

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS FENOMENA TEKANAN UDARA PERMUKAAN INDONESIA SEBELUM KEJADIAN HUJAN EKSTREM DI KABUPATEN INDRAMAYU DENGAN PENDEKATAN BOOTSTRAP

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

SRI HIDAYATI
NRP. 1312 105 023

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. rer pol. Heri Kuswanto
NIP. 19820326 200312 1 004



Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



Dr. Muhammad Mashuri, M.T
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, AGUSTUS 2014

Analisis Fenomena Tekanan Udara Permukaan Indonesia Sebelum Kejadian Hujan Ekstrem di Kabupaten Indramayu dengan Pendekatan Bootstrap

Nama Mahasiswa : Sri Hidayati
NRP : 1312 105 023
Jurusan : Statistika FMIPA - ITS
Pembimbing : Heri Kuswanto, Dr.rer.pol

Abstrak

Kabupaten Indramayu adalah salah satu Kabupaten sentra produksi tanaman pangan (padi) di Jawa Barat, Indonesia. Pada tahun 2013, jumlah rumah tangga usaha pertanian di Kabupaten Indramayu mengalami penurunan. Hal tersebut diduga akibat pengaruh dari iklim ekstrim yang seringkali menimpa Indonesia. Dari analisis deskriptif, rata – rata terjadi curah hujan ringan di Indramayu dalam 1 tahun sebanyak 43 hari, hujan normal sebanyak 29 hari, hujan lebat sebanyak 6 hari, dan hujan sangat lebat sebanyak 1 hari. Berdasarkan pola grafik MRLP pada analisis *Extreme Value Theory* (EVT) didapatkan nilai threshold sebesar 50. Sehingga dari tahun 1979 – 2006 terjadi hujan ekstrim sebanyak 146 hari. Dengan menggunakan analisis *bootstrap* diperoleh kesimpulan bahwa tekanan udara permukaan di sebagian besar pulau Sumatera dan sebagian kecil pulau Kalimantan tergolong tinggi, sebaliknya tekanan udara permukaan tergolong rendah di daerah Jawa-Bali saat H-1 dan H-2 sebelum kejadian hujan ekstrim di Kabupaten Indramayu.

Kata kunci : Curah hujan ekstrim, tekanan permukaan, bootstrap

Analysis of Surface Pressure Phenomena in Indonesia Before Incident of Extreme Rainfall in Indramayu with Bootstrap Approach

Name : Sri Hidayati
NRP : 1312 105 023
Department : Statistics FMIPA – ITS
Supervisor : Heri Kuswanto, Dr.rer.pol

Abstract

Indramayu Regency is one of the centers of food crops (rice) production in West Java, Indonesia. In 2013, the number of farming households in Indramayu Regency has decreased. This presumably due to the effects of extreme climate that often befall Indonesia. Descriptive analysis show that average of mild rain in Indramayu in 1 year is 43 rainy days, normal rain is 29 rainy days, heavy rain is 6 rainy days, and very heavy rain is 1 rainy day. Based on analyzing the chart pattern MRLP Extreme Value Theory (EVT) is obtained threshold value is 50. Therefore, from 1979 until 2006 occurred 175 days of extreme rain in Indramayu. By using bootstrap analysis, it can be concluded that the surface pressure in most of the Sumatra island and few of Borneo island fraction are so high, otherwise the surface pressure in Java-Bali region are so low when one day and two day before the extreme rainfall events in Indramayu.

Keywords : extreme rainfall, surface pressure, bootstrap

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Statistika Deskriptif

Statistika dapat didefinisikan sebagai metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. (Walpole, 1995)

a. Histogram

Histogram atau diagram pencar merupakan suatu alat interpretasi data yang digunakan untuk menguji bagaimana kuatnya hubungan antara dua variabel. Histogram ialah diagram batang yang menunjukkan frekuensi yang terjadi dalam suatu pengukuran. Histogram dapat menunjukkan kapabilitas proses, dan hubungan antara suatu spesifikasi dengan nominal. Selain itu juga dapat menunjukkan bentuk populasi (sebaran normal).

a. Diagram pencar

Diagram pencar adalah grafik yang menampilkan sepasang data numerik pada sistem koordinat Cartesian, dengan satu variabel pada masing-masing sumbu, untuk melihat hubungan dari kedua variabel tersebut, yang digunakan untuk:

- menguji bagaimana kuatnya hubungan antara dua variabel.
- Menentukan jenis hubungan dari dua variabel, apakah positif, negative atau tidak ada hubungan.

1.2 Extreme Value Theory

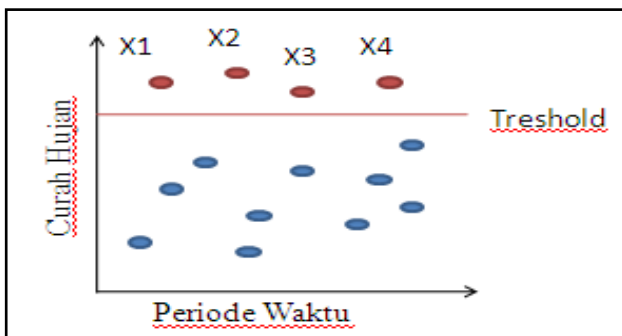
Extreme Value Theory (EVT) adalah bagian dari statistika yang digunakan untuk memodelkan kejadian ekstrim. Topik inilah yang menarik untuk diteliti oleh para ahli meteorologi karena literatur terbaru tentang perubahan iklim banyak terfokus pada kejadian ekstrim (suhu yang sangat tinggi atau sangat rendah, curah hujan tinggi, kekeringan,

badai) yang mengalami perubahan karena pemanasan global (Smith, 2009).

Kejadian ekstrim mengidentifikasi kejadian-kejadian yang jarang terjadi atau dikenal dengan kejadian ekstrem (atas atau bawah). Studi mengenai perilaku ekor distribusi menunjukkan bahwa hampir semua data *climatology* memiliki ekor distribusi yang gemuk (heavy tail) yaitu ekor distribusi yang turun secara lambat bila dibandingkan dengan distribusi normal, akibatnya peluang akan kejadian tersebut juga akan besar. Misalnya dalam hal *climatology*, terjadinya curah hujan ekstrem akan lebih besar dari pada pemodelan dengan distribusi normal. EVT mampu mengidentifikasi terjadinya kejadian ekstrem pada distribusi berekor gemuk yang tidak dapat dilakukan pendekatan tradisional (Juliastuti, 2007).

2.2.1 Peaks Over Threshold

Peaks Over Threshold (POT) adalah penentuan nilai ekstrim yang dilakukan dengan menggunakan patokan yang disebut *threshold* (u). Data yang melebihi patokan tersebut atau *threshold* akan diidentifikasi sebagai nilai ekstrim. Gambar 2.1 menunjukkan pemilihan nilai ekstrim dengan menggunakan nilai patokan (*threshold*).



Gambar 2.1 Pengambilan Sampel Data dalam Metode *Peaks Over Threshold*.

Berdasarkan Gambar 2.1 menunjukkan pengamatan x_i , $i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$ akan menjadi data nilai ekstrem pada metode POT. Jika pengambilan nilai-nilai ekstrim diperoleh dari nilai yang melampaui ambang u maka akan mengikuti sebaran GPD dengan fungsi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$H(y) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi y}{\tilde{\sigma}}\right)^{-\frac{1}{\xi}}, & \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{y}{\tilde{\sigma}}\right), & \xi = 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

Dengan $y > 0$, $\left(1 + \frac{\xi y}{\tilde{\sigma}}\right) > 0$, dan $\tilde{\sigma} = \sigma + \xi(u - \mu)$

y = nilai yang melebihi nilai ambang u yang dirumuskan

$$y_i = x_i - u$$

x_i = data asli pengamatan

σ = parameter skala

ξ = parameter bentuk (*shape*) / *tail index*

Misalkan $y_1, \dots, y_k$ dengan k adalah banyaknya nilai yang melampaui ambang u . Pendugaan untuk parameter GPD menggunakan metode kemungkinan maksimum. Fungsi kemungkinan maksimum dari $y_1, \dots, y_k$ dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Log } L(\sigma, \xi | y) = \begin{cases} -k \log \sigma - \left(1 + \frac{\xi y}{\tilde{\sigma}}\right) \sum_{i=1}^k (1 + \xi^{y_i/\sigma}), & \xi \neq 0 \\ -k \log \sigma - \sigma^{-1} \sum_{i=1}^k y_i, & \xi = 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

Nilai ξ pada GPD menjelaskan jika $\xi < 0$ maka nilai ekstrem memiliki batasan yang terbatas sebaliknya jika $\xi \geq 0$ maka nilai ekstrem memiliki batasan yang tidak terbatas. Semakin besar nilai ξ , maka distribusi akan memiliki ekor yang semakin berat (*heavy tail*) sehingga akan berdampak peluang terjadinya nilai ekstrem akan semakin besar (Mallor et al, 2009)

2.2.2 Penentuan Nilai *Threshold* (u)

Penentuan nilai-nilai ekstrem dengan nilai ambang (u) merupakan hal yang sulit, karena jika nilai nilai ambang terlalu rendah maka nilai-nilai yang melebihi nilai ambang akan menghasilkan taksiran parameter yang bias dan jika nilai nilai ambang terlalu tinggi maka tidak cukup data untuk menaksir model, akibatnya menghasilkan varians yang besar (Coles, 2001). Oleh karena itu, diperlukan suatu metode dalam menentukan nilai ambang u untuk meminimumkan bias dan keragaman tersebut.

Terdapat beberapa metode dalam menentukan *threshold* antara lain dengan *Mean Residual Life Plot* (MRLP), *Sample Mean Excess Function* (SMEF), dan persentase data.

Metode persentase umumnya lebih mudah bila dibandingkan dengan MRLP. Berdasarkan Chaves-Dermoulin (2004) merekomendasikan bahwa data yang berada dalam *threshold* yaitu sekitar 10% dari keseluruhan data yang sudah diurutkan dari yang paling besar sampai terkecil. Hal ini dikarenakan berdasarkan kajian analisis sensitivitas, menyatakan bahwa apabila ada sedikit pergeseran terhadap *threshold* maka taksiran parameter yang dihasilkan tidak akan terpengaruh oleh pergeseran tersebut.

Metode MRLP merupakan suatu metode dalam menentukan nilai ambang berdasarkan pada rata-rata nilai-nilai ekstrim GPD. Jika Y merupakan peubah acak yang menyebar GPD dengan parameter $\tilde{\sigma}$ dan ξ , maka $E(Y) = \tilde{\sigma}/(1 - \xi)$. Jika sebuah model valid untuk u_0 maka untuk u lebih dari u_0 model juga akan valid. Rataan untuk kedua kasus tersebut dapat dihubungkan sebagai berikut:

$$e(u_0) = E(X - u_0 | X > u_0) = \tilde{\sigma}_{u_0} / (1 - \xi) \quad (2.3)$$

$$e(u) = E(X - u | X > u) = \tilde{\sigma}_u / (1 - \xi) = \tilde{\sigma}_{u_0} + \xi(u - u_0) / (1 - \xi) \quad (2.4)$$

Oleh karena itu $e(u) = E(X - u | X > u)$ adalah fungsi linier dari u . Berdasarkan hasil ini, maka prosedur untuk menentukan nilai ambang u dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Urutkan data yang melampaui nilai ambang u yaitu $x_{(1)}, \dots, x_{(n_u)}$
2. Membuat MRLP dengan koordinat yang mewakili sebagai berikut :

$$\left(u, \left(\sum_{i=1}^{n_u} (x_{(i)} - u) \right) / n_u \right), u < x_{maks} \quad (2.5)$$

dengan banyaknya amatan yang melampaui nilai u dan nilai maksimum dari data asli pengamatan. Identifikasi titik amatan yang berada diluar garis lurus. Kemudian pilih nilai ambang u .

3. Nilai ambang u dipilih dengan cara melihat pola grafik yang membentuk garis lurus atau linier pada *threshold*. Ketika pola grafik sudah tidak beraturan maka nilai ambang dapat dipilih pada titik awal terjadinya perubahan pola tersebut (Mallor et al, 2009).

2.3 Bootstrap

Metode *bootstrap* adalah prosedur pengambilan sampel baru secara berulang sebanyak N sampel baru dari data asal berukuran n . Dimana untuk sebuah sampel baru dilakukan pengambilan titik sampel dari data asal dengan cara satu persatu sampai n kali dengan pengembalian. Misalkan terdapat data asal berukuran n , yaitu $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ maka dengan metode *bootstrap* akan diperoleh sampel-sampel baru berukuran n sebagai berikut (Efron, 1994):

Sampel ke-1, $x_1^* = (x_{11}^*, x_{21}^*, x_{31}^*, \dots, x_{n1}^*)$

Sampel ke-2, $x_2^* = (x_{12}^*, x_{22}^*, x_{32}^*, \dots, x_{n2}^*)$

.....

.....

Sampel ke- N , $x_N^* = (x_{1N}^*, x_{2N}^*, x_{3N}^*, \dots, x_{nN}^*)$

Jika diberikan $\phi_N(X) = \phi_N(x_1, x_2, \dots, x_n)$ yang ditetapkan sebagai estimator dari sampel $x_{(n)}^{(N)} = (x_{1N}^*, x_{2N}^*, x_{3N}^*, \dots, x_{nN}^*)$ dengan parameternya adalah θ maka dapat didapat estimasi mean untuk *bootstrap* adalah :

$$\hat{\theta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\theta}_i \quad (2.6)$$

Jika diasumsikan estimator $\hat{\theta}$ adalah distribusi normal dengan mean θ dan varian σ^2 maka sampel varian untuk *bootstrap* adalah :

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\hat{\theta}_i - \hat{\theta})^2 \quad (2.7)$$

Sedangkan taksiran standard error *bootstrap* adalah :

$$Se = \left[\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (\hat{\theta}_i - \hat{\theta})^2 \right]^{1/2} \quad (2.8)$$

Metode *bootstrap* harus dilakukan dengan bantuan *software* karena melibatkan perhitungan yang sangat banyak. Pendekatan *bootstrap* jika diulang lebih dari satu kali akan memberikan hasil yang berbeda, hal ini karena yang dilakukan adalah suatu simulasi. Namun secara teori, sifat asimtotis distribusi *bootstrap* mendekati distribusi sebenarnya.

Pada metode resampling *bootstrap* salah satu bentuk aplikasinya adalah mengestimasi selang kepercayaan dari parameter sampel. Pada kasus selang kepercayaan dan pengujian hipotesis pengambilan sampel *bootstrap* paling sedikit sebanyak 1000 replikasi *bootstrap*.

Terdapat beberapa alternatif untuk menentukan selang kepercayaan berdasarkan *bootstrap*, seperti metode normal *bootstrap*, persentil *bootstrap*, dan pusat persentil *bootstrap*.

2.3.1 Persentil *Bootstrap*

Selang kepercayaan dengan metode persentil *bootstrap* menggunakan kuantil $\alpha/2$ dan $1 - \alpha/2$. Misalkan

dilakukan *bootstrap* dengan pengulangan 1000 kali, dilambangkan dengan $(\theta_1^*, \theta_2^*, \dots, \theta_{1000}^*)$. Setelah di peringkat dari yang terendah sampai yang tertinggi, nilai *bootstrap* selanjutnya dilambangkan dengan $(\theta_{(1)}^*, \theta_{(2)}^*, \dots, \theta_{(1000)}^*)$. Selang kepercayaan persentil *bootstrap* pada level 95% akan menjadi $[\theta_{(25)}^*, \theta_{(975)}^*]$. Metode persentil *bootstrap* membutuhkan simetri dari distribusi sampling $\hat{\theta}$ di sekitar θ , karena metode ini memperkirakan distribusi sampling $\hat{\theta} - \theta$ oleh distribusi *bootstrap* $\hat{\theta} - \hat{\theta}_B$, yang berkebalikan dengan proses berpikir *bootstrap* dengan distribusi sampling $\hat{\theta} - \theta$ dan diperkirakan dengan $\hat{\theta}_B - \hat{\theta}$ (Singh dan Xie).

Uji hipotesa pada taraf α terhadap parameter θ dilakukan dengan pendekatan interval kepercayaan persentil *bootstrap* : dari sebaran nilai-nilai yang didapat akan ditentukan distribusi kuantilnya, selanjutnya diambil kuantil $\alpha/2$ sebagai batas bawah dan kuantil $(1-\alpha/2)$ sebagai batas atas interval. Tolak H_0 jika nilai parameter yang dinyatakan di H_0 tidak berada di dalam interval kepercayaan.

2.4 Uji Rata-Rata Satu Populasi

Pengujian rata-rata satu populasi merupakan pengujian terhadap nilai parameter (rata-rata populasi). Dalam pengujian tersebut dibandingkan dengan nilai rata-rata tertentu yang ditetapkan berdasarkan informasi sebelumnya atau ditetapkan berdasarkan suatu nilai dugaan (Walpole, 1995).

Tabel 2.1 Rumus Uji Rata-Rata Satu Populasi

H_0	Nilai Uji Statistik	H_1	Wilayah Kritis
sampel besar $n \geq 30$ $\mu = \mu_0$	$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$ σ dapat diganti dengan s	$\mu < \mu_0$ $\mu > \mu_0$ $\mu \neq \mu_0$	$z < -z_\alpha$ $z > z_\alpha$ $z < -z_{\alpha/2}$ dan $z > z_{\alpha/2}$

Tabel 2.1 Rumus Uji Rata-Rata Satu Populasi (Lanjutan)

s sampel kecil $n < 30$ $\mu = \mu_0$	$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$	$\mu < \mu_0$ $\mu > \mu_0$ $\mu \neq \mu_0$	$t < -t_{(db;\alpha)}$ $t > t_{(db;\alpha)}$ $t < -t_{(db;\alpha/2)}$ dan $t > t_{(db;\alpha/2)}$ $db = n-1$
---	--	--	--

2.5 Curah Hujan

Curah hujan dapat diartikan sebagai ketinggian air yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Untuk mengukur curah hujan, digunakan alat yang disebut *Observarium* dan umumnya curah hujan dinyatakan dalam milimeter. Curah hujan satu milimeter artinya pada luasan satu meter persegi dalam tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter (1 inchi=25,4 mm). Jika curah hujan dihitung pada rentang kumulatif tertentu maka disebut curah hujan kumulatif dan perbandingan antara jumlah curah hujan selama waktu tertentu yang ditetapkan (satu periode musim kemarau atau musim hujan) dengan jumlah curah hujan normalnya (rata-rata selama 30 tahun) di sebut sebagai sifat hujan (Manurung, 2007).

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari BMKG, keadaan curah hujan dikatakan musim kering jika curah hujan kurang dari 50 mm/10 hari ($< 50 \text{ mm/10 hari}$) dan musim hujan jika curah hujan mencapai lebih dari atau sama dengan 50 mm/10 hari ($\geq 50 \text{ mm/10 hari}$). Sementara kriteria hujan dalam sehari dibedakan menjadi 4 kriteria, yaitu ringan (5-20 mm/hari), normal ($>20-50 \text{ mm/hari}$), lebat ($>50-100 \text{ mm/hari}$), dan sangat lebat ($> 100 \text{ mm/hari}$).

Curah hujan biasanya diukur dalam periode dasarian. Dasarian merupakan rentan waktu selama 10 hari, sehingga dalam satu bulan terdapat 3 (tiga) pembagian dasarian dalam mengukur curah hujan.

- a. Dasarian 1 terhitung mulai tanggal 1 sampai dengan 10
- b. Dasarian 2 terhitung mulai tanggal 11 sampai dengan 20
- c. Dasarian 3 terhitung mulai tanggal 21 sampai dengan akhir bulan (Manurung, 2007).

2.6 Tekanan Udara Permukaan

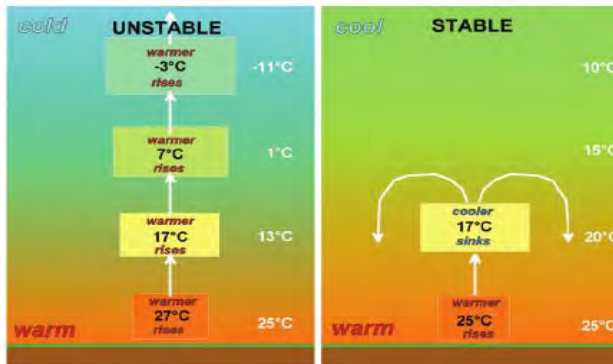
Tekanan udara adalah gaya yang disebabkan oleh berat satu kolom udara di atas satu luasan area. Di alam, perbedaan tekanan udara di permukaan bumi disebabkan oleh proses mekanik dan thermal. Proses mekanik merubah tekanan udara bila aliran udara tertahan sehingga terjadi penumpukan udara di lokasi tersebut dan mengakibatkan tekanan udara meningkat. Proses thermal diakibatkan oleh pemanasan atau pendinginan udara. Jika udara dipanaskan, udara akan naik dan akan menggeser lapisan udara di atasnya sehingga tekanan udara di permukaan akan turun. Sebaliknya, bila udara didinginkan, udara akan turun (subsidence) ke permukaan menyebabkan tekanan permukaan akan naik.

Perbedaan intensitas radiasi matahari terhadap permukaan bumi menyebabkan adanya temperature gradient. Wilayah yang relatif lebih hangat akan memiliki tekanan permukaan relative lebih rendah dibandingkan dengan wilayah yang lebih rendah suhunya (lebih dingin). Perbedaan tekanan akan menimbulkan pressure gradient. Pressure gradient menyebabkan aliran udara dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah.

Tekanan rendah di permukaan mengindikasikan suhu udara lebih hangat. Tekanan rendah merupakan akibat adanya massa udara naik ke level yang lebih tinggi. Jika parcel massa udara lebih hangat dibanding suhu lingkungannya, parcel massa udara akan terus naik, dan tekanan di permukaan akan semakin turun. Hal ini akan terus berlangsung sampai parcel massa udara tidak mampu naik ke level yang lebih tinggi lagi.

Dari gambar 2.1 (kanan), tampak suhu parcel massa udara lebih rendah dibandingkan dengan suhu lingkungannya

sehingga parcel massa udara tidak mampu untuk naik ke level yang lebih tinggi. Parcel massa udara akan turun, dan kondisi atmosfer seperti ini disebut kondisi stabil. Sebaliknya pada gambar 2.1 (kiri), parcel massa udara mampu naik ke level yang lebih tinggi karena suhu parcel massa udara lebih hangat dibandingkan suhu lingkungannya. Kondisi atmosfer seperti ini disebut tidak stabil. Awan cumulus (Cu) dapat tumbuh baik dalam kondisi atmosfer yang tidak stabil. Pertumbuhan awan Cu dapat mencapai awan cumulonimbus (Cb) apabila suplay massa udara cukup dan mengandung banyak uap air.



Gambar 2.1 Ilustrasi Naiknya Parsel Massa Udara Ke Level Yang Lebih Tinggi Pada Kondisi Atmosfer Stabil (Kanan) Dan Tidak Stabil (Kiri).

(Diambil dari <http://epswww.unm.edu/facstaff/gmeyer/envsc101/k11atmcompcirc.htm>)

Proses parcel udara hangat naik ke level yang lebih tinggi akan berulang sampai suplay massa udara yang masuk tidak cukup membawa uap air dan kondisi atmosfer stabil. Pada kondisi ini akan sulit tumbuh awan Cu. Bila awan sudah mencapai fasa matang, hujan akan terjadi dan massa udara dalam bentuk hujan akan turun pada lokasi kejadian hujan. Tekanan udara pada permukaan akan berangsur naik pada lokasi hujan dibandingkan dengan besarnya tekanan permukaan sebelum terjadinya hujan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada saat pertumbuhan awan tekanan permukaan akan berkurang dengan waktu sampai terjadi hujan. Pada saat kejadian hujan tekanan permukaan akan bertambah, sebagai akibat terjadinya sinking massa udara dalam bentuk hujan. Sebagaimana diketahui bahwa saat awan sudah dalam fasa matang, awan akan disipasi dan didominasi oleh gerakan ke bawah (downdraft) (Seto, 2011).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

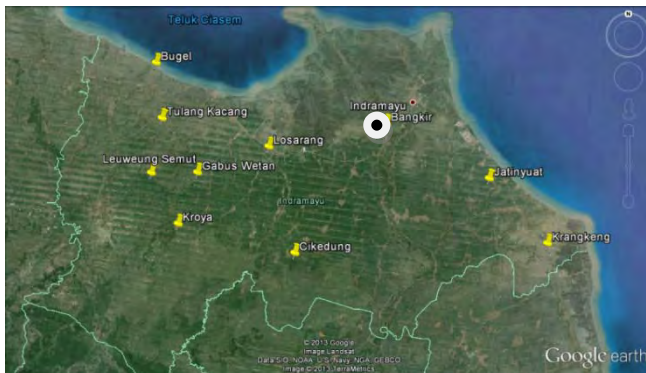
1.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan juga mengakses dari diakses dari ERA-Interim di www.ecmwf.int .

3.2 Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data curah hujan harian di pos pengamatan Bangkir, Kabupaten Indramayu tahun 1979 sampai tahun 2006 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Dimana pada Gambar 3.1 lokasi pengambilan sampel ditandai dengan titik berwarna hitam putih.



Gambar 3.1 Peta Kabupaten Indramayu

2. Data tekanan permukaan daerah-daerah di Indonesia pada koordinat 5° LU - 10° LS dan 100° BT - 150° BT dengan grid $0,25^{\circ}$ yang diakses dari ERA-Interim di www.ecmwf.int .

3.2 Metode Analisis

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan pola data curah hujan Kabupaten Indramayu sebagai informasi awal untuk mengetahui karakteristik dan pola curah hujan di Kabupaten Indramayu.
 - i. Mendeskripsikan jumlah hari hujan dan kisaran hari hujan dari tahun 1979 – 2006.
 - ii. Mendeskripsikan kriteria curah hujan di Kabupaten Indramayu.
 - iii. Mendeskripsikan curah hujan periode bulanan untuk mengetahui periode musim hujan di Kabupaten Indramayu.
2. Mengidentifikasi nilai ekstrem pada data curah hujan di Kabupaten Indramayu dengan menggunakan *Peaks Over Threshold*.
 - i. Mendeteksi adanya kejadian hujan ekstrem dengan menggunakan *boxplot*, histogram, dan plot normal.
 - ii. Mengidentifikasi nilai ekstrem dengan pendekatan *Peaks Over Threshold* dan metode *Mean Residual Life Plot*. Setelah *threshold* ditentukan maka dipilih data curah hujan yang melebihi nilai *threshold* untuk analisis.
 - iii. Pemeriksaan kesesuaian distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GDP) pada nilai-nilai ekstrim .
3. Mendeskripsikan data tekanan permukaan daerah-daerah di Indonesia pada koordinat 5° LU - 10° LS dan 100° BB - 150° BT dengan grid $0,25^{\circ}$.
4. Menganalisis data tekanan udara permukaan saat 1 hari dan 2 hari sebelum (H-1 dan H-2) kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu dengan metode *bootstrap*.
 - i. Menggunakan teknik *bootstrap* pada data tekanan udara permukaan saat 1 hari dan 2 hari sebelum (H-1 dan H-2) kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu untuk

- mendapatkan estimasi rata-rata di tiap koordinat pengamatan.
- ii. Menggunakan metode *bootstrap* persentil untuk mengestimasi selang kepercayaan.
 - iii. Pengujian rata – rata data tekanan udara permukaan saat 1 hari dan 2 hari sebelum (H-1 dan H-2) kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Jika berada di luar selang kepercayaan, maka tekanan udara permukaan di koordinat tersebut termasuk ke dalam *active zone*.
5. Menggambarkan fenomena tekanan permukaan daerah-daerah di Indonesia saat H-1 dan H-2 kejadian hujan ekstrim di Indramayu.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pembahasan pertama adalah statistik deskriptif curah hujan yang digunakan untuk mengetahui gambaran umum karakteristik curah hujan Kabupaten Indramayu dari tahun 1979-2006. Pembahasan kedua adalah identifikasi data curah hujan ekstrem dengan menggunakan *peaks over threshold*. Dan pembahasan terakhir adalah analisis fenomena tekanan udara permukaan Indonesia sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu dengan pendekatan bootstrap.

4.1 Statistik Deskriptif Curah Hujan Kabupaten Indramayu

Statistik deskriptif curah hujan harian Kabupaten Indramayu periode tahunan untuk tahun 1979 – 2006 pada stasiun pengamatan Bangkir Kabupaten Indramayu dilakukan sebagai informasi awal untuk mengetahui karakteristik dan pola curah hujan di Kabupaten Indramayu.

Tabel 4.1 Jumlah hari hujan dan kisaran curah hujan tahun 1979-2006

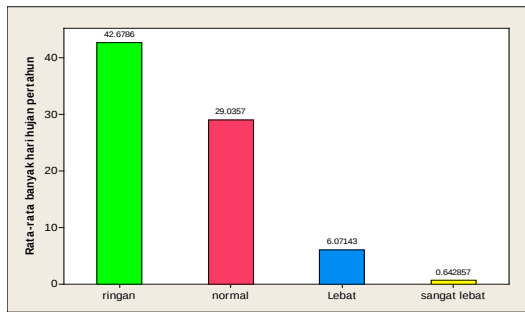
Tahun	Banyaknya hari hujan (Hari)	Rata-rata banyak hari hujan per bulan	Kisaran tinggi curah hujan (mm)
1979	77	6.42	0 – 115
1980	88	7.33	0 – 116
1981	97	8.08	0 – 137
1982	53	4.42	0 – 140
1983	69	5.75	0 – 96
1984	121	10.08	0 – 125
1985	92	7.67	0 – 82
1986	68	5.67	0 – 73
1987	57	4.75	0 – 115

Tabel 4.1 Jumlah hari hujan dan kisaran curah hujan tahun 1979-2006 (lanjutan)

Tahun	Banyaknya hari hujan (Hari)	Rata-rata banyak hari hujan per bulan	Kisaran tinggi curah hujan (mm)
1988	61	5.08	0 – 180
1990	56	4.67	0 – 93
1991	82	6.83	0 – 112
1992	111	9.25	0 – 79
1993	81	6.75	0 – 83
1994	90	7.50	0 – 82
1995	163	13.58	0 – 103
1996	95	7.92	0 – 125
1997	51	4.25	0 – 112
1998	127	10.58	0 – 133
1999	97	8.08	0 – 68
2000	79	6.58	0 – 100
2001	104	8.67	0 – 67
2002	86	7.17	0 – 120
2003	83	6.92	0 – 62
2004	56	4.67	0 – 127
2005	98	8.17	0 – 37
2006	72	6.00	0 – 122

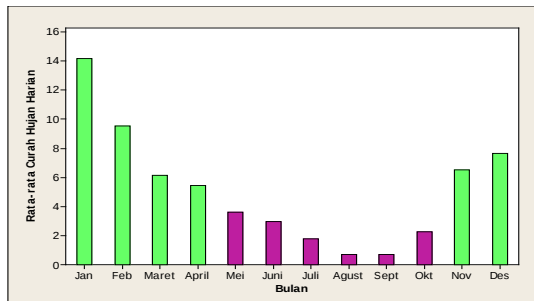
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa Kabupaten Indramayu turun hujan lebih dari 50 hari dalam setahun atau persentase minimal turun hujan dalam setahun sebesar 14% . Hal ini menunjukkan bahwa di Kabupaten Indramayu tergolong jarang terjadi hujan namun di Kabupaten tersebut memiliki variansi curah hujan yang cukup tinggi. Curah hujan harian tertinggi terjadi pada tahun 1988 dengan curah hujan sebesar 180 mm, sedangkan waktu terpanjang terjadinya turun hujan terjadi pada tahun 1995.

Kriteria hujan dalam sehari menurut BMKG dibedakan menjadi 4 kriteria, yaitu hujan ringan (5-20 mm/hari), hujan normal (>20–50 mm/hari), hujan lebat (>50-100 mm/hari), dan hujan sangat lebat (> 100 mm/hari). Data tentang jumlah hari hujan tiap kriteria hujan di Kabupaten Indramayu ditampilkan pada lampiran 1 dan disimpulkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Diagram kriteria hujan

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa dalam periode satu tahun, rata-rata terjadi curah hujan ringan sebanyak 43 hari, rata-rata terjadi hujan normal sebanyak 29 hari, rata-rata terjadi hujan lebat sebanyak 6 hari, dan rata-rata terjadi hujan sangat lebat sebanyak 1 hari. Dan informasi tentang curah hujan harian periode bulanan di Kabupaten Indramayu ditampilkan pada Gambar 4.2

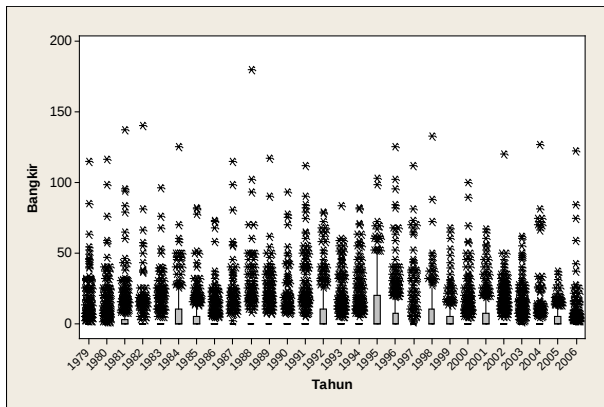


Gambar 4.2 Pola curah hujan harian per bulan

Rata-rata curah hujan harian perbulan dari tahun 1979-2006 di Kabupaten Indramayu yang ditampilkan pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa musim penghujan di Kabupaten Indramayu terjadi pada bulan November – April dan musim kemarau terjadi pada bulan Mei – Oktober.

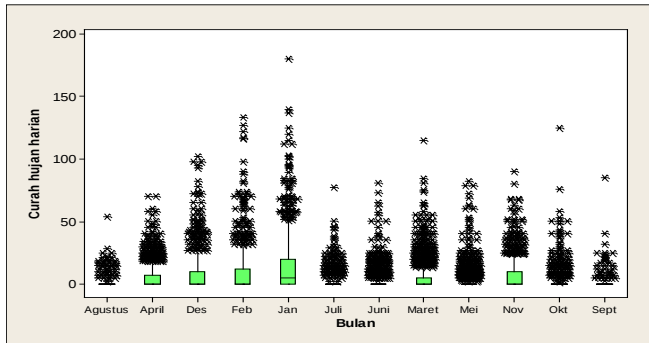
4.2 Extreme Value Theory pada Curah Hujan Kabupaten Indramayu

Nilai kejadian ekstrem dapat diidentifikasi dengan melihat diagram *boxplot*. *Boxplot* curah hujan harian periode tahunan yang ditampilkan pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa terdapat banyak kejadian curah hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu sejak tahun 1979 sampai tahun 2006.



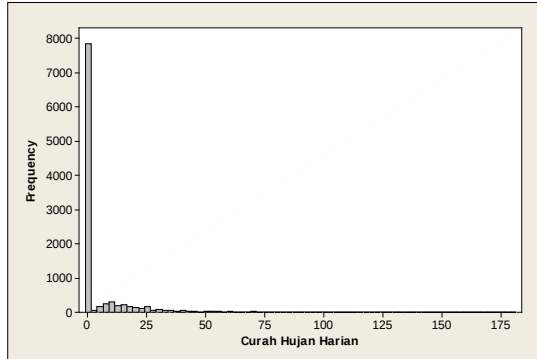
Gambar 4.3 *Boxplot* curah hujan harian periode tahunan

Sedangkan untuk mengidentifikasi adanya curah hujan ekstrem pada periode bulanan ditunjukkan oleh Gambar 4.4. Dari gambar tersebut terlihat bahwa curah hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu juga banyak terjadi pada periode bulanan. Dan *range* data yang tinggi terjadi pada bulan-bulan penghujan yakni bulan November-April.



Gambar 4.4 Boxplot curah hujan harian periode bulanan

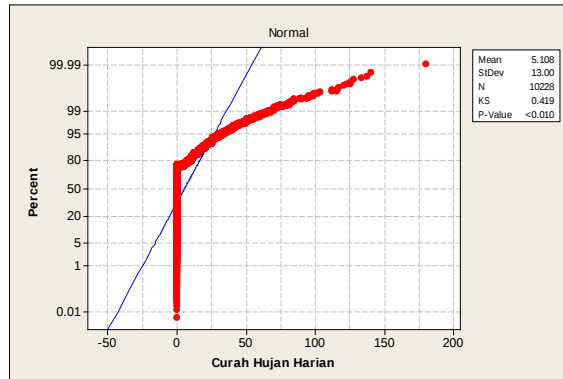
Identifikasi adanya kejadian ekstrem pada data curah hujan harian di Kabupaten Indramayu dapat juga dilihat dengan menggunakan histogram dan *normality probability plot*.



Gambar 4.5 Histogram curah hujan harian

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa dari tahun 1979 sampai tahun 2006, curah hujan harian di Kabupaten Indramayu yang sebesar 0 mm/ hari atau dikatakan tidak turun hujan frekuensinya jauh lebih banyak dari nilai curah hujan yang lain. Hal ini menyebabkan pola data curah hujan harian

mengandung distribusi berekor (nilai ekstrem), sehingga diindikasikan distribusi yang terbentuk tidak berdistribusi normal. Untuk lebih memperjelas hal ini, dapat dilihat pada *normality probability plot* pada Gambar 4.6.



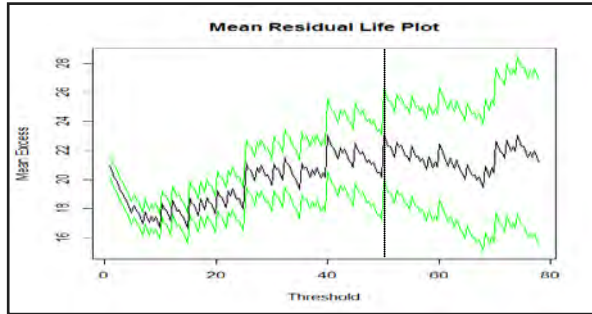
Gambar 4.6 *Normality probability plot* curah hujan harian

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa curah hujan harian di Kabupaten Indramayu yang sebesar 0 mm/ hari atau dikatakan tidak turun hujan sebesar 80%, sedangkan sisanya adalah nilai curah hujan yang lain. Sebaran titik-titik pada gambar tersebut terlihat tidak mengikuti garis linier sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan harian di Kabupaten Indramayu tidak mengikuti distribusi normal. Hal ini juga diperkuat dengan nilai *p-value* yang kurang dari 0,01.

4.2.1 Pengambilan Sampel Ekstrem dengan *Peaks Over Threshold*

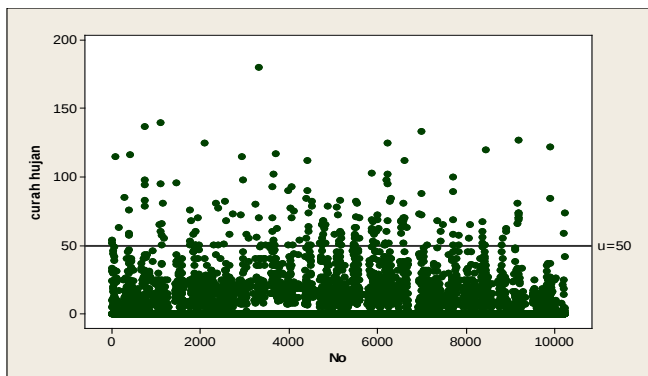
Salah satu pendekatan untuk mengidentifikasi nilai ekstrem adalah POT (*Peaks Over Threshold*), yakni penentuan nilai ekstrem yang dilakukan dengan menggunakan patokan yang disebut *threshold* (u). Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam menentukan *threshold* adalah *Mean Residual Life Plot* (MRLP). Dengan menggunakan *package* POT pada

R dan *script* yang ditampilkan pada lampiran 3, didapatkan grafik MRLP pada Gambar 4.7.



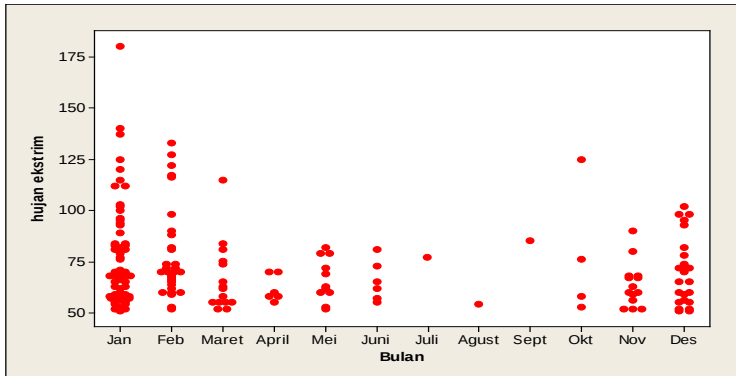
Gambar 4.7 Grafik MRLP

Nilai *threshold* dipilih dengan cara melihat pola grafik yang membentuk garis lurus atau linier pada *threshold*. Ketika pola grafik sudah tidak beraturan maka nilai *threshold* dapat dipilih pada titik awal terjadinya perubahan pola tersebut. Pada Gambar 4.7, pola grafik MRLP mulai tidak beraturan pada titik 50, sehingga nilai *threshold* yang dipilih sebesar 50. Nilai tersebut juga sejalan dengan batas curah hujan ekstrem yang ditentukan oleh BMKG.

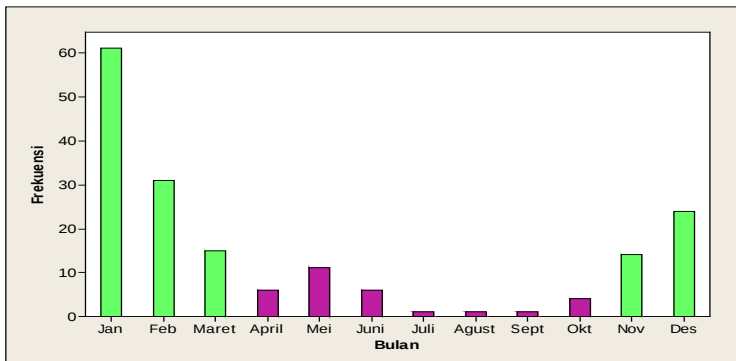


Gambar 4.8 Pengambilan data ekstrem metode POT curah hujan harian

Pengambilan sampel ekstrem dilakukan dengan mengambil data yang hanya melebihi nilai *threshold* yang disajikan pada Gambar 4.8. Sehingga dari tahun 1979 – 2006 diperoleh sebanyak 175 hari kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu yang selengkapnya ditampilkan pada lampiran 2 dan dirangkum pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.



Gambar 4.9 Plot curah hujan ekstrem



Gambar 4.10 Diagram batang frekuensi kejadian hujan ekstrim

Bedasarkan Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 diketahui bahwa curah hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu banyak terjadi pada bulan-bulan penghujan yakni pada bulan Januari,

Februari, Maret, Nopember, Desember. Puncak kejadian curah hujan ekstrem atau yang paling sering terjadi hujan ekstrem berada pada bulan Januari. Sedangkan frekuensi terjadi hujan ekstrem yang paling kecil berada pada bulan Juli, Agustus, dan September.

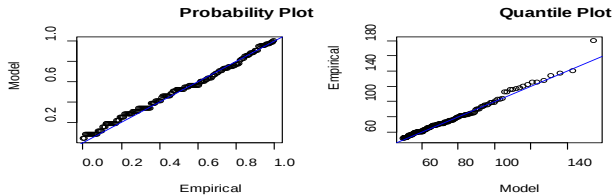
4.2.2 Estimasi Parameter GPD pada Curah Hujan Ekstrem Kabupaten Indramayu

Sampel ekstrem yang diperoleh dengan metode POT selanjutnya digunakan untuk mengestimasi parameter dengan metode MLE. Hasil estimasi parameter disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Estimasi parameter GPD hujan ekstrem kabupaten indramayu

Karakteristik	Nilai
<i>Threshold</i> (u)	50
Jumlah pengamatan (n)	10228
Jumlah pengamatan di atas <i>threshold</i> (n_u)	175
Parameter skala (<i>scale</i>) $\hat{\sigma}$	25,27
Parameter bentuk (<i>shape</i>) $\hat{\xi}$	-0,087

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa banyaknya pengamatan di atas *threshold* adalah 175 pengamatan dari total pengamatan sebesar 10228 pengamatan. Hasil estimasi parameter menunjukkan bahwa besarnya parameter skala sebesar 25,27 dan untuk parameter bentuk sebesar -0,087. Selanjutnya untuk mengetahui bahwa sampel ekstrem merupakan *generalized pareto distribution*, digunakan *Probability Plot* dan *Quantile Plot* atau melalui pengujian kesesuaian distribusi dengan Uji *Kolmogorov-Smirnov*.



Gambar 4.11 *Probability Plot* dan *Quantile Plot* dengan GPD curah hujan ekstrem di Indramayu

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa hampir semua titik sebaran mengikuti garis linier yang berarti sampel ekstrem mengikuti *generalized pareto distribution* dan untuk mendukung hal ini dapat dilakukan pengujian *Kolmogorov-Smirnov* sebagai berikut.

Pengujian hipotesis:

H_0 : Sampel ekstrem mengikuti distribusi GPD

H_1 : Sampel ekstrem tidak mengikuti distribusi GPD

Tingkat signifikan :

$$\alpha = 0,05$$

Daerah kritis :

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika } D_{\text{hitung}} > D_{\text{tabel}}$$

Tabel 4.3 Uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk GPD pada Curah Hujan Ekstrem Kabupaten Indramayu

Variabel	D hitung	D tabel	Keputusan
Hujan Ekstrem Indramayu	0,0502	0,1028	Gagal Tolak H_0

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa keputusan gagal tolak H_0 karena $D_{\text{hitung}} < D_{\text{tabel}}$, sehingga hasil pengujian kesesuaian distribusi dari sampel curah hujan ekstrem dengan metode POT sudah mengikuti *generalized pareto distribution*.

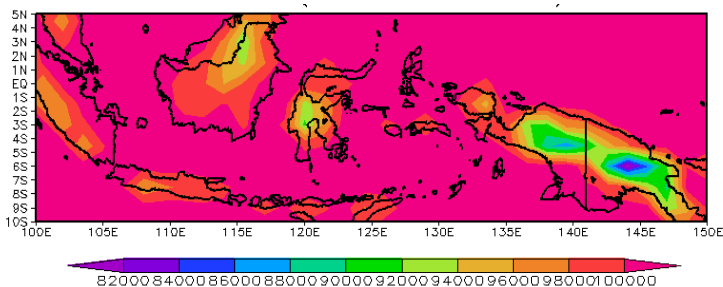
4.3 Analisis Data Tekanan udara permukaan Indonesia

Curah hujan ekstrem di suatu daerah dapat diprediksi dengan melihat keadaan/fenomena fisik dari atmosfer, salah satunya adalah dengan melihat tekanan udara permukaan di

daerah-daerah sekitarnya. Pada penelitian ini, akan diamati tekanan udara permukaan daerah-daerah di Indonesia pada koordinat 5° LU - 10° LS dan 100° BB - 150° BT, yang dibagi ke dalam beberapa stasiun dengan grid 0,25.

Data tekanan udara permukaan daerah-daerah di Indonesia diambil dari <http://ecmwf.int/> yang merupakan web ECMWF (*European Center for Medium Range Weather Forecasting Model*), organisasi yang menyediakan peramalan jangka menengah-panjang untuk data-data atmosfer/cuaca serta super-fasilitas komputasi yang diterbitkan dua kali sehari pada 00 UTC dan 12 UTC. ECMWF juga merupakan hasil pengembangan meteorologi secara dinamis dan sinoptik lebih dari 100 tahun dan lebih dari 50 tahun pengembangan prediksi cuaca secara numerik (*Numerical Weather Prediction*). Tampilan web ECMWF ditampilkan pada lampiran 4.

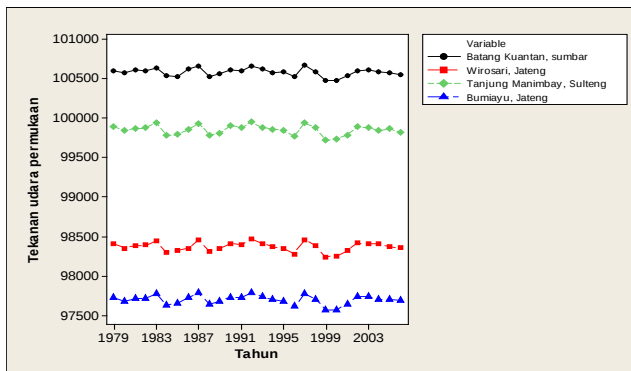
Data tekanan udara permukaan yang diperoleh dari ECMWF masih dalam format **.nc**. Oleh karena itu, diperlukan aplikasi GrADS (*Grid Analysis and Display System*), yakni sebuah program *tools* interaktif yang digunakan untuk memudahkan akses, manipulasi, dan visualisasi data ilmu bumi. GrADS memiliki dua model data untuk menangani data grid dan stasiun. Tampilan aplikasi GRADS ditampilkan pada lampiran 5, dan contoh tampilan gambar tekanan udara permukaan di Indonesia ditampilkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Peta Tekanan Udara permukaan di Indonesia Januari 1979

Gambar 4.12 menampilkan tekanan udara permukaan daerah – daerah di Indonesia pada bulan Januari tahun 1979, dimana antar warna memiliki tekanan udara permukaan yang berbeda. Kabupaten Indramayu yang berada pada koordinat $108^{\circ}18'$ bujur timur dan $6^{\circ}20'$ lintang selatan memiliki warna merah muda yang berarti tekanan udara permukaan di daerah tersebut sebesar 100561 milibar (mb). Dengan aplikasi GRADS, data tekanan udara permukaan yang masih dalam format **.nc** diganti ke dalam format **.txt** dengan *script* GrADS pada lampiran 6.

Hasil *output* GRADS berupa data tekanan udara permukaan dalam format **.txt** di tiap stasiun, sehingga terdapat sebanyak 7382 *file* atau 7382 stasiun data. Dengan menggunakan *software* R dan perintah *script* pada lampiran 7, data-data tekanan udara permukaan dalam berbagai koordinat tersebut digabungkan menjadi 1 *file* dalam format **.csv**. Hasil akhir dari perolehan data tekanan udara permukaan ditampilkan pada lampiran 8. Berikut ini adalah sampel data tekanan udara permukaan yang ditampilkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 *Timeseries* plot rata – rata tekanan udara permukaan tahun 1979-2006

Gambar 4.13 adalah *timeseries* plot rata – rata tekanan udara permukaan tahun 1979-2006, dimana plot berwarna

hitam adalah tekanan udara permukaan di Batang Kuantan, Sumatera Barat. Plot berwarna hijau adalah tekanan udara permukaan di Tanjung Manimbay, Sulawesi Tengah. Plot berwarna merah adalah tekanan udara permukaan di Wirosari, Jawa Tengah. Plot berwarna biru adalah tekanan udara permukaan di Bumi Ayu, Jawa Tengah. Dari gambar nampak bahwa tekanan udara permukaan di daerah Sumatera dan Sulawesi jauh lebih tinggi daripada di daerah Jawa . Dimana tekanan udara permukaan di daerah Jawa Tengah berkisar antara 97000 – 99000 mb.

4.4 Bootstrap pada Data Tekanan udara Permukaan

Pada penelitian ini metode *bootstrap* digunakan untuk mengestimasi selang kepercayaan pada data tekanan udara permukaan daerah-daerah di Indonesia sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu.

4.4.1 Bootstrap pada Data Tekanan udara Permukaan Daerah – Daerah di Indonesia saat H-1 Kejadian Hujan Ekstrem di Indramayu

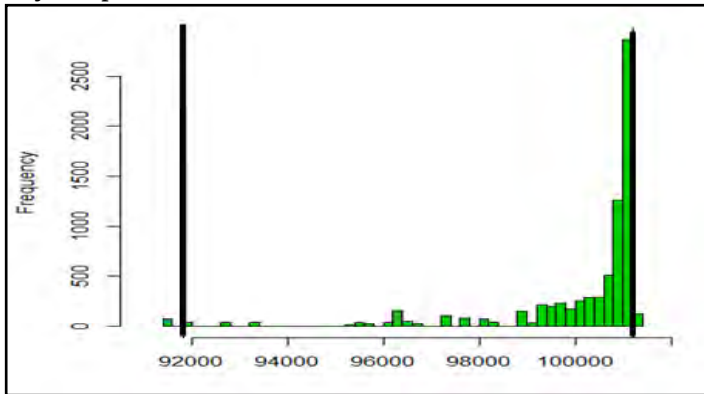
Metode *bootstrap* dijalankan dengan bantuan program R karena melibatkan perhitungan yang sangat banyak. Berikut ini adalah analisis *bootstrap* pada data tekanan udara permukaan di tiap stasiun pengamatan saat H-1 terjadinya hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. *Script* untuk menjalankan *bootstrap* dalam bahasa R selengkapnya ditampilkan pada lampiran 9. Berikut algoritma dari metode *bootstrap* yang digunakan dalam penelitian ini :

- i. Yang menjadi *function* dari *bootstrap* adalah (tekanan udara permukaan, hujan ekstrem, dan replikasi)
 - Data tekanan udara permukaan adalah data tekanan udara permukaan harian di tiap koordinat (koordinat 5° LU - 10° LS dan 100 °BB - 150 ° BT dengan grid 0,25) dari tahun 1979 – 2006.
 - Data kejadian hujan ekstrem adalah data tanggal terjadinya hujan ekstrem selama musim hujan (Nopember – Maret) dari tahun 1979 – 2006.

- Replikasi sebanyak 1000 kali.
- ii. Data yang akan menjadi sampel *bootstrap* adalah data tekanan udara permukaan saat H-1 kejadian hujan ekstrem di tiap koordinat. Karena banyak kejadian hujan ekstrem pada musim penghujan sebanyak 146 hari, maka data tekanan udara permukaan yang akan dianalisis *bootstrap* juga sebanyak 146 data ($n=146$) tiap koordinat ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$)
- iii. Mengambil sampel *bootstrap* berukuran n secara random dengan pengembalian, sampel pertama dilambangkan dengan X^{*1} .
- iv. Menghitung rata-rata $\hat{\theta}$ dari sampel *bootstrap* X^{*1} , dilambangkan dengan $\hat{\theta}_1^*$.
- v. Mengulangi langkah iii dan iv hingga 1000, sampai diperoleh $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, \hat{\theta}_3^*, \dots, \hat{\theta}_{1000}^*$.
- vi. Setelah diurutkan dari bawah ke atas, nilai *bootstrap* menjadi $\hat{\theta}_{(1)}^*, \hat{\theta}_{(2)}^*, \hat{\theta}_{(3)}^*, \dots, \hat{\theta}_{(1000)}^*$. Kemudian menghitung nilai persentil pada tingkat kepercayaan 99%, dilambangkan dengan $\hat{\theta}_{(0,01)}^*, \hat{\theta}_{(0,99)}^*$. Dimana $\hat{\theta}_{(0,01)}^*$ merupakan batas bawah dan $\hat{\theta}_{(0,99)}^*$ merupakan batas atas
- vii. Menentukan apakah sampel *bootstrap* (ii) kurang dari batas bawah, lebih dari batas atas, atau berada diantara kedua batas atas dan bawah. Jika sampel *bootstrap* kurang dari batas bawah, maka tekanan udara permukaan di koordinat tersebut rendah. Jika sampel *bootstrap* lebih dari batas atas, maka tekanan udara permukaan di koordinat tersebut tinggi. Sedangkan jika berada diantara keduanya, maka tekanan udara permukaan di koordinat tersebut normal.

Hasil dari *script* akan menghasilkan 3 *file* dalam format .csv yang terdiri dari hasil level tekanan udara permukaan, rata – rata *bootstrap*, dan rata – rata nilai ekstrem, pada tiap koordinat pengamatan. Hasil dari analisis *bootstrap* tersebut dirangkum pada lampiran 10. Berikut ini adalah

histogram dari rata-rata *bootstrap* tekanan udara permukaan disajikan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Histogram rata-rata *bootstrap* tekanan udara permukaan saat H-1 kejadian hujan ekstrem

Gambar 4.14 adalah histogram rata-rata *bootstrap* tekanan udara permukaan di Indonesia saat H-1 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Batas yang digunakan adalah kuantil 0.99 untuk batas atas dan kuantil 0.01 untuk batas bawah. Histogram tersebut digunakan untuk menguji daerah-daerah dengan tekanan udara permukaan yang termasuk ke dalam zona aktif, yakni daerah dengan tekanan permukaan yang tergolong sangat tinggi (lebih dari batas atas) atau sangat rendah (kurang dari batas bawah) saat 1 hari sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Berikut hipotesis yang digunakan:

Hipotesis :

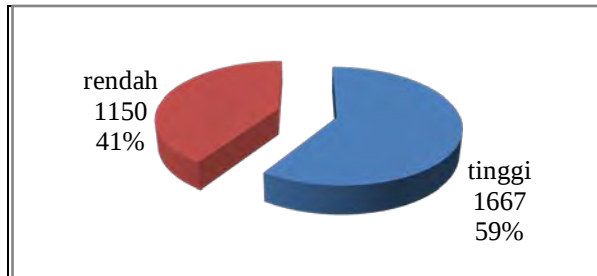
- $H_0 : \mu = \mu_0$ (tekanan udara permukaan di koordinat tersebut tidak termasuk dalam zona aktif saat H-1 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu)
- $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (tekanan udara permukaan di koordinat tersebut termasuk dalam zona aktif saat H-1 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu)

Daerah kritis :

H_0 ditolak bila tekanan udara permukaan di daerah tersebut berada diluar batas atas dan batas bawah.

Keputusan :

Titik-titik koordinat daerah dengan tekanan udara permukaan yang berada dalam zona aktif saat 1 hari sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu ditampilkan pada Lampiran 12. Jika tekanan udara permukaan kurang dari batas bawah, maka tekanan udara permukaan di daerah tersebut tergolong rendah. Sebaliknya jika tekanan udara permukaan lebih dari batas atas, maka tekanan udara permukaan di daerah tersebut tergolong tinggi.



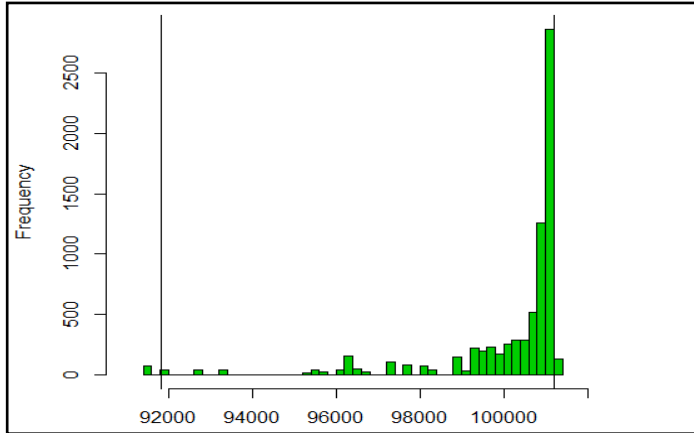
Gambar 4.15 Diagram lingkaran tekanan permukaan yang berada dalam zona aktif saat H-1 kejadian hujan ekstrem di Indramayu

Berdasarkan Gambar 4.15 daerah yang memiliki tekanan permukaan yang tinggi saat H-1 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu sebanyak 1150 atau sebanyak 41%, sedangkan koordinat yang memiliki tekanan permukaan yang rendah sebanyak 1667 atau sebanyak 59%.

4.4.2 *Bootstrap* pada Data Tekanan udara Permukaan Daerah – Daerah di Indonesia saat H-2 Kejadian Hujan Ekstrem di Indramayu

Dengan menjalankan langkah-langkah yang sama seperti H-1 kejadian hujan ekstrem, berikut adalah hasil analisis *bootstrap* pada data tekanan udara permukaan daerah-

daerah di Indonesia saat H-2 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu.



Gambar 4.16 Histogram rata-rata *bootstrap* tekanan udara permukaan saat H-2 kejadian hujan ekstrem

Gambar 4.16 adalah histogram rata-rata *bootstrap* tekanan udara permukaan di Indonesia saat H-2 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Batas yang digunakan adalah kuantil 0.99 untuk batas atas dan kuantil 0.01 untuk batas bawah. Histogram tersebut digunakan untuk menguji daerah-daerah dengan tekanan udara permukaan yang termasuk ke dalam zona aktif, yakni daerah dengan tekanan permukaan yang tergolong sangat tinggi (lebih dari batas atas) atau sangat rendah (kurang dari batas bawah) saat 2 hari sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Berikut hipotesis yang digunakan:

Hipotesis :

$H_0 : \mu = \mu_0$ (tekanan udara permukaan di koordinat tersebut tidak termasuk dalam zona aktif saat H-2 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu)

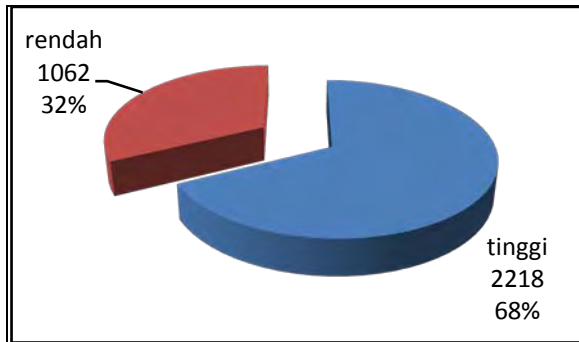
$H_1 : \mu \neq \mu_0$ (tekanan udara permukaan di koordinat tersebut termasuk dalam zona aktif saat H-2 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu)

Daerah kritis :

H_0 ditolak bila tekanan udara permukaan di daerah tersebut berada diluar batas atas dan batas bawah.

Keputusan :

Titik-titik koordinat daerah-daerah dengan tekanan udara permukaan yang berada dalam zona aktif saat 2 hari sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu dideskripsikan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Diagram lingkaran tekanan permukaan yang berada dalam zona aktif saat H-2 kejadian hujan ekstrem di Indramayu

Berdasarkan Gambar 4.17 daerah yang memiliki tekanan permukaan yang tinggi saat H-2 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu sebanyak 2218 atau sebanyak 68%, sedangkan koordinat yang memiliki tekanan permukaan yang rendah sebanyak 1062 atau sebanyak 32%.

4.5 Gambaran Daerah-Daerah Yang Tergolong Zona Aktif Saat H-1 dan H-2 Kejadian Hujan Ekstrem di Kabupaten Indramayu

Data hasil *bootstrap* yang diperoleh, selanjutnya digunakan untuk membentuk peta gambaran daerah-daerah

yang tergolong dalam zona aktif, yakni daerah dengan tekanan udara permukaan sangat tinggi dan tekanan udara permukaan sangat rendah sebelum terjadinya hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. *Package* RgoogleMaps dalam program R digunakan dalam analisis ini. *Package* tersebut menggunakan peta sebagai gambar latar belakang dan menggunakan koordinat-koordinat untuk menempatkan plot-plot yang diinginkan.

Berikut ini adalah gambaran daerah-daerah di Indonesia saat sebelum terjadinya hujan ekstrem yang ditampilkan pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18. Dimana daerah yang ditandai dengan titik berwarna merah adalah daerah dengan tekanan udara permukaan yang tinggi dan titik hitam untuk daerah dengan tekanan permukaan yang rendah saat sebelum terjadinya hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu.



Gambar 4.17 Gambaran daerah saat H-1 kejadian hujan ekstrem

Berdasarkan Gambar 4.17, sebagian besar pulau Sumatera dan sebagian kecil pulau Kalimantan tertutupi dengan titik merah, sedangkan sebagian besar pulau Jawa Bali tertutupi oleh titik hitam. Yang menandakan bahwa tekanan permukaan di sebagian besar pulau Sumatera dan sebagian kecil pulau Kalimantan tergolong tinggi, sebaliknya tergolong rendah di daerah Jawa-Bali saat 1 hari sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu.



Gambar 4.18 Gambaran daerah saat H-2 kejadian hujan ekstrem

Tak jauh beda dengan Gambar 4.17, pada Gambar 4.18 daerah sebagian besar pulau Sumatera dan sebagian kecil pulau Kalimantan tertutup oleh plot-plot berwarna merah yang menandakan tekanan udara permukaan di daerah tersebut tergolong tinggi saat 2 hari sebelum kejadian hujan ekstrem. Sedangkan sebagian besar pulau Jawa-Bali tertutup oleh plot hitam yang menandakan tekanan permukaan di daerah Jawa-Bali tergolong rendah.

Fenomena tekanan udara permukaan Indonesia saat H-1 dan H-2 kejadian hujan ekstrem di Indramayu tak jauh berbeda. Sehingga diduga tekanan udara permukaan Indonesia H-1 dan H-2 tidak mengalami banyak pergerakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kabupaten Indramayu tergolong dalam daerah yang jarang terjadi turun hujan, namun varians curah hujan di daerah tersebut cukup tinggi. Dalam 1 tahun, rata – rata terjadi curah hujan ringan sebanyak 43 hari, hujan normal sebanyak 29 hari, hujan lebat sebanyak 6 hari, dan hujan sangat lebat sebanyak 1 hari.
2. Musim penghujan di Kabupaten Indramayu adalah bulan Nopember - Maret
3. Pola data curah hujan harian mengandung data berekor (nilai ekstrem). Berdasarkan pola grafik MRLP, nilai *threshold* sebesar 50. Sehingga didapatkan dari tahun 1979 – 2006 sebanyak 175 hari terjadi hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu.
4. Tekanan permukaan di sebagian besar pulau Sumatera dan sebagian kecil pulau Kalimantan tergolong tinggi, sebaliknya tergolong rendah di daerah Jawa-Bali saat H-1 dan H-2 sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambah data keadaan atmosfer yang lain yang juga memiliki keterikatan dengan curah hujan seperti arah angin. sehingga hasil informasi yang didapatkan akan lebih akurat. Serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuktikan hipotesis tersebut.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 1. Banyak hari hujan berdasarkan kriteria hujan

Tahun	Ringan	Normal	Lebat	Sangat Lebat
1979	30	28	5	1
1980	39	28	5	1
1981	47	27	6	1
1982	31	13	5	1
1983	28	30	4	0
1984	66	39	4	1
1985	55	23	4	0
1986	43	18	4	0
1987	28	24	6	1
1988	18	36	6	2
1989	27	38	4	1
1990	30	23	5	0
1991	34	36	13	1
1992	50	48	11	0
1993	39	32	9	0
1994	46	32	11	0
1995	63	73	16	1
1996	38	45	10	2
1997	16	24	9	1
1998	79	36	3	1
1999	65	21	4	0
2000	40	21	4	0
2001	57	28	6	0
2002	42	32	1	1
2003	43	25	3	0
2004	33	14	8	1
2005	81	7	0	0
2006	27	12	4	1

Lampiran 2. Data curah hujan ekstrim

No	Curah hujan	Tahun	Bulan	No	Curah hujan	Tahun	Bulan
1	52	1979	Jan	29	70	1984	April
2	54	1979	Jan	30	125	1984	Okt
3	115	1979	Maret	31	81	1985	Juni
4	63	1979	Mei	32	77	1985	Juli
5	85	1979	Sept	33	51	1985	Des
6	57	1980	Jan	34	82	1985	Des
7	59	1980	Jan	35	68	1986	Jan
8	76	1980	Jan	36	58	1986	April
9	116	1980	Feb	37	73	1986	Juni
10	98	1980	Des	38	72	1986	Des
11	79	1981	Jan	39	115	1987	Jan
12	94	1981	Jan	40	98	1987	Feb
13	137	1981	Jan	41	58	1987	April
14	83	1981	Jan	42	55	1987	Juni
15	65	1981	Des	43	80	1987	Nov
16	60	1981	Des	44	56	1987	Des
17	95	1981	Des	45	180	1988	Jan
18	140	1982	Jan	46	70	1988	Feb
19	57	1982	Jan	47	60	1988	Nov
20	66	1982	Jan	48	70	1988	Des
21	81	1982	Feb	49	93	1988	Des
22	55	1982	Maret	50	102	1988	Des
23	96	1983	Jan	51	54	1989	Jan
24	53	1983	Okt	52	117	1989	Feb
25	76	1983	Okt	53	62	1989	Maret
26	68	1983	Nov	54	90	1989	Nov
27	58	1984	Jan	55	77	1990	Jan
28	60	1984	Feb	56	93	1990	Jan

Lampiran 2. Data curah hujan ekstrem (lanjutan)

No	Curah hujan	Tahun	Bulan	No	Curah hujan	Tahun	Bulan
57	70	1990	Jan	85	59	1993	Jan
58	75	1990	Maret	86	51	1993	Jan
59	54	1990	Agustus	87	83	1993	Jan
60	55	1991	Jan	88	60	1993	Jan
61	84	1991	Jan	89	59	1993	Feb
62	112	1991	Jan	90	55	1993	Maret
63	90	1991	Feb	91	51	1993	Des
64	64	1991	Feb	92	55	1993	Des
65	74	1991	Feb	93	58	1994	Jan
66	60	1991	Feb	94	63	1994	Jan
67	82	1991	Mei	95	57	1994	Jan
68	79	1991	Mei	96	71	1994	Jan
69	52	1991	Nov	97	56	1994	Jan
70	52	1991	Des	98	63	1994	Jan
71	65	1991	Des	99	82	1994	Jan
72	55	1991	Des	100	55	1994	Maret
73	65	1992	Jan	101	81	1994	Maret
74	58	1992	Jan	102	55	1994	April
75	68	1992	Jan	103	70	1994	April
76	68	1992	Jan	104	62	1995	Jan
77	62	1992	Feb	105	69	1995	Jan
78	52	1992	Maret	106	103	1995	Jan
79	65	1992	Maret	107	60	1995	Feb
80	79	1992	Mei	108	67	1995	Feb
81	58	1992	Okt	109	53	1995	Feb
82	78	1992	Des	110	52	1995	Maret
83	72	1992	Des	111	58	1995	Maret
84	53	1993	Jan	112	52	1995	Mei

Lampiran 2. Data curah hujan ekstrem (lanjutan)

No	Curah hujan	Tahun	Bulan	No	Curah hujan	Tahun	Bulan
113	60	1995	Mei	141	72	1998	Feb
114	69	1995	Mei	142	88	1998	Feb
115	72	1995	Mei	143	133	1998	Feb
116	62	1995	Juni	144	68	1999	Feb
117	52	1995	Nov	145	60	1999	April
118	52	1995	Des	146	53	1999	Mei
119	60	1995	Des	147	65	1999	Juni
120	98	1995	Des	148	58	2000	Jan
121	125	1996	Jan	149	69	2000	Jan
122	68	1996	Jan	150	89	2000	Jan
123	102	1996	Jan	151	100	2000	Jan
124	95	1996	Jan	152	57	2000	Juni
125	52	1996	Feb	153	55	2001	Jan
126	82	1996	Feb	154	65	2001	Feb
127	84	1996	Maret	155	67	2001	Nov
128	67	1996	Nov	156	60	2001	Nov
129	63	1996	Nov	157	56	2001	Nov
130	59	1996	Nov	158	52	2001	Nov
131	68	1996	Nov	159	120	2002	Jan
132	81	1997	Jan	160	55	2003	Maret
133	70	1997	Jan	161	62	2003	Mei
134	52	1997	Jan	162	60	2003	Mei
135	68	1997	Jan	163	81	2004	Jan
136	65	1997	Jan	164	66	2004	Feb
137	112	1997	Jan	165	72	2004	Feb
138	70	1997	Feb	166	70	2004	Feb
139	63	1997	Maret	167	69	2004	Feb
140	73	1997	Des	168	74	2004	Feb

Lampiran 2. Data curah hujan ekstrim (lanjutan)

No	Curah hujan	Tahun	Bulan
169	127	2004	Feb
170	70	2004	Feb
171	74	2004	Maret
172	84	2006	Jan
173	122	2006	Feb
174	59	2006	Des
175	74	2006	Des

Lampiran 3. Script MRLP dalam package POT software R

```
> mrlplot(datahujan$data, u.range = c(1, quantile(datahujan$data,
probs = 0.995)),
+ col = c("green", "black", "green"), nt = 200)

# datahujan$data adalah data curah hujan harian, dimana dalam R
ditampilkan dalam bentuk kolom
```

Lampiran 4. Tampilan web ECMWF

data-portal.ecmwf.int/data/o/interim_daily/

ERA Interim, Daily Fields

Type of level: **Note:** In order to retrieve data from this server, you first have to accept the [conditions of use](#).

Potential temperature
Potential vorticity
 Pressure levels
 Surface

Select date
 Select a date range between 1979-01-01 and 2012-01-31:
 Start date: 1979-01-01 End date: 2012-01-31

ERA Interim Fields
 Daily
 Invariant
 Synoptic/Monthly
 Means
 Monthly Means of
 Daily Means

Personal
 Your Requests

Data usage
 Conditions

See also...
 Data FAQ
 Data Servers
 Data Services
 GRIB decoder

Select a list of month:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1979	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1980	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1981	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1982	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1983	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1984	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1985	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1986	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1987	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1988	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1989	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1990	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1991	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1992	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1993	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1994	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1995	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1996	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1997	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1998	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1999	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2000	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2001	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2002	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2003	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2004	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2005	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2006	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2007	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2008	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2009	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2010	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2011	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2012	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

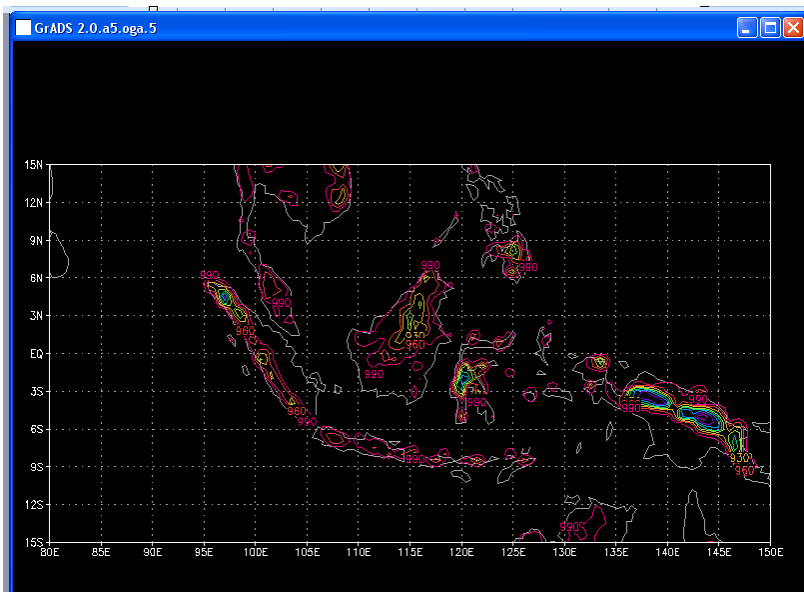
Lampiran 5. Tampilan aplikasi GRADS

```

OpenGrADS
Grid Analysis and Display System (GrADS) Version 2.0.a5.oga.5
Copyright (c) 1988-2008 by Brian Doty and the
Institute for Global Environment and Society (IGES)
GrADS comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY
See file COPYRIGHT for more information

Config: v2.0.a5.oga.5 little-endian readline printin grib2 netcdf hdf4-sds opend
ap-grids.stn athena geotiff
Issue 'q config' command for more information.
Loading User Defined Extensions table </cygdrive/c/OPENGR~1/Contents/Cygwin/Vers
ions/20050715/1686/gex/udxt> ... ok.
Landscape mode? ('n' for nortrait): 1
GX Package Initialization: Size = 11 8.5
Command line history in /home/ajie/.grads.log
ga-> sdopen c:/tes/ave01.nc
Unknown command: sdopen
ga-> sdopen c:/tes/ave01.nc
Scanning self-describing file: c:/tes/ave01.nc
SDF file c:/tes/ave01.nc is open as file 1
LON set to 80 150
LAT set to -15 15
LEV set to 1000 1000
Time values set: 1970:1:17:0 1970:1:17:0
E set to 1 1
ga->

```



Lampiran 6. *Script dalam software GRADS untuk memodifikasi data atmosfer dari format .nc menjadi .txt*

```
'c'
'set t 1 last'

lintang.1 = 100
lintang.2 = 100.25
lintang.3 = 100.50
lintang.4 = 100.75
lintang.5 = 101.00
lintang.6 = 101.25
lintang.7 = 101.50
lintang.8 = 101.75
lintang.9 = 102.00
lintang.10 = 102.25
lintang.11 = 102.50
lintang.12 = 102.75
lintang.13 = 103.00
lintang.14 = 103.25
lintang.15 = 103.50
:
:
lintang.115 = 128.50
lintang.116 = 128.75
lintang.117 = 129.00
lintang.118 = 129.25
lintang.119 = 129.50
lintang.120 = 129.75
lintang.121 = 130.00

bujur= 5
i=1
while(i<=121)
'c'
'set lat 'bujur
'set lon 'lintang.i
'printf sp d:\kuliah\skripsi\atmosfer\\lin5.i'_r.txt %g 1'
i=i+1
endwhile
```

Lampiran 7. Script dalam *software* R untuk memodifikasi data atmosfer dari format **.txt** menjadi **.csv**

```
setwd("d://kuliah//skripsi//atmosfer")
filelist = list.files(pattern = ".*.txt", full.names=TRUE)
myfunction <- function(x)
{
  data <- readLines(x)
  split_content = strsplit(data, split = " ")
  data2 <- unlist(split_content)
  data3 <- as.numeric(data2)
}
#datalist = lapply(filelist, function(x)readLines(x))
datalist = lapply(filelist, myfunction)
datafr = do.call("rbind", datalist)
write.table(datafr,"d://kuliah//skripsi//excel//all.csv",
sep=";", row.names=FALSE)
write.table(filelist,"d://kuliah//skripsi//excel//list.csv",sep=";", col.names=
TRUE, row.names=FALSE)
```

Lampiran 8. Data tekanan permukaan

Bujur	Lintang	Data Tekanan Permukaan				
		1-Jan-79	2-Jan-79	....	27-Feb-14	28-Feb-14
100	0	96283.3	96324.7	....	96292.8	96264.3
102.25	0	100642	100684	....	100659	100654
124.75	0	100240	100321	....	100436	100392
125	0	100240	100321	....	100436	100392
125.25	0	100240	100321	....	100436	100392
:	:	:	:		:	:
129.75	2	100489	100578	....	100770	100689
130	2	101006	101080	....	101269	101207
103	2	100967	101000	....	100989	101004
103.25	2	100967	101000	....	100989	101004
103.5	2	100967	101000	....	100989	101004
103.75	2	100967	101000	....	100989	101004
104	2	100967	101000	....	100989	101004
104.25	2	100967	101000	....	100989	101004
104.5	2	101078	101117	....	101136	101142
100.25	2	100152	100202	....	100167	100119
104.75	2	101078	101117	....	101136	101142
105	2	101078	101117	....	101136	101142
:	:	:	:		:	:
:	:	:	:		:	:
124	-9.75	97978.9	98035.6	....	98281.3	98235.7
124.25	-9.75	97978.9	98035.6	....	98281.3	98235.7
124.5	-9.75	97978.9	98035.6	....	98281.3	98235.7

Lampiran 9. Script untuk *bootstrap* dalam software R

```
#data <- read.csv("d://kuliah//skripsi//data//transpos.csv", sep=",")
#date <- read.csv("d:// kuliah//skripsi//data//ekstrim.csv", sep=",")
#source("d:\\ kuliah\\skripsi\\data\\BOOT_1way.txt")
#boot_ext(data,date,1000)

boot_ext <- function(data,date, rep)
{
  n <- length(date[,1])
  n0 <- length(data[,1])
  banyakvariabel <- ncol(data)-1
  posisi <- match(date[,1],data[,1])
  extreme <- data[posisi-1,2:(banyakvariabel+1)]
  test <- colMeans(extreme)
  test <- as.vector(test)

  mean1 <- matrix(nrow=rep,ncol=1)
  kesimpulan <- matrix(nrow=banyakvariabel,ncol=1)
  meanboot <- matrix(nrow=banyakvariabel,ncol=1)

  for (j in 1:banyakvariabel)
  {
    for (i in 1: rep)
    {
      sampel <- sample(data[,j+1],n)
      mean1[i] <- mean(sampel)
    }

    mean1 <- mean1
    kuantil <- quantile(mean1,c(.01,.99))
    cu <- kuantil[2]
    cl <- kuantil[1]

    if (cl > test[j]){hasil=1} else if (test[j] > cu) {hasil=-1} else {hasil=0}
    kesimpulan[j] <- hasil
    meanboot[j] <- mean(mean1)
  }
}
```

Lampiran 9. *Script* untuk *bootstrap* dalam *software* R (lanjutan)

```
write.table(kesimpulan,"F://skripsi//boot//hasil_surfacemsl99.csv",sep=",")
write.table(test,"F://skripsi//boot//rata_extremesurfacemsl99.csv",sep=",")
write.table(meanboot,"F://skripsi//boot//rata_bootsurfacemsl99.csv",sep=",")

}
```

Lampiran 10. Rangkuman hasil aplikasi *bootstrap*

Lintang	Bujur	Tekanan permukaan	Rata - rata bootstrap	Rata - rata ekstrim
100	0	-1	96214.64318	96254.98699
102.25	0	-1	100568.0884	100621.5753
124.75	0	0	100237.0365	100242.5486
125	0	0	100236.6825	100242.5486
125.25	0	0	100237.3263	100242.5486
125.5	0	0	101101.0255	101108.1781
125.75	0	0	101100.7418	101108.1781
126	0	0	101101.024	101108.1781
126.25	0	0	101101.4118	101108.1781
:	:	:	:	:
100	5	0	99235.58782	99259.15479
102.25	5	0	99236.01442	99259.15479
124.75	5	0	99235.35138	99259.15479
125	5	0	101149.9868	101173.6644
125.25	5	0	101150.2605	101173.6644
125.5	5	0	101149.6954	101173.6644
125.75	5	0	101149.2994	101173.6644
126	5	0	101150.3639	101173.6644
126.25	5	0	101150.4202	101173.6644

Lampiran 10. Rangkuman hasil aplikasi *bootstrap* (lanjutan)

Lintang	Bujur	Tekanan permukaan	Rata - rata bootstrap	Rata - rata ekstim
100	-5	0	101064.9205	101080.137
102.25	-5	0	100958.214	100974.089
124.75	-5	0	101111.1347	101098.5137
125	-5	0	101112.8099	101098.5137
125.25	-5	0	101112.1453	101098.5137
125.5	-5	0	100960.7832	100944.8493
125.75	-5	0	100960.6763	100944.8493
126	-5	0	100960.9115	100944.8493
126.25	-5	0	100960.3142	100944.8493
100	-6.25	0	100952.8928	100954.363
102.25	-6.25	0	101031.555	101033.7671
124.75	-6.25	0	101025.2133	101002.5411
125	-6.25	0	101025.2048	101002.5411
125.25	-6.25	0	101024.9815	101002.5411
125.5	-6.25	0	101090.401	101067.5411
125.75	-6.25	0	101091.4852	101067.5411
126	-6.25	0	101091.555	101067.5411
126.25	-6.25	0	101091.2052	101067.5411
100	-8.75	1	101019.4455	100977.3082
102.25	-8.75	1	101014.5488	100969.6164
124.75	-8.75	1	98090.23252	98046.24178
125	-8.75	1	98089.88004	98046.24178
125.25	-8.75	1	98089.34817	98046.24178
125.5	-8.75	1	99227.55892	99167.49247
125.75	-8.75	1	99228.11643	99167.49247
126	-8.75	1	99227.53904	99167.49247

Lampiran 11. Script untuk histogram rata-rata *bootstrap*

```

kuantil <- quantile(mean$V1,c(.01,.99))
cu <- kuantil[2]
cl <- kuantil[1]
hist(mean$V1, xlim=c(91000,103000), nclass=50, col=3,
main="Histogram for Means")
abline(v=c(cu,cl))

# mean$V1 adalah data rata-rata bootstrap

```

Lampiran 12. Titik koordinat daerah dengan tekanan udara permukaan H-1 kejadian hujan ekstrem di Indramayu

Lintang	Bujur	Tekanan udara permukaan
-3.75	101.75 - 107.25	Tinggi
-3.5	101.5 - 107.25	Tinggi
-3.25	101.5 - 107.25	Tinggi
-3	102 - 107.25	Tinggi
-2.75	101.5 - 107.25	Tinggi
-2.5	101.5 - 107.25	Tinggi
-2.25	100 - 108.75	Tinggi
-2	100.25 - 108.75	Tinggi
-1.75	100 - 108.75	Tinggi
-1.5	100 - 108.75	Tinggi
-0.75	100.25 - 129.25	Tinggi
-0.5	100.25 - 129.25	Tinggi
-0.25	100.25 - 129.25	Tinggi
0	100 - 111.5	Tinggi
0.25	100 - 111.75	Tinggi
0.5	100 - 111.5	Tinggi
0.75	100 - 113.25	Tinggi
1	100 - 111.75	Tinggi

Lintang	Bujur	Tekanan udara permukaan
1.5	100 - 112	Tinggi
1.75	100 - 112.75	Tinggi
2	100 - 112.25	Tinggi
2.25	100 - 114.75	Tinggi
2.5	100 - 113.25	Tinggi
2.75	100 - 113.25	Tinggi
3	100 - 114.75	Tinggi
3.25	100 - 113.75	Tinggi
3.5	100 - 114.25	Tinggi
3.75	100 - 119.25	Tinggi
4	100 - 124.25	Tinggi
4.25	100.25 - 129.25	Tinggi
4.5	100.75 - 124.5	Tinggi
4.75	100.25 - 129.25	Tinggi
5	100.25 - 129.25	Tinggi
-10	100 - 130	Rendah
-9.75	100 - 130	Rendah
-9.5	100 - 130	Rendah
-9.25	100 - 130	Rendah
-9	100 - 130	Rendah
-8.75	100 - 130	Rendah
-8.25	107.75 - 130	Rendah
-8	107.5 - 130	Rendah
-7.75	107.5 - 130	Rendah
-7.5	107.5 - 130	Rendah
-7.25	107.5 - 130	Rendah
-7	107.5 - 130	Rendah

Lampiran 13. *Script package RgoogleMaps dalam program R*

```
tinggi <- read.csv("d://kuliah//skripsi//BTtinggi.csv", sep=";", header=TRUE)
BTtinggi <- c(tinggi)
rendah <- read.csv("d://kuliah//skripsi//BTrendah.csv", sep=";", header=TRUE)
BTrendah = c(rendah)

library(RgoogleMaps)

lat = c(-10,5);
lon = c(100,150);
center = c(median(lat), median(lon));
zoom <- 4
terrmap <- GetMap(center=center, zoom=zoom, maptype= "hybrid", destfile =
"hybrid.png")
tmp <- PlotOnStaticMap(terrmap, lat = c(BTtinggi$Lintangtinggi), lon
=c(BTtinggi$Bujurtinggi), destfile = "hybrid.png", cex=0.2,pch=5,col=c('red'),
add=FALSE)
tmp2 <- PlotOnStaticMap(terrmap, lat = c(BTrendah$Lintangrendah), lon
=c(BTrendah$Bujurrendah), destfile = "terrain.png",
cex=0.2,pch=5,col=c('black'), add=FALSE);
```

BIOGRAFI PENULIS



Terlahir dengan nama Sri Hidayati pada tanggal 29 Maret 1992 di Pulau Madura. Merupakan anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Ahmad Syafiudin dan Maimunah. Pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis yaitu di SDN Dalpenang I Sampang , SMPN 1 Sampang, SMAN 1 Sampang, Diploma III Statistika ITS, dan S1 Lintas Jalur Statistika ITS. Saat kuliah, penulis pernah meraih juara II mahasiswa berprestasi tingkat institut tahun 2010. Selama kuliah penulis aktif dalam organisasi yang bergerak dalam konservasi lingkungan hidup, yakni PLH SIKLUS ITS. Organisasi itulah yang membuat penulis sangat mencintai alam terutama gunung, hutan, goa, dan sungai. Selain itu penulis juga aktif sebagai tim analisis data Profesional Statistik (PST). Teringat pesan Rasul “tuntutlah ilmu walau negeri Cina”, penulis menyelesaikan tugas akhir ini untuk bisa menuntut ilmu yang lebih tinggi lagi, karena menuntut ilmu adalah suatu kewajiban untuk masa depan, agama, dan bangsa.

Apabila pembaca ingin berdiskusi mengenai Tugas Akhir ini, dapat mengirimkan email ke seerr.iouz@gmail.com.