

PRAKIRAAN JANGKA PANJANG DI BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA

Dodo Gunawan, Soetamto, Nuryadi, Heru Riyanto

Pusat Iklim Nasional, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta

Abstrak

Prakiraan jangka panjang (musim) dibuat oleh BMG dua kali dalam setahun, sesuai kondisi musim di Indonesia. Prakiraan musim kemarau dibuat awal Maret dan prakiraan musim hujan dibuat pada awal September.

Mengingat curah hujan di Indonesia sangat bervariasi menurut ruang dan waktu, maka tidak seluruh daerah memiliki musim hujan dan kemarau sebagaimana yang didefinisikan BMG. Daerah-daerah yang memiliki musim yang jelas antara hujan dan kemarau yang telah dikelompokkan menjadi Daerah Prakiraan Musim, dijadikan dasar dalam memprakirakan musim untuk keperluan operasional.

Metoda yang digunakan untuk memprakirakan musim yang dilakukan BMG terdiri atas beberapa metoda yang berbasis statistik/matematik (probabilitas, ARIMA, deret harmonis, analogi), statistik dinamis (regresi, model transfer), dan metoda dinamis. Pada metoda statistik dinamis, unsur-unsur fisis/dinamis yang dijadikan variabel bebas diantaranya Indeks Osilasi Selatan (SOI), dan anomali suhu muka laut (SSTA). Metoda dinamis yang digunakan untuk mendukung metoda statistik adalah berupa hasil analisa dan prediksi BMG dan pusat-pusat iklim/cuaca dalam dan luar negeri.

Validasi hasil prakiraan musim BMG yang dibuat untuk kurun waktu sepuluh tahun terakhir menunjukkan adanya variasi ketepatan diantara unsur yang diprakirakan. Secara kualitatif dari empat unsur yang diprakirakan (permulaan musim hujan, permulaan musim kemarau, sifat hujan musim hujan dan sifat hujan musim kemarau), urutan tingkat ketepatannya adalah; prakiraan permulaan musim lebih baik dari prakiraan sifat hujan. Antara kedua musim (hujan/kemarau), prakiraan musim hujan lebih baik dari pada prakiraan musim kemarau baik untuk permulaan maupun sifat hujannya.

1. PENDAHULUAN

Salah satu unsur iklim yang penting dan berpengaruh terhadap seluruh aktivitas kehidupan adalah presipitasi. Untuk wilayah Indonesia, presipitasi yang paling dominan adalah curah hujan. Curah hujan, sebagaimana diketahui sangat bervariasi menurut ruang dan waktu. Penyebab variasi tersebut ada yang bersifat global dan banyak yang bersifat lokal. Untuk keperluan perencanaan dan mengambil kebijaksanaan pada berbagai sektor pembangunan perlu adanya prakiraan

curah hujan baik untuk jangka waktu bulanan maupun musim.

Berbagai teknik dan metoda untuk membuat prakiraan curah hujan telah banyak dilakukan. Di Indonesia prakiraan jangka panjang telah mulai dilakukan oleh para peneliti sejak masa kolonial Belanda. Berlage (1927) adalah peneliti yang pertama kali melakukan prakiraan monsoon di Jawa. De Boer (1947) membuat prakiraan permulaan dan akhir musim kemarau di Jawa dan Madura. Kemudian De Boer dan Euwe (1949) membuat prakiraan curah hujan untuk

periode Juli-Agustus-September dan Euwe (1949) membuat prakiraan curah hujan untuk periode Desember-Jan-Februari. Di India, Walker (*dalam* Thapiyal, 1982) merupakan pendahulu dalam membuat prakiraan jangka panjang yaitu membuat prakiraan monsoon di India dengan memperkenalkan konsep korelasi sebagai sebuah ukuran hubungan antara kejadian di suatu tempat di belahan bumi dengan curah hujan di India.

Tujuan penulisan ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai metoda prakiraan jangka panjang yang dibuat BMG yang telah digunakan untuk keperluan operasional, serta validasi dari hasil prakiraan yang merupakan gabungan dari beberapa metoda.

2. METODA PRAKIRAAN

Prakiraan jangka panjang yang dibuat BMG menggunakan beberapa metoda yang berbasis statistik/matematik diantaranya metoda probabilitas, ARIMA, deret harmonis dan metoda analogi (Nuryadi, 1998; Gunawan, 1999), metoda statistik dinamik yaitu regresi dan model fungsi transfer, serta metoda dinamis. Uraian secara singkat masing-masing metoda tersebut adalah sebagai berikut;

Model Statistik / Matematik

1. Metoda probabilitas

Metoda ini menghitung peluang suatu kejadian yang akan datang berdasarkan analisis deret data. Probabilitas yang diharapkan dikelompokkan dalam tiga kategori untuk sifat hujan yaitu atas normal, normal dan bawah normal, sedangkan untuk permulaan musim

dikelompokkan dalam kategori lebih awal, sama dan lebih lambat dari rata-rata atau normalnya.

2. Metoda ARIMA

Metoda ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) pertama kali dikembangkan Box dan Jenkin (1970). Metodologi Box-Jenkin adalah metode deret waktu yang memperlakukan sistem sebagai sebuah kotak hitam (black-box) tanpa berusaha mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi sistem tersebut. Sistem semata-mata dianggap sebagai suatu pembangkit proses (Bey, 1987).

Ada dua alasan utama untuk memperlakukan sistem sebagai kotak hitam

- Sistem tersebut sangat kompleks untuk dimengerti atau jika dapat dimengerti sangat sukar mengukur dengan teliti keterkaitannya berbagai faktor yang mengendalikan sistem tersebut.
- Tujuan utama hanyalah ingin menduga apa yang akan datang, bukan mengetahui mengapa hal terjadi.

Dasar pendekatan untuk membangun model Box-Jenkins terdiri atas tiga tahap yaitu identifikasi, penaksiran dan pengujian serta penerapan.

Penggunaan metoda Box-Jenkin (ARIMA) untuk membuat prakiraan curah hujan baik bulanan maupun musim di wilayah Indonesia sudah digunakan sejalan dengan penggunaan komputer yang semakin meluas. Subektyo (1989) menggunakan metoda ini untuk membuat prakiraan curah hujan bulanan di wilayah Cilacap, sementara Tim BMG (1993) menggunakannya untuk membuat prakiraan musim beberapa wilayah Indonesia yang mewakili daerah prakiraan musim. Sementara Gunawan (1996) menggunakannya untuk prakiraan dasarian (10 harian).

3. Metoda deret harmonis

Metoda ini dinamakan juga analisis Fourier adalah pencocokan deret berkala ke dalam gelombang sinus untuk mencari adanya faktor periodisitas pada data. Bentuk umum fungsi sinus untuk deret berkala adalah;

$$Y_t = A \sin \left[\left(\frac{ft}{n} \right) 2\pi + \phi \right]$$

Dimana

A adalah amplitudo

f adalah frekuensi dari sejumlah n pengamatan

t adalah indeks waktu

n adalah jumlah periode yang diamati, dan

ϕ adalah sudut fase (dalam radian)

4. Metoda analogi

Metoda ini didasarkan pada kenyataan bahwa suatu peristiwa alam termasuk musim tidak akan sama untuk setiap kejadian, namun ada kemiripan yang dapat terulang dalam periode tertentu. Atas dasar tersebut, metoda ini mengkaji suatu seris data untuk mencari kemiripan, kemudian menganalogikannya untuk kejadian yang akan datang. Unsur yang digunakan untuk menganalogikan suatu kejadian adalah siklus kejadian ENSO/La Nina dengan mengkaji data SOI.

Model Statistik Dinamis

Sebagaimana diketahui bahwa atmosfer merupakan sistem dinamis yang kompleks. Sistem ini dapat merubah sejumlah input menjadi beberapa output. Model stokastik/statistik dinamis yang digunakan di sini mengasumsikan bahwa atmosfer adalah sebagai sistem dinamis linier

1. Metoda regresi

Metoda regresi linier yang digunakan untuk prakiraan jangka panjang adalah meregresikan curah hujan bulanan/musim dan permulaan musim dengan unsur fisis/atmosfer lain sebagai variabel bebas. Dalam hal ini digunakan Indeks Osilasi Selatan rata-rata tiga bulan di belakang periode musim yang diprakirakan sebagai prediktor. Sebagai contoh persamaan regresi untuk prakiraan curah hujan musim kemarau di Daerah Prakiraan Musim (DPM) 1 adalah sebagai berikut ;

$$Y_t = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

dimana

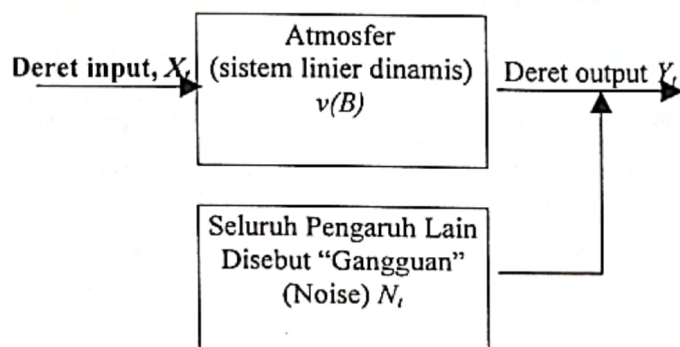
Y_t = curah hujan musim kemarau DPM 1,

X_1 = SOI rata-rata bulan Januari-Februari-Maret

X_2 = indeks permulaan musim kemarau

2. Model fungsi transfer

Model fungsi transfer dapat di ilustrasikan seperti pada Gambar 1. Dari gambar tersebut terlihat bahwa proses dinamis linier atmosfer direpresentasikan oleh fungsi transfer $v(B)$. Atmosfer yang berperilaku sebagai sistem dinamis linier merubah input X_t menjadi output Y_t , yaitu sama dengan X_t , $v(B)$. Namun pada kenyataannya atmosfer tidak demikian sederhana. Ada sejumlah faktor lain yang mempengaruhi output, yang



Gambar 2. Konsep Fungsi transfer

dalam model ini dianggap sebagai gangguan atau noise. Di India Thapiyal (1982) mengaplikasikan model ini untuk menduga curah hujan monsun. Input yang digunakan adalah variabel yang telah diketahui sangat dominan pengaruhnya terhadap output. Untuk monsun India, Thapiyal menggunakan posisi daerah tekanan rendah sub-tropis paras 500 mb rata-rata bulan April di atas India (sepanjang 75° BT). Untuk wilayah Indonesia, model fungsi transfer diaplikasikan oleh Haryoko (1998) untuk menduga curah hujan bulanan daerah Ambon dengan menggunakan input SST dan SOI.

Bentuk umum persamaan model fungsi transfer adalah sebagai berikut;

$$Y_t = v(B) X_t + N_t$$

Dimana

Y_t = deret output (curah hujan musim)

X_t = deret input (SST atau SOI)

N_t = pengaruh kombinasi dari seluruh faktor yang mempengaruhi Y_t (disebut "gangguan"), dan

$v(B)$ = fungsi transfer

Model Dinamis

Metoda ini lebih bersifat analisis dari dinamika atmosfer yang kemudian digunakan untuk prediksi. Analisis yang dibuat meliputi analisa arus angin dan suhu permukaan laut.

1. Analisa suhu permukaan laut (SST)

Pembentukan awan sangat erat kaitannya dengan tersedianya uap air di atmosfer. Sebagian uap air di atmosfer berasal dari penguapan air laut. Sebagai

indikator penguapan air laut digunakan temperatur permukaan air laut (Sea Surface Temperature) sebagai prediktor. SST yang di analisis adalah ;

- SST wilayah Pasifik ekuator bersama sama dengan Indeks Osilasi Selatan (SOI) digunakan untuk memonitor terjadinya kondisi ekstrim El Nino/La Nina.
- SST mingguan untuk perairan Indonesia dan sekitarnya yang digunakan sebagai prediktor curah hujan.

Berdasarkan kajian yang dilakukan secara empiris, tenggang waktu (lead time) terbaik adalah sekitar 2 minggu sebelumnya. Jadi untuk prakiraan dekade 1 (tanggal 1-10) digunakan SST minggu ke-2 bulan sebelumnya.

2. Analisa Stream Line (Arus Angin)

Arus angin yang sesuai dengan periode SST dianalisis untuk menentukan massa udara yang masuk dalam suatu wilayah. Prakiraan arus angin untuk periode yang bersangkutan dianalisis untuk mendapatkan daerah-daerah konvergensi serta menentukan posisi ITCZ. Dari hasil analisis dua parameter di atas, digabung dengan pertimbangan pengaruh lokal seperti keadaan orografis serta stabilitas atmosfer yang diperoleh dari pengamatan grafik aerogram ditentukan prakiraan hujan untuk tiap-tiap dekade. Dengan menjumlahkan secara kumulatif tiga dekade pada bulan yang bersangkutan di peroleh prakiraan hujan untuk satu bulan ke depan.

3. VALIDASI HASIL PRAKIRAAN

Validasi prakiraan dilakukan dengan cara pencocokan antara prakiraan BMG yang merupakan gabungan dari beberapa metoda yang diuraikan di atas. dengan data observasi/evaluasi. Cara penilaiannya

untuk sifat hujan yang dikelompokkan dalam tiga kriteria; Atas Normal (AN), Normal (N) dan Bawah Normal (BN) adalah seperti pada matrik berikut;

		prakiraan		
		AN	N	BN
evaluasi	AN	sesuai	mendekati	menyimpang
	N	mendekati	Sesuai	mendekati
	BN	menyimpang	Mendekati	Sesuai

Cara penilaian untuk permulaan musim adalah; bila prakiraan dan evaluasi terjadi pada dasarian yang sama, dinilai *sesuai*, dan bila tidak terjadi pada dasarian yang sama dinilai lebih *awal (maju)* atau lebih *lambat (mundur)*.

Berdasarkan metoda tersebut, validasi prakiraan musim untuk 10 tahun terakhir diperoleh hasil sebagai berikut (Gunawan, 1998);

Secara kualitatif dari empat unsur yang diprakirakan (1) permulaan musim hujan, (2) permulaan musim kemarau, (3) sifat hujan musim hujan dan (4) sifat hujan musim kemarau, urutan tingkat ketepatan yang diambil dari nilai prosentase *sesuai* adalah sebagaimana nomor urut tersebut. Dengan kata lain prakiraan permulaan musim lebih baik dari prakiraan sifat hujan. Antara kedua musim (hujan/kemarau), prakiraan musim hujan lebih baik dari pada prakiraan musim kemarau baik untuk permulaan maupun sifat hujannya. Nilai yang diperoleh tersebut sangat sesuai dengan sifat variabilitas kedua musim. Seperti dapat dilihat pada grafik terlampir, dari rata-rata seluruh DPM, prosentase sifat hujan pada musim kemarau sangat bervariasi dari tahun ke tahun, sedangkan pada musim hujan variasinya berkisar pada nilai normalnya. Demikian pula untuk permulaan

musim, sebagai contoh di DPM 63 (Madura), variabilitas permulaan musim kemarau cukup tinggi dibandingkan musim hujannya.

Dari kedua variabilitas musim tersebut, cukup beralasan ketepatan prakiraan unsur yang variabilitasnya tinggi, ketepatannya rendah. Bahkan untuk permulaan musim kemarau, tingkat ketepatan pada kondisi ekstrim El Nino sangat rendah. Hal ini sesuai dengan kesimpulan Thapiyal (1982) dan Haryoko (1998) yang menyatakan bahwa persamaan regresi kurang baik dalam memprakirakan curah hujan terutama dalam keadaan musim yang ekstrim, dan secara keseluruhan metode ARIMA dan model fungsi transfer memberikan performa yang lebih baik dibandingkan metode regresi.

4. PENUTUP

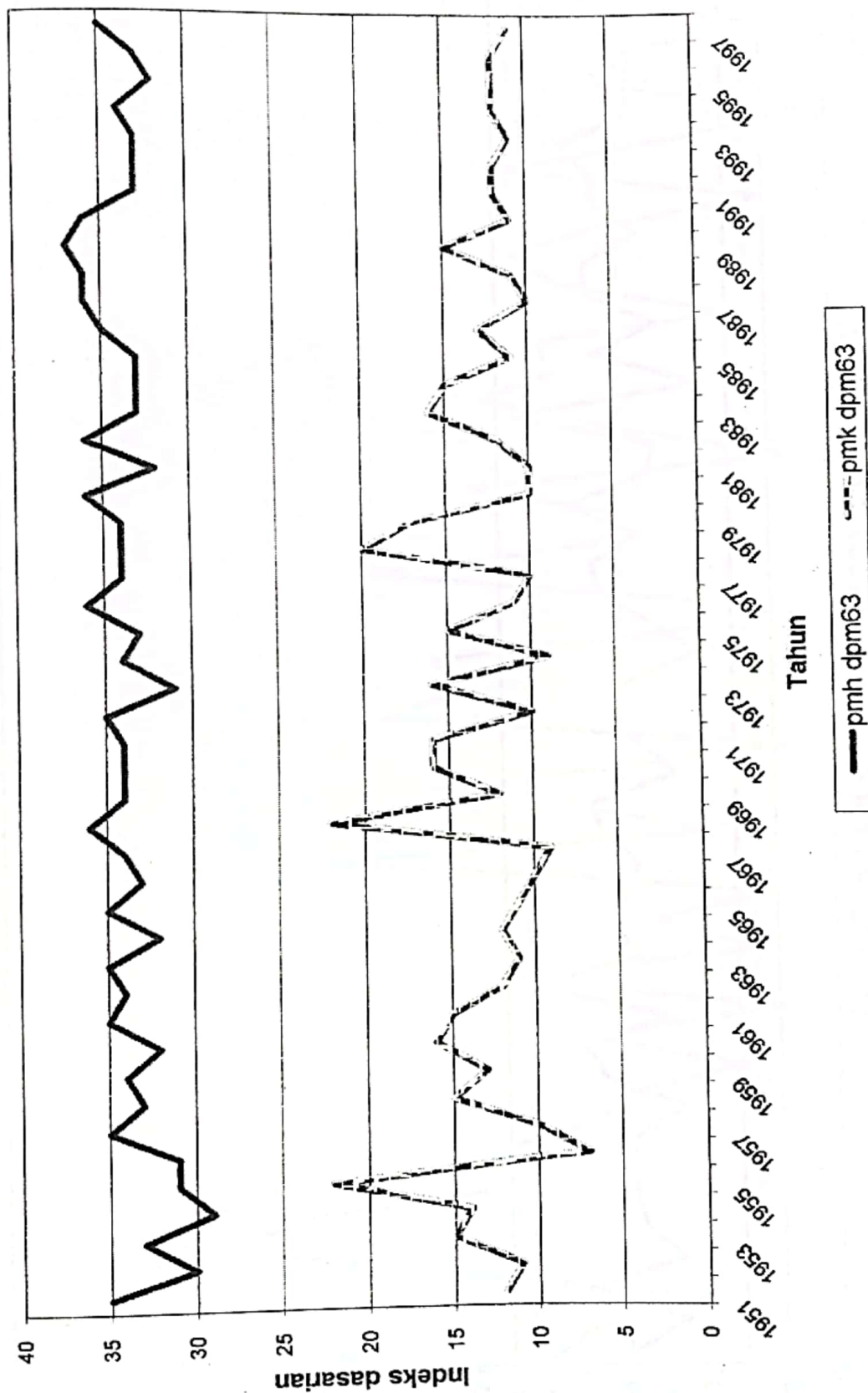
Prakiraan musim yang dibuat BMG menggunakan berbagai metoda yang sebagian besar berbasis pada metoda statistik/matematis. Tingkat ketepatan prakiraan sangat bervariasi sesuai dengan variabilitas dari unsur yang diprakirakan. Validasi untuk setiap metoda prakiraan belum seluruhnya dilakukan, namun dari perbandingan antara dua metoda regresi dan ARIMA menunjukkan hasil bahwa metoda ARIMA lebih dapat mengikuti fluktuasi data dibandingkan metoda regresi. Metoda regresi dapat diterapkan pada kondisi normal atau pada unsur yang variabilitasnya kecil.

Metoda dinamis walaupun belum sepenuhnya dilakukan secara numerik, sangat membantu prakiraan jangka panjang, terutama dalam mengantisipasi munculnya gejala alam ekstrim El Nino/La Nina.

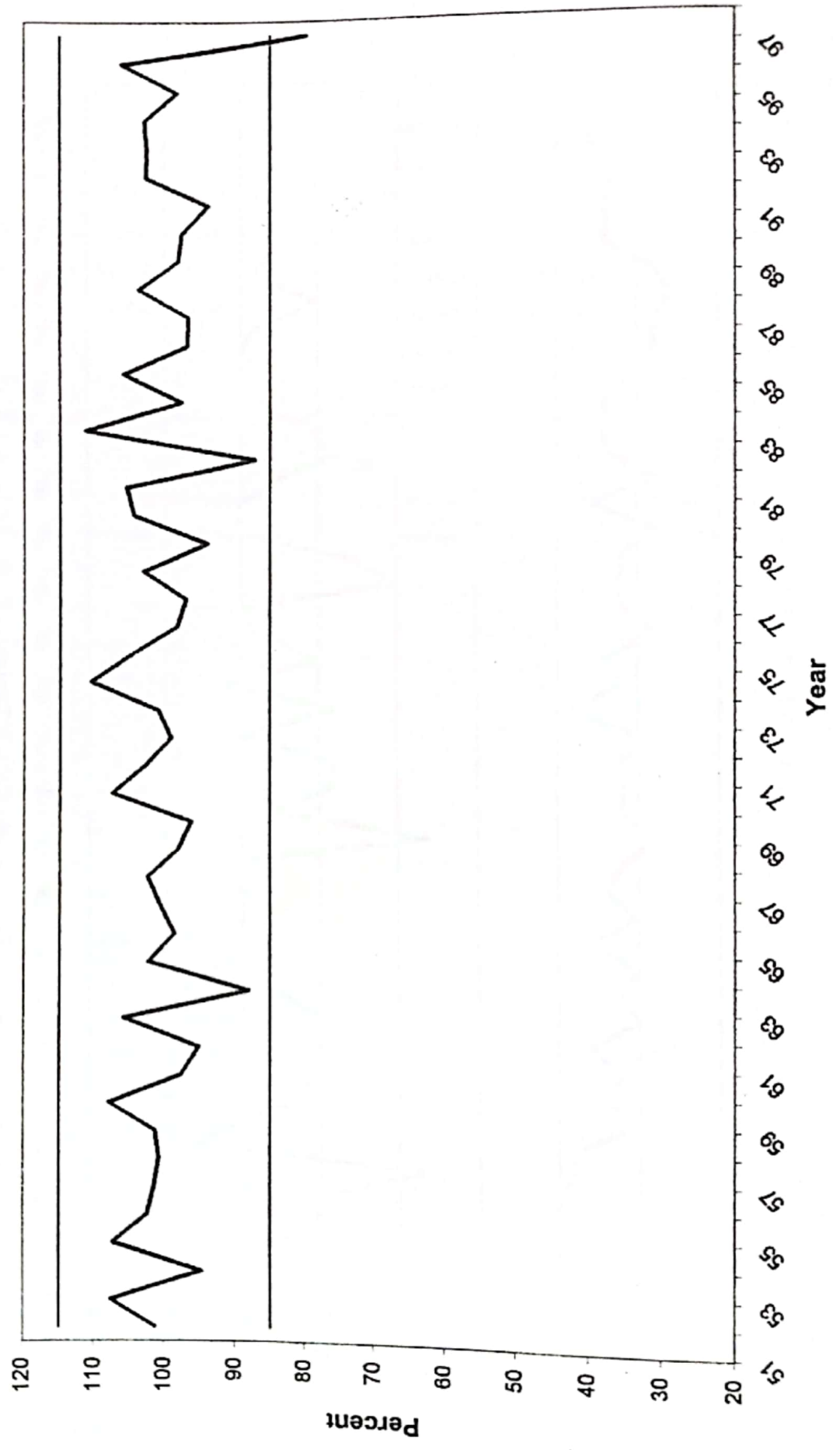
DAFTAR PUSTAKA

1. Bey, A., 1987. *Metoda Kausal dan Time Series untuk Analisa Data Iklim*. IPB dan KBS-B, Bogor.
2. Berlage, H.P.Jr., 1927. *East Monsoon Forecasting in Java. Verhandelingen No. 21*. Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia.
3. Box G.E.P. and Jenkins G.M., 1976. *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Holden-Day Inc. San Fransisco.
4. De Boer, H.J., 1947. *On Forecasting the beginning and the end of the dry monsoon in Java and Madoera*. Verhandelingen No. 32. Jakarta.
5. De Boer, H.J., and W.Euwe., 1949. *Forecasting Rainfall in the period July-August-September for part of Celebes and South Borneo*. Verhandelingen No. 36. Jakarta.
6. Euwe, W., 1949. *Forecasting Rainfall in the period December-January-February for Java and Madoera*. Verhandelingen. No. 39. Jakarta.
7. Gunawan, D., 1996. *Metoda ARIMA untuk Pendugaan Curah Hujan Dasarian*. Technical Note Sub Bid RJK, BMG. Jakarta.
8. Gunawan, D., 1998. *Status and Prospect of Long Range Forecasting (LRF) at Meteorological and Geophysical Agency of Indonesia*. Paper presented at Asean Specialised Meteorological Center (ASMC) Workshop on Seasonal Climate Prediction, Singapore.
9. Gunawan, D., 1999. *Percentile Descriptive Methode for Monthly Rainfall prediction*. Bul.Met.Geo., 1 : 12-18.
10. Haryoko, U., Khairil, A.N., Rizaldi Boer, dan Sumertajaya, I Made., 1998. *Peramalan Curah Hujan Bulanan di Ambon berdasarkan ENSO dengan Fungsi Transfer*. Bul.Met.&Geo.1: 73-83.
11. Nuryadi, 1998. *Tinjauan Prakiraan Musim BMG serta Manfaatnya untuk Jadwal Tanam*. Laporan Praktek Lapang. Jurusan Geofisika dan Meteorologi FMIPA-IPB. Bogor.
12. Subektyo, W., 1989. *Analisis Curah Hujan Bulanan dengan Metoda ARIMA di Cilacap*. Karya Tulis. Universitas Indonesia.
13. Tim BMG., 1995. *Pengkajian Metoda Prakiraan Hujan Bulanan di Indonesia*. Jurusan Geofisika dan Meteorologi FMIPA-ITB. Bandung.
14. Thapiyal, V., 1982. *Stochastic Dynamic Model for Long Range Prediction of Monsoon Rainfall in Peninsular India*. Mausam, 33, 4, 399-40

Permulaan Musim Hujan dan Musim Kemarau di DPM 63 (Jawa Timur)



Percentage of Total Rainfall Wet Season
(averaged over Seasonal Forecast Areas)



Percentage of Total Rainfall Dry Season (averaged over Seasonal Forecast Areas)

