,2)}.

Indonesia sebagai kontinen maritim memiliki luas laut 70 %, darat 30% dan udara 100%. Siklus hidrologi hanya mempengaruhi curah hujan lokal saja, tetapi untuk secara keseluruhan (global) lebih dipengaruhi oleh monsun dan ENSO. Insolasi yang kuat akibat dari equinok dua kali dalam setahun menimbulkan konveksi yang kuat sehingga memudahkan terbentuknya awan. Indonesia dengan perairan yang luas akan memegang peranan penting dalam perubahan fluks panas sensibel dan panas laten kondensasi uap air permukaan laut³⁾.

Monsun disebabkan oleh beda sifat fisis darat dan laut yang dicirikan oleh beda tekanan yang menimbulkan perpindahan massa udara. Monsun terdiri dari dua sirkulasi musiman yang berbeda yaitu siklus antisislon darat pada musim dingin dan siklus siklon darat pada musim panas dibelahan bumi utara atau selatan. Monsun berhembus secara tunak dalam musim panas dan berlawanan pada musim dingin. Hal ini terjadi akibat perubahan gradien tekanan. Di daerah Indonesia terdapat monsun Asia BBU musim dingin dan monsun Australia BBS musim dingin⁴⁾.

El Niño merupakan gangguan periodik terhadap sistem iklim yang terjadi sekitar lima tahunan. Pusat aktivitasnya terletak di Pasifik Ekuator terutama pada daerah *Niño 3*, namun pengaruhnya meluas diluar Pasifik. Gejala *El Niño* merupakan kolam panas di Pasifik dan *La Niña* sebaliknya. Dalam kondisi *El Niño*, curahan bergerak kearah timur sehingga daerah Indonesia mengalami musim kemarau yang panjang⁵⁾. Beberapa dugaan bahwa peristiwa *El Niño* terjadi akibat melemahnya angin pasat. Akibat pelemahan ini terjadi perbedaan muka laut antara bagian barat dan timur ekuator. Perbedaan ini ditunjukkan oleh gejala gelombang *Rossby* yang merambat ke timur, namun setelah terhalang oleh benua Amerika, sebagian berbalik lagi kearah barat

dalam bentuk gelombang *Kelvin*. Selisih amplitudo antara dua gelombang diatas menyebabkan terjadi gradient tekanan air laut, sehingga timbul kolam panas di daerah Pasifik pada kondisi tekanan tinggi. Kerumitan dinamika atmosfer ekuator dan keunikan pembentukan awan di kontinen maritim Indonesia menyebabkan kesulitan prediksi cuaca dengan ketelitian tinggi^{6,7)}.

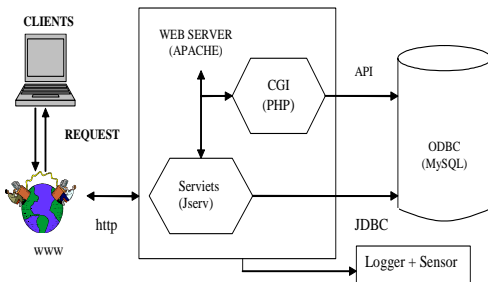
2. Database Meteorologi

Pada penelitian ini digunakan *database* curah hujan dan suhu permukaan sekitar wilayah Indonesia:

- Sumber data adalah database NOAA <http://www.wesley.noaa.gov> pada selang waktu tahun 1990-1999, 90-150BT, 20LS-20LU, dan lebar grid 2.5 derajat.
- Data musim kemarau dan karakteristik curah hujan, sumber data oleh Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta, selang waktu tahun 1961-2001 yang di simpan pada server medac.geoph.itb.ac.id.

3. Arsitektur Web Komputasi

Penerapan komputasi dalam web memiliki tiga kunci pokok yakni: antarmuka dengan pelanggan dalam *browser, server web, dan server database*.



Gambar 1. Arsitektur Web Komputasi

Web server dan *database MySQL* dibuat dalam satu komputer untuk efisiensi, *www* sudah tersedia pada jaringan internet, dan clients adalah tempat melakukan program dan membaca hasil melalui internet yang biasanya dilakukan dari rumah melalui telepon atau di laboratorium. *Web server* berguna untuk antarmuka dengan *www* melalui *http* yang dibuat dengan program *Jserv* sehingga dapat diminta dari pelanggan. Bahasa *Sequence Query Language (SQL)* diimplementasikan dengan *database MySQL* yang sudah banyak dipakai dalam *e-commerce* di internet. Meskipun database masih sederhana, tapi sudah cukup digunakan untuk pemrosesan dan pengarsipan data yang teratur secara baik⁸⁾. Sistem *MySQL* telah diinstall pada sebuah sever di Laboratorium Sains Radio Atmosfer, Program Studi Meteorologi, GM-ITB. Peluncurannya sejak tahun 1997 dengan nama domain medac.geoph.itb.ac.id atau lebih ringkasnya MEDAC. Dengan server ini sudah banyak dimanfaatkan untuk tugas akhir, RUT, dan pengabdian kepada masyarakat dibidang Meteorologi. Berikut ini adalah format struktur data menggunakan bahasa *MySQL* untuk data cuaca yang dibuat dengan modifikasi dari struktur data keluran Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG).

Tabel 1. Struktur data cuaca nasional

Field	Type
Tgl	int(11)
T07	Float(10,2)
T13	Float(10,2)
T18	Float(10,2)
TRR	Float(10,2)
TMAX	Float(10,2)
TMIN	Float(10,2)
CHujan	Float(10,2)
LPM	int(11)
Evapo	Float(10,2)
Tekanan	Float(10,2)
RH07	Float(10,2)
RH13	int(11)
RH18	int(11)
RHRT	int(11)
vwm	Float(10,2)
dvwm	Char(3)
vw	float(10,2)
dvw	char(3)
latitude	float(10,2)
longitude	float(8,3)
Provinsi	Varchar(35)
altitude	float(5,3)

Dengan menggunakan PHP sebagai bahasa *script* yang dibuat dipelanggan dan dikirim ke *web server, script* tersebut diharapkan akan dapat melakukan kerja secara interaktif antara *MySQL-http*, sehingga akan diperoleh perhitungan dan model atmosfer yang diinginkan. Pada penelitian ini hanya menggunakan data curah hujan dan suhu untuk menghitung indeks kekeringan pada lokasi 90-150BT dan 20LS-20LU yang meliputi wilayah Indonesia dan sekitarnya.

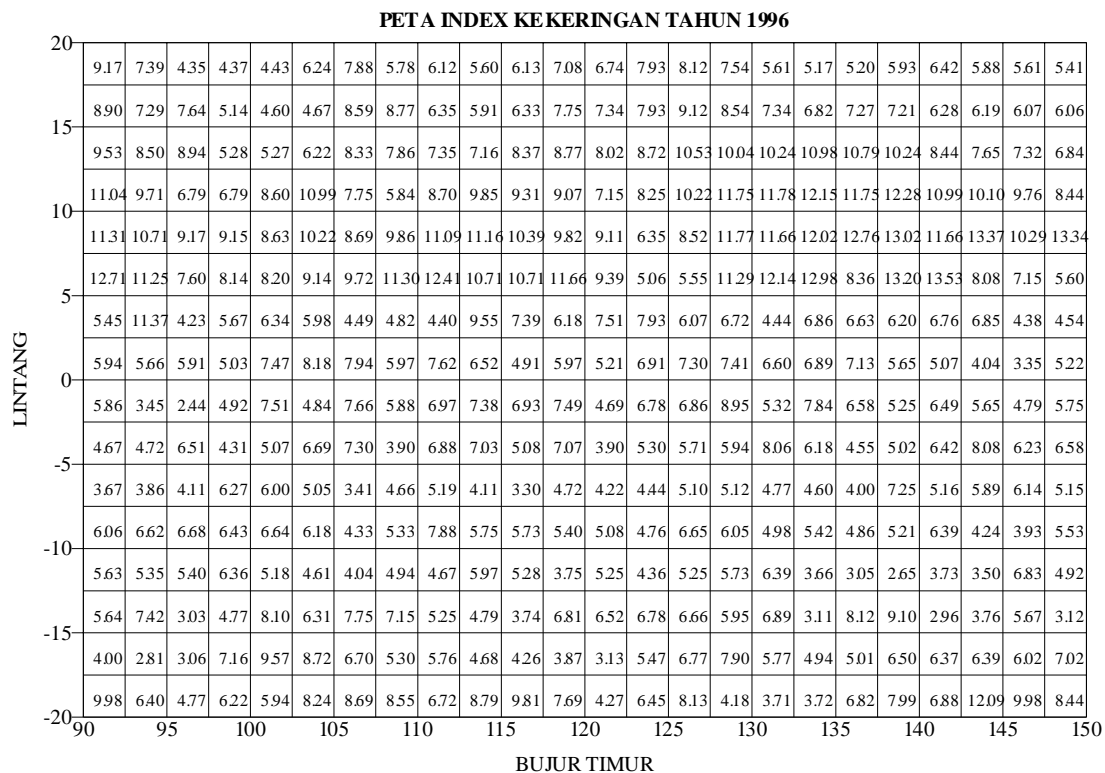
4. Perhitungan Indeks Kekeringan

Kekeringan merupakan keadaan permintaan lebih besar dari persediaan air. Ketersediaan air ditinjau dari curah hujan meskipun masih banyak faktor yang terlibat dalam persoalan ketersediaan air tersebut, karena ketidak kontinuan curah hujan terhadap waktu dan tempat, maka nilai rata-rata curah hujan sering dipakai.

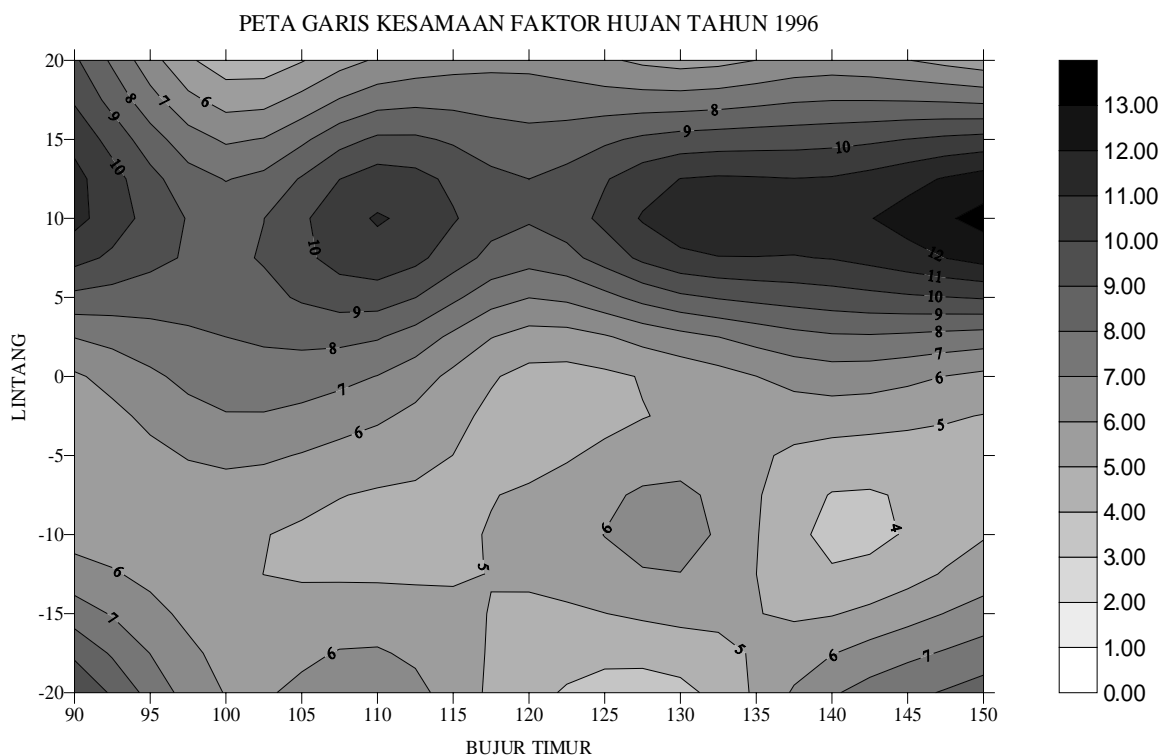
Penyebab utama kekeringan adalah kurangnya ketersediaan air sehingga unsur curah hujan dan suhu adalah penyebab utama bencana kekeringan. Faktor Indeks kekeringan adalah jumlah akumulasi curah hujan tahunan disuatu lokasi dibagi dengan suhu rata-rata tahunan secara fisis ditulis untuk satu posisi:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{365} R_i}{\sum_{j=1}^{12} \frac{T_j}{12}} \quad (1)$$

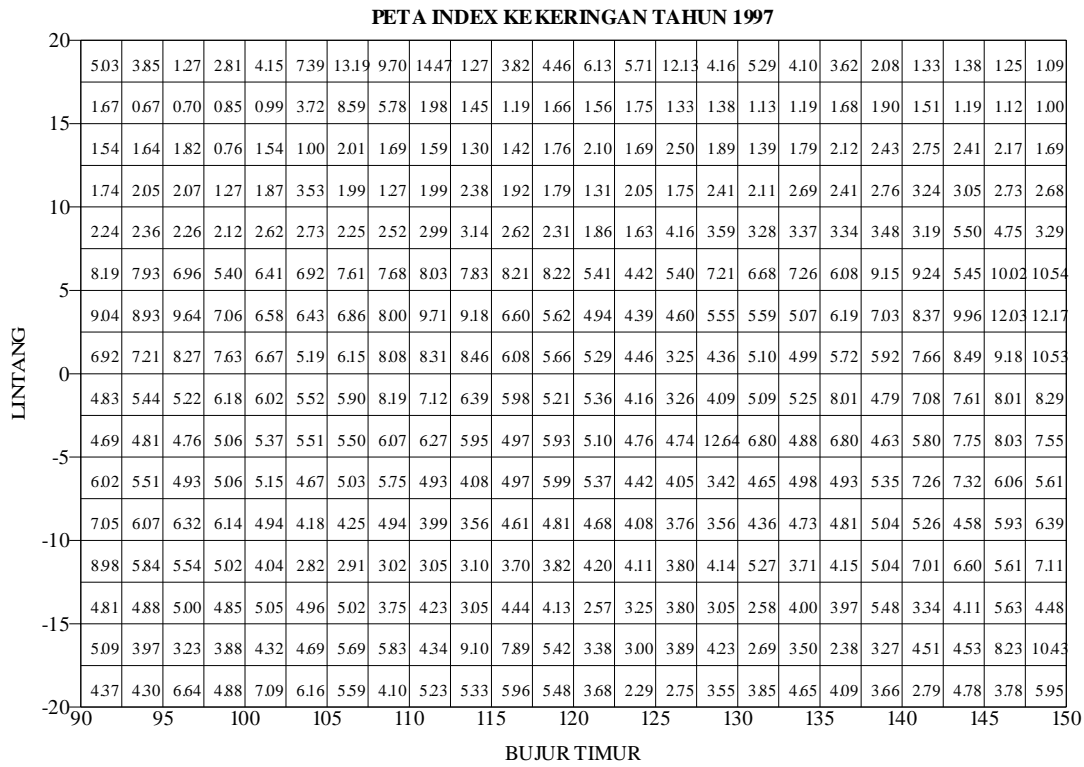
dimana R_i = curah hujan hari ke-i
 T_j = suhu bulan ke-j
 P = faktor kekeringan



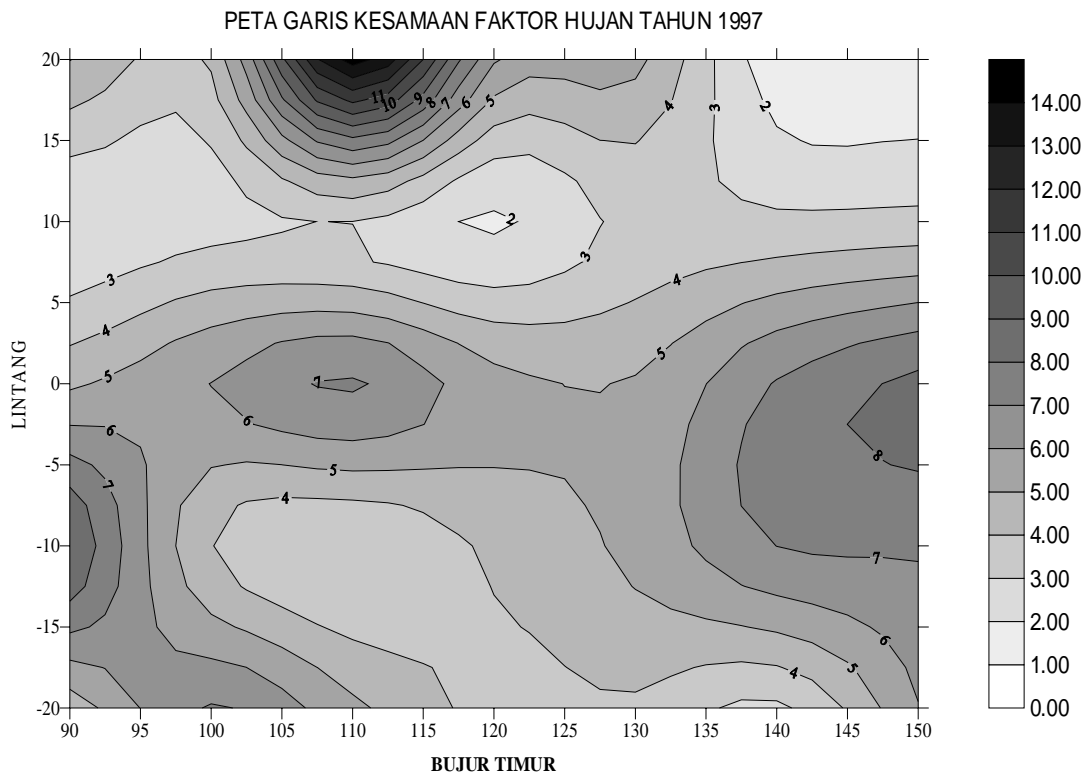
Gambar 2. Hasil perhitungan indeks kekeringan tahun 1996



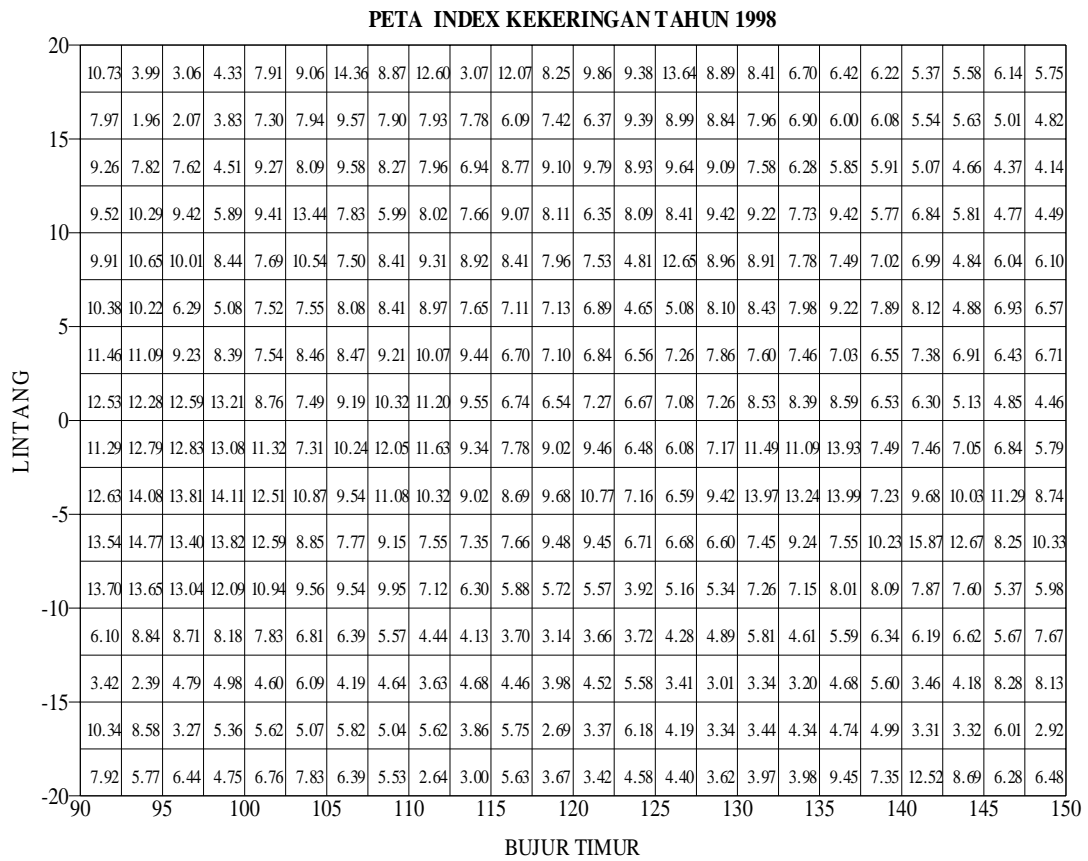
Gambar 3. Garis kesamaan faktor hujan tahun 1996



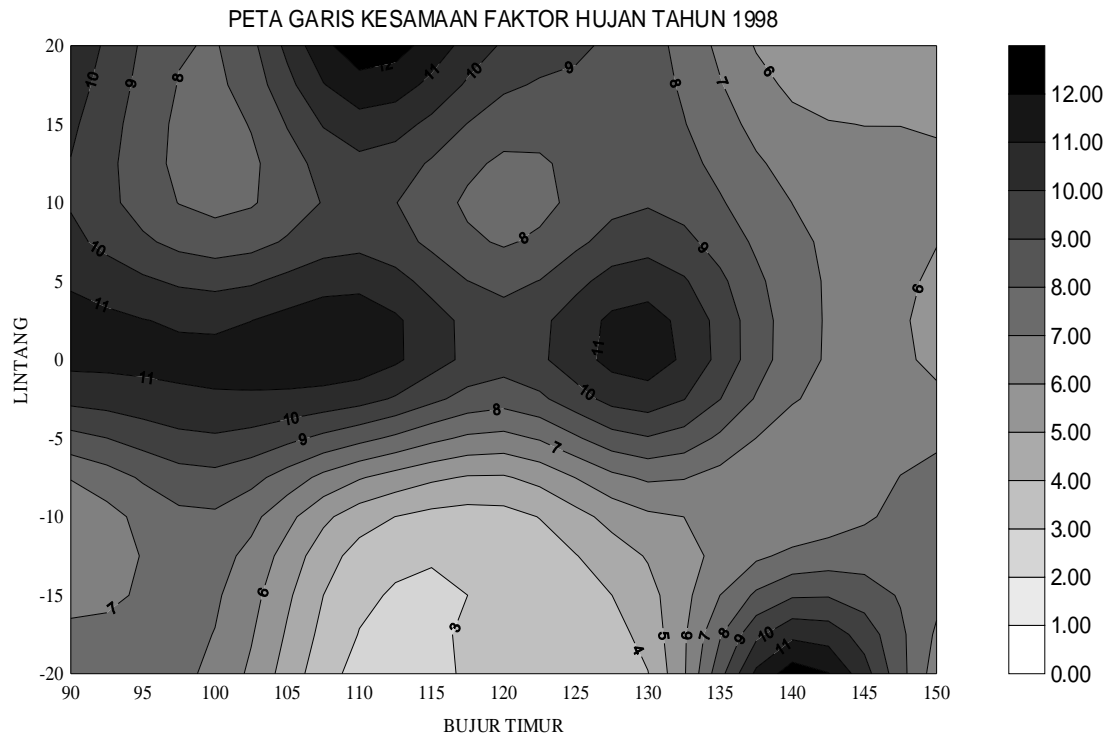
Gambar 4. Hasil perhitungan indeks kekeringan tahun 1997



Gambar 5. Garis kesamaan faktor hujan 1997



Gambar.6 Hasil perhitungan indeks kekeringan tahun 1998



Gambar 7. Garis kesamaan faktor hujan 1998

Tabel 2. Persentase Wilayah Musim Kemarau dan Karakteristik Curah hujan
(Sumber Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta)

TAHUN	DIBAWAH NORMAL	NORMAL	DIATAS NORMAL	GEJALA ALAM	BENCANA ALAM
1961	94	6	0	El Nino	Kekeringan
1962	33	39	28	-	-
1963	92	8	0	El Nino	Kekeringan
1964	12	20	68	-	-
1965	96	4	0	El Nino	Kekeringan
1966	65	26	9	-	Kekeringan
1967	96	4	0	El Nino	Kekeringan
1968	0	8	92	-	-
1969	91	9	0	El Nino	Kekeringan
1970	31	41	28	-	-
1971	34	33	33	-	-
1972	98	2	0	El Nino	Kekeringan
1973	2	11	87	-	-
1974	7	22	71	-	-
1975	9	17	74	-	-
1976	72	28	0	El Nino	Kekeringan
1977	78	20	2	El Nino	Kekeringan
1978	3	12	85	-	-
1979	46	26	28	-	-
1980	67	17	16	-	Kekeringan
1981	15	28	57	-	-
1982	100	0	0	El Nino	Kekeringan
1983	52	19	29	El Nino	Kekeringan
1984	15	18	67	-	-
1985	24	44	62	-	-
1986	28	26	46	-	-
1987	91	9	0	El Nino	Kekeringan
1988	57	30	13	El Nino	Kekeringan
1989	10	52	38	-	-
1990	12	60	28	-	-
1991	98	2	0	El Nino	Kekeringan
1992	16	40	44	-	-
1993	60	37	3	El Nino	Kekeringan
1994	99	1	0	El Nino	Kekeringan
1995	26	59	15	-	-
1996	26	50	24	-	-
1997	94	5	1	El Nino	Kekeringan
1998	44	41	15	-	-
1999	67	25	28	-	Kekeringan
2000	30	60	10	-	-
2001					-

Pemilihan akumulasi tahunan adalah untuk melihat ketersediaan air selama setahun yang diterima pada permukaan, sedangkan suhu rata-rata tahunan adalah untuk menghindari pengaruh lokal terhadap kekeringan. Dalam penentuan besar indeks kekeringan biasanya curah hujan menggunakan satuan mm/tahun dan suhu dalam derajat Celcius. Batas kering adalah sekitar 40. Dalam penelitian ini perumusan diatas dimodifikasi menggunakan satuan untuk curah hujan mm/tahun dan suhu dalam skala *Kelvin* sehingga batas kering menjadi 5. Harga ini diperoleh dengan pertimbangan curah hujan tahunan di Indonesia sebagian besar lebih dari 1350 mm, dan suhu tahunan rata-rata sekitar 25 °C atau 298 K.

5. Hasil dan Analisa

Dengan menggunakan *web* sebagai media komputasi akan menghasilkan peta garis kesamaan indeks kekeringan untuk daerah wilayah Indonesia dengan simultan, cepat, tepat, dan interaktif. Pada penelitian ini digunakan data pada selang waktu 1990-1999 sehingga lengkap diperoleh ada gejala monsun, *El Niño*, dan *La Niña*. Pada tahun 1996 (lihat Gambar 2,3) adalah sebelum *El Niño*, sudah mulai menunjukkan penurunan nilai indeks kekeringan dibandingkan tahun sebelumnya khusus pada bujur 90-150BT dan lintang 20LS-20LU, harga indeks kekeringan pada belahan bumi selatan sepanjang 10 tahun memang lebih rendah dibandingkan di belahan bumi utara. Harga ini didominasi oleh efek Monsun Asia basah dan Monsun Australia yang kering. Pada tahun 1997 (lihat Gambar 4,5) merupakan tahun *El Niño* dan indeks secara drastis sangat menyolok turun pada bujur 90-150BT seperti bentuk lidah, indeks umumnya dibawah harga sembilan. Bagian selatan pulau Jawa dan Nusa Tenggara menjadi lebih kering adalah akibat gabungan *El Niño* dan Monsun Australia yang menimbulkan peta faktor hujan dengan harga kecil semakin menjorok ke arah ekuator. Pada tahun 1998 justru merupakan tahun *La Niña* (lihat Gambar 6,7) memiliki indek yang lebih besar, kecuali belahan selatan.

6. Kesimpulan

1. Indeks kekeringan adalah batas dimana wilayah di kategorikan kering jika indeksnya lebih kecil dari 5.0, dan basah diatas 5.0 basah.
2. Dari indeks menunjukkan bahwa setiap kejadian *El Niño*, maka daerah wilayah Indonesia bagian timur dan selatan terpengaruh menjadi lebih kering dibanding dengan tahun normal.
3. Setiap kejadian *El Niño* akan terjadi kekeringan di Wilayah Indonesia, tetapi tidak berlaku sebaliknya (lihat tabel 2).

4. Kondisi kering akibat Monsun Australia adalah faktor utama yang menyebabkan kekeringan di Indonesia dari sepuluh tahun pengamatan.
5. Perhitungan dengan *web* komputasi akan mempercepat prediksi dan perhitungan cuaca secara interaktif, dapat diakses dari manapun asalkan masih terhubung dengan *internet*, efisiensi *server basisdata*, user hanya buat alur *script* melalui PC pelanggan kemudian dikirim ke *server database* memberi biaya yang murah, dan kenyataan bahwa stasiun klimatologi tersebar di daerah akan memungkinkan perhitungan dan prakiraan cuaca lebih cepat serta otomatis dan akan mendapat hasil yang lebih dipercaya.
6. Program *MySQL* dan *PHP* adalah berbasis *internet* yang diperoleh dengan gratis sehingga untuk kepentingan pendidikan dan penelitian sangat cocok.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini disponsori oleh sebagian dana RUT VII.I-2001, Kerja sama LP-ITB dan KMRT dengan Kontrak No 011.11/SK/RUT/2001.

Daftar Pustaka

1. Bayong, Tj.H.K., *Proses Fisis Atmosfer-Osean pada El Niño dan dampaknya terhadap musim di Indonesia*, Prosiding Seminar Media Dirgantara, Bandung, (1996).
2. Bayong, Tj.H.K., *The impact of El Niño on season in Indonesia Monsoon Region*, Proc.of International Workshop on Climate System of Monsoon Asia, Kyoto, Japan (1996).
3. Siregar, Plato Martuani, *Model 1-D pertumbuhan awan konveksi diatas Bandung*, Tesis Magister Program studi Oseanografi dan Sains Atmosfer, ITB, (2001).
4. Ramage, C.S., *Monsoon Meteorology*, Academic Press, New York, 1971.
5. Trenberth, K E., *El Niño Defenition*, Workshop on ENSO and Monsoon, ICTP, Italy, WMO No 896, (1996).
6. Hirota, I., *Dynamic of the Equatorial Middle Atmosphere*, The Four International Symposium of Equatorial Observation over Indonesia, RASC, (1992).
7. Kato, S., *Atmosphere in Motion over Indonesia and Global Climate*, PIT. HAGI XIX, Bandung, (1994).
8. Jesus C., Harish Rawat, Sascha S., Chris S., and Deepak Veliath, *Profesional PHP Programming*, Wrox Press Ltd, 1999.