



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

PREDIKSI CURAH HUJAN EKSTRIM DENGAN METODE REGRESI KUANTIL BINER BAYES

PUTRI MAULIDINA FADILAH



**STATISTIKA TERAPAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Prediksi Curah Hujan Ekstrem dengan Metode Regresi Kuantil Biner Bayes” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2020

Putri Maulidina Fadilah
G152180231

RINGKASAN

PUTRI MAULIDINA FADILAH. Prediksi Curah Hujan Ekstrim dengan Regresi Kuantil Biner Bayes. Dibimbing oleh AJI HAMIM WIGENA dan ANIK DJURAIDAH.

Curah hujan ekstrim dapat menimbulkan masalah seperti banjir yang berdampak buruk terhadap hasil pertanian. Informasi tentang prediksi curah hujan ekstrim dibutuhkan untuk dapat mengambil langkah dan keputusan yang tepat agar meminimalkan kerugian yang diakibatkan oleh hujan ekstrim. Daerah Jawa Barat di Indonesia memiliki intensitas curah hujan yang cukup ekstrim dan ketinggian daerah yang berbeda-beda. *Measure of surprise* (MOS) dapat digunakan untuk menentukan ambang batas ekstrim karena nilai ambang batas untuk setiap wilayah dapat berbeda akibat ketinggian dataran. Data luaran *Global Circulation Models* (GCM) dimanfaatkan untuk memperoleh informasi tentang curah hujan. Namun data luaran GCM masih berskala global yang memiliki dimensi besar sehingga terdapat masalah multikolinearitas. *Statistical downscaling* merupakan metode yang digunakan untuk menghubungkan data luaran GCM dengan data curah hujan yang berskala lokal menggunakan metode statistika.

Intensitas curah hujan ekstrim dapat dianalisis menggunakan regresi kuantil (RK) untuk mengukur efek peubah penjas tidak hanya di pusat sebaran data, tetapi juga pada bagian atas dan bawah ekor sebaran. Pendugaan parameter RK dapat ditentukan dengan metode Bayes, disebut juga regresi kuantil Bayes (RKB). RKB didasarkan oleh sebaran *Asymmetric Laplace* sehingga untuk mendapatkan pendugaan parameter dari sebaran posterior digunakan metode *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC). Regresi kuantil biner Bayes merupakan perluasan dari regresi kuantil Bayes dengan peubah respon biner. Masalah multikolinearitas pada data luaran GCM dapat diatasi dengan penambahan penalti *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO) pada regresi kuantil biner Bayes.

Tujuan penelitian ini adalah pemodelan *statistical downscaling* untuk memprediksi curah hujan ekstrim di Jawa Barat menggunakan metode regresi kuantil biner Bayes terpenalti LASSO. Curah hujan dikelompokkan menjadi curah hujan ekstrim dan tidak ekstrim agar didapatkan respon biner. Oleh karena ketinggian daerah di Jawa Barat yang berbeda, maka penentuan titik ekstrim berdasarkan pada ambang batas ekstrim yang didapatkan melalui metode MOS.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan di Jawa Barat tahun 1981-2009 (348 bulan) yang dikelompokkan berdasarkan ketinggian dataran yaitu dataran rendah (0-200 mdpl), dataran sedang (200-500 mdpl) dan dataran tinggi (>500 mdpl). Peubah respon biner didapatkan dari pengelompokkan curah hujan menjadi curah hujan ekstrim $y_i = 1$ dan tidak ekstrim $y_i = 0$ dengan metode MOS. Data luaran GCM adalah data presipitasi bulanan *Climate Forecast System Reanalysis* (CFSR) tahun 1981-2009 dengan ukuran grid $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ pada domain 5×8 grid atau 40 grid sebagai peubah penjas.

Intensitas curah hujan pada musim hujan memiliki rata-rata lebih besar dari 150 mm/bulan. Musim hujan terjadi antara bulan Oktober - Mei di dataran rendah Jawa Barat, sedangkan di dataran sedang dan tinggi Jawa Barat musim hujan terjadi sepanjang tahun. Intensitas curah hujan bulanan yang lebih besar dari 400



mm/bulan dapat dikategorikan sebagai curah hujan ekstrim. Curah hujan ekstrim di Jawa Barat jika dilihat berdasarkan titik ekstrim 400 mm/bulan terjadi pada bulan Januari dan Februari di dataran rendah, sedangkan di dataran sedang dan dataran tinggi curah hujan ekstrim terjadi pada bulan Oktober - April.

Nilai ambang batas yang didapatkan dari metode MOS cukup baik untuk menentukan kategori curah hujan ekstrim di masing-masing dataran. Model regresi kuantil biner Bayes menghasilkan prediksi curah hujan ekstrim yang baik pada semua dataran. Akurasi prediksi model regresi kuantil biner Bayes di dataran rendah memiliki nilai tertinggi dibandingkan nilai akurasi dari model regresi kuantil biner Bayes di dataran sedang dan tinggi. Oleh karena itu, model regresi kuantil biner Bayes di dataran rendah lebih akurat daripada model regresi kuantil biner Bayes di dataran sedang dan tinggi.

Kata kunci: LASSO, MCMC, *Measure of Surprise*, Regresi Kuantil Biner Bayes, *Statistical Downscaling*

SUMMARY

PUTRI MAULIDINA FADILAH. Extreme Rainfall Prediction Using Bayesian Binary Quantile Regression. Supervised by AJI HAMIM WIGENA dan ANIK DJURAIDAH.

Extreme rainfall can cause disaster like flood and bring bad impact to the agricultural sector. Information about extreme rainfall prediction is needed to take appropriate steps and decisions to minimize the losses caused by extreme rainfall. West Java area in Indonesia has extreme rainfall and has different regional heights. Measure of surprise (MOS) can be used to determine extreme thresholds because the threshold value for each region can be different due to the altitude. The Global Circulation Models (GCM) output data can be used to get informations about rainfall. The GCM output data have high dimension so that there is multicollinearity which can cause the estimated parameters for each model to be biased. Statistical downscaling (SD) is the technique which can be used to analyze the functional relationship between local scale data (rainfall) and global scale data (GCM output) using statistical method.

The extreme rainfall intensity can be analyzed using quantile regression in SD to measure the effect of explanatory variables not only at the center, but also at the both of the tails of the data distribution. Quantile regression parameter estimate can be determined by the Bayes method, which called Bayesian quantile regression. Bayesian quantile regression is based on asymmetric laplace distribution, so that, Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method is used to get estimated paramater from posterior distribution. Bayesian binary quantile regression is the extension of Bayesian quantile regression which has binary data as the response variable. The multicollinearity in GCM output data can be solved by adding the Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) penalty in Bayesian binary quantile regression model.

The purpose of this study is SD modeling to predict extreme rainfall in West Java using Bayesian binary quantile regression with LASSO penalty. To obtain a binary response, the rainfall is grouped into extreme and not extreme rainfall. Because of the different regional heights in West Java, the determination of extreme points is based on the thresholds obtained through the MOS method.

The response variable in this study is monthly rainfall data in West Java (data from 1981-2009 or 348 months) which grouped based on type of lands, lowland (0-200 masl), medium land (200-500 masl) and highland (>500 masl). The binary response is obtained by grouping rainfall into extreme rainfall $y_i = 1$ and not extreme $y_i = 0$ using MOS. The explanatory variables in this study are GCM output data which is climate forecast system reanalysis (CFSR) monthly precipitation data (from 1981-2009) with a grid size of $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ of domain 5×8 grid.

The intensity of rainfall in the rainy season has an average greater than 150 mm/month. The rainy season occurs between October - May in the lowland, while in the medium and highland of West Java the rainy season occurs all the year. Monthly rainfall intensity greater than 400 mm/month can be categorized as extreme rainfall, so that extreme rainfall in West Java occurs on January and



February in the lowland. In the medium and highland extreme rainfall occurs on October - April.

The threshold value from the MOS method is good to determine the categories of extreme rainfall in each land. Bayesian binary quantile regression models resulted in the good extreme rainfall prediction. The accuracy of Bayesian binary quantile regression model prediction in the lowland of West Java has the highest value than the accuracy value of the Bayesian binary quantile regression model in the other lands. Therefore, the Bayesian binary quantile regression model in the lowland is more accurate than the Bayesian binary quantile regression model in the medium and highland of West Java.

Keyword: LASSO, MCMC, Measure of Surprise, Bayesian Binary Quantile Regression, Statistical Downscaling



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2020 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



IPB University
— Bogor Indonesia —



PREDIKSI CURAH HUJAN EKSTRIM DENGAN METODE REGRESI KUANTIL BINER BAYES

PUTRI MAULIDINA FADILAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Statistika Terapan

**STATISTIKA TERAPAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**



Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis: Dr. Anwar Fitrianto, M.Sc



Digitally signed by:

Anwar Fitrianto

[270D291676C85B22]

Date: 15 Feb 2021 07.09.16 WIB

Verify at disign.ipb.ac.id



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Prediksi Curah Hujan Ekstrim dengan Metode Regresi Kuantil Biner Bayes
Nama : Putri Maulidina Fadilah
NIM : G152180231

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Aji Hamim Wigena, M.Sc



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Anik Djuraidah, M.S



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Kusman Sadik, S.Si., M.Si
NIP 196909121997021001



Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Anas Miftah Fauzi, M.Eng
NIP 196004191985031002



Tanggal Ujian:
18 November 2020

Tanggal Lulus: 06 JAN 2021



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Prediksi Curah Hujan Ekstrim dengan Metode Regresi Kuantil Biner Bayes” dengan baik.

Terima kasih penulis ucapkan kepada bapak Prof. Dr. Ir. Aji Hamim Wigena, M.Sc dan ibu Dr. Ir. Anik Djuraidah, M.S selaku komisi pembimbing yang telah membimbing, memberi saran, dan juga memotivasi penulis, serta bapak Dr. Anwar Fitrianto, M.Sc selaku penguji luar komisi pembimbing. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Seluruh pengajar, staf, dan karyawan sekolah pascasarjana Departemen Statistika IPB yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan selama perkuliahan sampai dengan penyusunan tesis ini.
2. Orang tua tercinta, Ayah dan Mama. Aa, Mba Emma dan keponakanku Fatih, serta Adik tersayang yang selalu berdoa dan menjadi penyemangat bagi penulis.
3. Sahabat-sahabat tersayang Linda, Diba, Raafika, Mega, Nia, Megita, Tiara, Yutia, Andan, Intan, Susan yang selalu memberi dukungan dan semangat.
4. Teman-teman mahasiswa Pascasarjana IPB Departemen Statistika yang sama-sama berjuang dan saling mendukung. Terkhusus kepada Agnes, Ade, Nindy, Anis, Ridha dan juga teman-teman seperbimbinganku Wini dan Ihwal.
5. Almamater tercinta IPB University.

Semoga tesis ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2020

Putri Maulidina Fadilah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Statistical Downscaling</i>	3
2.2 Regresi Kuantil	3
2.3 <i>Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO)</i>	5
2.4 Regresi Kuantil Biner Bayes	6
2.5 <i>Markov Chain Monte Carlo (MCMC) algoritma Gibbs Sampling</i>	8
III METODE PENELITIAN	10
3.1 Data	10
3.2 Metode Analisis	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Eksplorasi Data	12
4.2 Measure of Surprise	13
4.3 Regresi Kuantil Biner Bayes	16
4.4 Evaluasi Model Regresi Kuantil Biner Bayes	17
V SIMPULAN DAN SARAN	20
5.1 Simpulan	20
5.2 Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	40



DAFTAR TABEL

1	Tabel <i>confusion matrices</i> antara kelas sebenarnya dan kelas prediksi	11
2	Nilai VIF data luaran GCM	13
3	Analisis <i>measure of surprise</i> data curah hujan	15
4	Koefisien dan peubah LASSO model regresi kuantil biner Bayes pada kuantil 0.75 di dataran rendah	17
	Nilai akurasi model regresi kuantil biner Bayes pada dataran rendah	17
	Nilai akurasi model regresi kuantil biner Bayes pada dataran sedang	18
	Nilai akurasi model regresi kuantil biner Bayes pada dataran tinggi	18
	Nilai akurasi model regresi kuantil biner Bayes untuk validasi 1 tahun	18

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram kotak garis data curah hujan di Jawa Barat	12
2	Histogram curah hujan (a) dataran rendah, (b) dataran sedang, (c) dataran tinggi	14
3	Diagram <i>measure of surprise</i> (a) data dataran rendah, (b) data dataran sedang, (c) data dataran tinggi	15
4	Diagram batang curah hujan di atas ambang batas pada masing-masing dataran di Jawa Barat	16

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data curah hujan di Jawa Barat dan beberapa <i>grid</i> GCM pada tahun 1981	24
2	Deskripsi data curah hujan di dataran rendah Jawa Barat	24
3	Deskripsi data curah hujan di dataran sedang Jawa Barat	25
4	Deskripsi data curah hujan di dataran tinggi Jawa Barat	25
5	Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.70 di dataran rendah	26
6	Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.75 di dataran rendah	27
7	Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.80 di dataran rendah	27
8	Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.85 di dataran rendah	28
9	Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.90 di dataran rendah	28
10	Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.925 di dataran rendah	29
11	Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.95 di dataran rendah	29
12	Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.975 di dataran rendah	30

13 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.99 di dataran rendah	30
14 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.70 di dataran sedang	31
15 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.75 di dataran sedang	31
16 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.80 di dataran sedang	32
17 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.85 di dataran sedang	32
18 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.90 di dataran sedang	33
19 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.925 di dataran sedang	33
20 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.95 di dataran sedang	34
21 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.975 di dataran sedang	34
22 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.99 di dataran sedang	35
23 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.70 di dataran tinggi	35
24 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.75 di dataran tinggi	36
25 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.80 di dataran tinggi	36
26 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.85 di dataran tinggi	37
27 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.90 di dataran tinggi	37
28 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.925 di dataran tinggi	38
29 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.95 di dataran tinggi	38
30 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.975 di dataran tinggi	39
31 Koefisien dan peubah LASSO dari model RKBB pada kuantil 0.99 di dataran tinggi	39





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.