

Regresi Kuantil untuk Eksplorasi Pola Curah Hujan di Kabupaten Indramayu

Regression for Exploring Rainfall Pattern in Indramayu Regency

Anik Djuraidah & Aji Hamim Wigena
Departemen Statistika, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

Quantile regression is an important tool for conditional quantiles estimation of a response Y for a given vector of covariates X . It can be used to measure the effect of covariates not only in the center of a distribution, but also in the upper and lower tails. Regression coefficients for each quantile can be estimated through an objective function which is weighted average absolute errors. Each quantile regression characterizes a particular aspect of a conditional distribution. Thus we can combine different quantile regressions to describe more completely the underlying conditional distribution. The analysis model of quantile regression would be specifically useful when the conditional distribution is not a normal shape, such as an asymmetric distribution or truncated distribution. In general, rainfall in Indramayu regency during 1972-2001 at 23 stations is highly variable in amount across time (month) and space. So, the first objective of the research is reducing the variability in space using classification of the rainfall stations. The second objective is modelling the variability in time using quantile regression for every cluster of rainfall stations. The result shows that there are two clusters of rainfall stations. The first cluster has higher amount of rainfall than the second cluster. The coefficient of quantile regression for quantile 50 and 75 percent are similar, but for quantile 5 and 90 percent are very different. Exploring pattern of rainfall using quantile regression can detect normal or extreme rainfall that very useful in agricultural.

Keywords : Quantile, quantile regression, cluster, rainfall

PENDAHULUAN

Pendekatan standar penentuan model regresi linear dan pendugaan parameternya adalah metode kuadrat terkecil (*Ordinary Least Square*, disingkat OLS) atau simpangan mutlak terkecil (*Least Absolute Deviation*, disingkat LAD). Pendugaan parameter pada metode OLS diperoleh dengan minimisasi jumlah kuadrat galat, dan pada metode LAD dengan minimisasi jumlah absolut galat. Penduga dari metode OLS adalah rata-rata fungsi sebaran bersyarat peubah respon, sedangkan dari metode LAD adalah median fungsi bersyarat peubah respon. Meskipun rata-rata dan median adalah dua ukuran pemusatan yang penting dari suatu sebaran, kedua statistik ini tidak dapat menjelaskan tentang perilaku sebaran bersyarat pada ekor suatu sebaran.

Regresi kuantil dikemukakan oleh Koenker dan Bassett pada tahun 1978 (Buhai 2004), merupakan perluasan model regresi pada kuantil bersyarat peubah respon. Pendekatan ini memungkinkan menduga fungsi kuantil dari sebaran bersyarat respon pada berbagai nilai kuantil yang diinginkan. Setiap kuantil

mencirikan titik tertentu (pusat atau ekor) dari sebaran bersyarat. Kombinasi berbagai nilai kuantil akan menghasilkan deskripsi lengkap tentang sebaran bersyarat. Analisis ini sangat berguna untuk sebaran bersyarat yang tak simetrik, padat di ekor sebarannya, atau sebarannya terpotong.

Keuntungan utama dari regresi kuantil dibandingkan regresi OLS adalah fleksibilitas dalam pemodelan data dengan sebaran bersyarat yang heterogen. Metode ini dapat digunakan mengukur efek peubah penjelas tidak hanya di pusat sebaran data, tetapi juga pada bagian atas atau bawah ekor sebaran. Hal ini sangat berguna dalam penerapan, khususnya bila nilai ekstrim merupakan permasalahan penting, seperti penelitian tentang curah hujan di Hwange National Park Zimbabwe (Chamaille'-Jammesa *et al.* 2007), kecepatan angin pada siklon tropis di USA (Jagger & Elsner 2008) dan pencemar udara PM_{10} di Surabaya (Djuraidah & Rahman 2009).

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang sangat berpengaruh terhadap sektor pertanian. Keteraturan pola dan distribusi hujan sangat menentukan jaminan berlangsungnya

aktivitas pertanian. Namun kondisi ini akan mengalami gangguan jika terjadi fenomena iklim ekstrim seperti ekstrim kering (*El Nino*) dan ekstrim basah (*La Nina*). Fenomena iklim ekstrim ini dapat menyebabkan pola curah hujan menyimpang dari kondisi normal.

Kabupaten Indramayu merupakan daerah produsen padi nomor satu di Propinsi Jawa Barat. Kabupaten Indramayu memiliki tipe hujan monsun sangat sensitif terhadap kejadian ekstrim. Pada tahun-tahun ekstrim kering yang terjadi pada tahun 1991, 1994 dan 1997, kerugian ekonomi akibat kegagalan panen di daerah ini mencapai 571 miliar rupiah, sedangkan pada tahun-tahun ekstrim basah yang terjadi tahun 1998, kerugian dapat mencapai 91 miliar rupiah (Wigena 2006) Dengan demikian informasi tentang pola curah hujan sangat diperlukan.

Informasi pola curah hujan sangat berguna bagi petani dalam mengantisipasi kemungkinan kejadian-kejadian ekstrim yang sering menimbulkan kegagalan produksi pertanian. Penelitian ini bertujuan mengelompokkan wilayah di kabupaten Indramayu berdasarkan besarnya curah hujan bulanan tahun 1972-2001 dan mengeksplorasi pola curah hujan kabupaten Indramayu menggunakan regresi kuantil.

METODE

Sumber data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulanan di kabupaten Indramayu selama 30 tahun, dari tahun 1972 hingga tahun 2001. Data curah hujan bulanan ini diukur pada 23 stasiun penakar curah hujan. Data ini diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

Metode

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengelompokkan stasiun-stasiun penakar curah di Kabupaten Indramayu.

Pengelompokan ini dilakukan untuk membagi wilayah Kabupaten Indramayu yang memiliki pola hujan yang sama sehingga wilayah-wilayah yang berada dalam kelompok yang sama memiliki pola hujan yang lebih mirip (homogen) dan wilayah-wilayah antarkelompok lebih bervariasi (heterogen). Objek-objek yang akan dikelompokkan adalah stasiun-stasiun penakar curah hujan di Kabupaten Indramayu. Peubah yang digunakan sebagai dasar pengelompokan adalah curah hujan rata-rata bulanan bulan Januari hingga Desember. Ukuran jarak yang

digunakan adalah jarak *Euclid*. Pengelompokan ini dilakukan dengan metode hirarki.

2. Memodelkan curah hujan bulanan Kabupaten Indramayu menggunakan regresi kuantil.

Pemodelan curah hujan dilakukan untuk masing-masing kelompok hasil tahap ke-1. Analisis ini dilakukan pada beberapa nilai kuantil, yaitu pada nilai $\tau = 0,05; 0,50; 0,75; \text{ dan } 0,95$. Regresi kuantil pada $\tau = 0,50$ digunakan untuk menggambarkan model di pusat data, pada kuantil $\tau = 0,75$ digunakan untuk menggambarkan model di kuartil ketiga, dan pada kuantil $\tau = 0,05$ dan $0,95$ digunakan untuk menggambarkan model pada nilai ekstrim. Parameter regresi kuantil diduga dengan metode simpleks, selang kepercayaan koefisien regresi kuantil diperoleh dengan metode *resampling*, dan pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji Wald.

HASIL DAN PEMBAHASAN

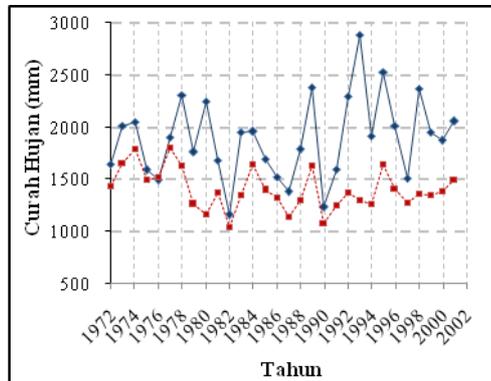
Pengelompokan wilayah hujan

Dari lima metode penggabungan jarak pada metode hirarki diketahui metode pautan lengkap merupakan metode yang terbaik dalam mengelompokkan stasiun-stasiun penakar hujan. Pengelompokan dengan metode pautan lengkap menghasilkan dua kelompok dengan anggota masing-masing adalah 5 dan 18 stasiun.

Nilai curah hujan rata-rata bulanan kedua kelompok cukup berbeda walaupun memiliki pola curah hujan rata-rata bulanan yang sama. Kelompok-1 memiliki nilai curah hujan yang lebih tinggi tiap bulannya dibandingkan kelompok-2. Awal musim hujan dan awal musim kemarau kedua kelompok pun berbeda. Perbedaan kedua kelompok juga terlihat dari besarnya curah hujan rata-rata tahunan. Gambar 1 memperlihatkan bahwa curah hujan rata-rata tahunan kelompok-1 lebih tinggi dibanding curah hujan rata-rata tahunan kelompok-2 kecuali pada tahun 1976.

Diagram kotak garis curah hujan rata-rata bulanan masing-masing kelompok disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pada kedua kelompok tampak terdapat beberapa data pencilan di nilai besar. Hal ini berarti bahwa pada bulan-bulan tertentu terdapat curah hujan ekstrem. Lebar kotak kuartil merupakan selisih antara nilai kuartil ketiga dengan kuartil pertama. Nilai ini menggambarkan keragaman data. Pada Gambar 2 dan Gambar 3 tampak lebar kotak kuartil pada bulan Juli dan Agustus paling kecil dibanding bulan lainnya, hal ini berarti keragaman curah hujan di bulan tersebut

paling kecil. Pada kedua gambar juga tampak keragaman antar bulan tidak sama.



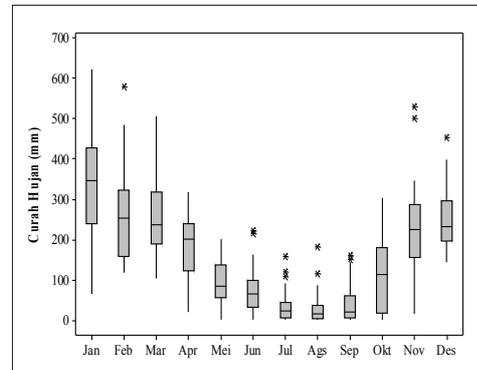
Gambar 1. Curah hujan rata-rata tahunan kelompok-1 (—●—) dan kelompok-2 (—■—).

Pada kelompok-1, musim kemarau terjadi pada bulan Mei hingga bulan Oktober dan musim hujan terjadi pada bulan Nopember hingga bulan April. Sedangkan pada kelompok-2 musim kemarau terjadi pada bulan April hingga bulan Nopember dan musim hujan terjadi pada bulan Desember hingga bulan Maret. Dengan demikian kelompok-1 memiliki musim hujan yang lebih panjang daripada kelompok-2.

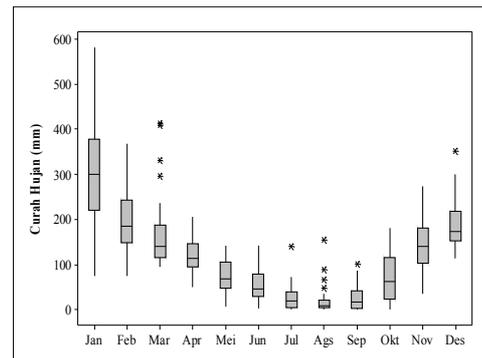
Berdasarkan Gambar 2, curah hujan Kelompok-1 yang nilainya jauh lebih tinggi dibanding kondisi normalnya pada bulan yang sama terjadi pada musim hujan bulan Februari 1973, Nopember 1998, Nopember 2001, dan Desember 1992. Curah hujan yang relatif lebih tinggi juga terjadi pada musim kemarau bulan Juni 1978 dan 1993, Juli 1981, 1985, dan 1989, Agustus 1974 dan 1978, serta September 1973 dan 1979. Curah hujan tinggi yang terjadi pada bulan September 1973, Agustus 1974, Juli 1989, dan Nopember 1998 bertepatan dengan terjadinya *La Nina*. Curah hujan yang tinggi ini, terutama saat musim kemarau dapat dipengaruhi oleh peristiwa *La Nina* tersebut. Bulan-bulan lainnya yang juga memiliki curah hujan yang relatif tinggi kemungkinan disebabkan oleh faktor lain.

Curah hujan kelompok-2 yang nilainya relatif lebih tinggi dibanding kondisi normalnya terjadi bulan Maret 1972, 1976, 1977, dan 1989, Juli 1985, Agustus 1974, 1978, 1984, dan 1990, September 1973, serta Desember 1988.

Curah hujan tinggi yang terjadi pada bulan September 1973, Agustus 1974, Maret 1989, dan Desember 1988 bertepatan dengan terjadinya *La Nina*.



Gambar 2. Diagram kotak garis curah hujan bulanan kelompok-1.



Gambar 3. Diagram kotak garis curah hujan bulanan kelompok-2.

Deskripsi statistik kedua kelompok dapat dilihat pada Tabel 1. Kelompok-1 merupakan wilayah yang memiliki curah hujan rata-rata tahunan sebesar 1890 mm per tahun. Curah hujan maksimum terjadi tahun 1993 dengan curah hujan sebesar 2879 mm dan curah hujan minimum terjadi tahun 1982 dengan curah hujan sebesar 1158 mm. Pada kelompok-2 rata-rata tahunan sebesar 1405 mm per tahun. Curah hujan maksimum terjadi tahun 1977 dengan curah hujan sebesar 1799 mm dan curah hujan minimum terjadi tahun 1982 dengan curah hujan sebesar 1039 mm.

Tabel 1. Deskripsi curah hujan tahunan kelompok-1 dan kelompok-2.

Karakteristik	Kelompok	
	1	2
CH rata-rata (mm)	1890	1405
CH maks (mm)	2879	1799
CH min (mm)	1158	1039
Musim kemarau	Mei-Okt	Apr-Nov
Musim hujan	Nov-Apr	Des-Mar

Analisis regresi kuantil

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3, model yang akan digunakan dalam regresi kuantil adalah model kuadratik. Nilai dugaan parameter regresi kuantilnya dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai dugaan parameter pada kuantil-kuantil yang dipilih. Untuk data curah hujan kelompok-1, nilai dugaan bagi intersep meningkat dengan bertambahnya nilai kuantil. Dugaan parameter bulan bernilai negatif pada setiap kuantil yang dipilih. Nilai dugaannya semakin menurun seiring dengan bertambahnya kuantil. Berbeda dengan parameter bulan, dugaan parameter kuadrat bulan (bulan*bulan) nilainya semakin meningkat dengan bertambahnya nilai kuantil. Nilai dugaan parameter-parameter regresi kuantil pada kuantil ke-50 hampir sama dengan nilai dugaan pada kuantil ke-75, sedangkan pada kuantil ke-5 dan 95, nilai dugaan parameter-parameternya jauh berbeda dengan kuantil-kuantil lainnya. Hal ini dapat menunjukkan bahwa pada kondisi-kondisi ekstrim, baik ekstrim kering (kuantil ke-5) maupun ekstrim basah (kuantil ke-95), nilai curah hujan bulanannya akan cukup berbeda dengan kondisi normal (kuantil ke-50).

Pada kelompok-2, nilai dugaan bagi intersep meningkat dengan bertambahnya nilai kuantil. Dugaan parameter bulan bernilai negatif pada setiap kuantil yang dipilih. Nilai dugaannya semakin menurun seiring dengan bertambahnya kuantil. Nilai dugaan parameter kuadrat bulan semakin meningkat dengan bertambahnya nilai kuantil. Nilai dugaan parameter-parameter regresi kuantil pada

kuantil ke-50 hampir sama dengan nilai dugaan pada kuantil ke-75, sedangkan pada kuantil ke-5 dan 95, nilai dugaan parameter-parameternya jauh berbeda dengan kuantil-kuantil lainnya. Dengan demikian, kedua kelompok akan memiliki perilaku yang sama pada saat terjadi cuaca ekstrim, yaitu curah hujan cenderung sangat rendah pada saat ekstrim kering dan meningkat tajam pada saat ekstrim basah jika dibandingkan dengan curah hujan pada kondisi normal. Perbedaan kedua kelompok adalah nilai dugaan bagi intersep dan koefisien parameter kuadrat bulan kelompok-1 lebih tinggi dibanding kelompok-2, sedangkan dugaan parameter bulan kelompok-1 lebih rendah dari kelompok-2.

Tabel 2 juga memperlihatkan uji hipotesis untuk parameter bulan dan kuadrat bulan data curah hujan kelompok-1 dan kelompok-2. Pada nilai-nilai kuantil yang dipilih peubah bulan dan kuadrat bulan memberikan pengaruh yang nyata terhadap curah hujan rata-rata bulanan kedua kelompok.

Selang kepercayaan bagi nilai dugaan parameter regresi kuantil kelompok-1 dan kelompok-2 diperlihatkan berturut-turut Gambar 4 dan 5. Nilai dugaan parameter bulan untuk kedua kelompok meningkat dengan bertambahnya kuantil. Kondisi sebaliknya terjadi untuk nilai dugaan parameter kuadrat bulan, yaitu semakin meningkat dengan bertambahnya nilai kuantil. Selang kepercayaan yang tidak mengandung nilai nol yang diperlihatkan gambar di atas menunjukkan bahwa parameter bulan dan kuadrat bulan berpengaruh nyata terhadap curah hujan rata-rata kelompok 1 dan 2.

Gambar 6 dan 7 memperlihatkan grafik regresi kuantil beserta plot curah hujan bulanannya berturut-turut untuk kelompok-1 dan kelompok-2. Pada kuantil ke-5, curah hujan bulanan kedua kelompok dari bulan Januari hingga bulan Desember nilainya kurang dari 200 mm. Bahkan, dari bulan Maret hingga bulan Desember curah hujannya kurang dari 100 mm. Bulan Juni hingga Oktober dengan nilai curah hujan mendekati nol memperlihatkan bahwa kemungkinan besar tidak terjadi hujan pada bulan-bulan tersebut. Kondisi demikian akan sangat merugikan karena dapat menyebabkan kekeringan.

Tabel 2. Penduga parameter dan pengujian hipotesis regresi kuantil.

Kelompok	Kuantil ke	Parameter	Dugaan	Selang Kepercayaan		Stat. Wald	Nilai-p
1	5	Intersep	211,75	178,30	245,21		
		Bulan	-53,00	-64,21	-41,79	93,40	<0,0001
		bulan*bulan	3,25	2,33	4,17	54,50	<0,0001
	50	Intersep	518,55	476,26	560,84		
		Bulan	-134,86	-148,15	-121,60	481,7	<0,0001
		bulan*bulan	9,32	8,35	10,30	387,5	<0,0001
	75	Intersep	582,62	520,33	644,91		
		Bulan	-137,16	-159,28	-115,03	150,5	<0,0001
		bulan*bulan	9,54	7,94	11,13	153,0	<0,0001
	95	Intersep	797,13	662,30	931,95		
		Bulan	-182,00	-226,91	-137,09	53,81	<0,0001
		bulan*bulan	12,72	9,60	15,8	55,96	<0,0001
2	5	Intersep	206,43	183,64	229,21		
		Bulan	-54,86	-63,48	-46,23	67,71	<0,0001
		bulan*bulan	3,58	2,83	4,31	111,0	<0,0001
	50	Intersep	402,60	370,68	434,52		
		Bulan	-104,73	-113,60	-95,86	375,5	<0,0001
		bulan*bulan	7,13	6,54	7,73	385,5	<0,0001
	75	Intersep	480,00	442,15	517,85		
		Bulan	-121,47	-134,18	-108,75	209,5	<0,0001
		bulan*bulan	8,47	7,51	9,42	193,5	<0,0001
	95	Intersep	666,83	581,38	752,28		
		Bulan	-161,00	-188,07	-134,00	88,84	<0,0001
		bulan*bulan	11,17	9,28	13,06	83,87	<0,0001

Selain itu, pada kondisi ekstrim kering, kelompok-2 akan lebih kering dibanding kelompok-1. Curah hujan kelompok-1 yang lebih rendah daripada nilai dugaan regresi kuantil ke-5 terjadi pada bulan Januari 1992 dan 1998, serta bulan Maret 1988. Sedangkan curah hujan kelompok-2 yang lebih rendah dari nilai dugaan regresi kuantil ke-5 terjadi pada bulan Januari 1998 serta bulan Februari 1981 dan 2000. Curah hujan yang rendah pada bulan Januari 1992 dan 1998 bertepatan dengan peristiwa *El Nino*.

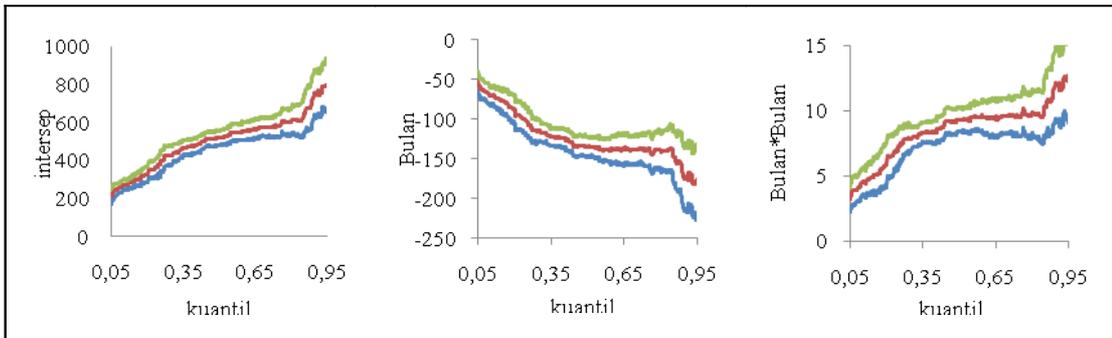
Curah hujan maksimum pada kuantil ke-50 mencapai 400 mm untuk kelompok-1 dan mencapai 300 mm untuk kelompok-2. Curah hujan minimumnya terjadi pada bulan Juli

untuk kedua kelompok dengan nilai yang mendekati nol. Grafik regresi kuantil Kelompok 2 pada kuantil ke-75 memiliki kecekungan yang hampir sama dengan kuantil ke 50. Curah hujan maksimum pada kuantil ke-75 mencapai 450 mm untuk kelompok-1 dan mencapai 400 mm untuk kelompok-2.

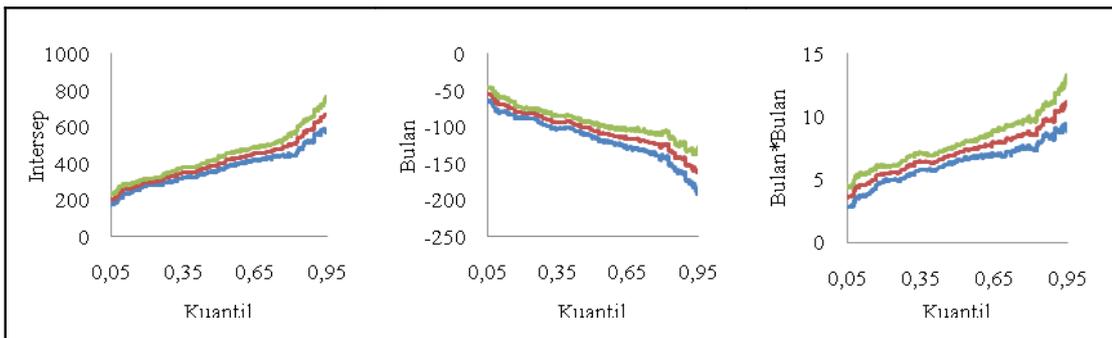
Pada kuantil ke-95, curah hujan maksimum untuk Kelompok-1 nilainya lebih dari 600 mm dan lebih dari 500 mm untuk kelompok-2. Kelompok-1 memiliki nilai curah hujan lebih dari 150 mm tiap bulannya. Curah hujan akan selalu tinggi dan ketersediaan air di wilayah-wilayah ini akan melimpah. Melimpahnya ketersediaan air dapat menyebabkan banjir. Curah hujan yang tinggi juga akan terjadi pada

wilayah-wilayah yang berada pada kelompok-2. Namun, pada kondisi ekstrim basah, kelompok-1 memiliki nilai curah hujan yang lebih tinggi dibanding kelompok-2. Curah hujan kelompok-1 (Gambar 6) yang lebih

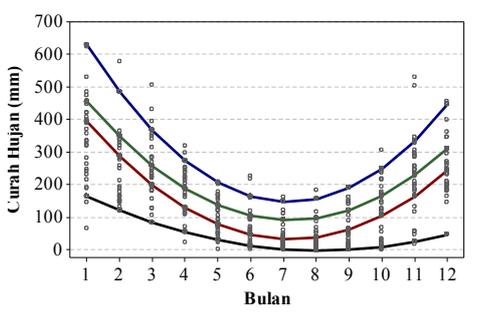
tinggi dari nilai dugaan regresi kuantil ke-95 terjadi pada bulan Januari 1993, Maret 1972, 1977, dan 1994, April 1989 dan 1993, Juni 1978 dan 1993, Agustus 1978, Oktober 1983, serta Nopember 1998 dan 2001.



Gambar 4. Selang kepercayaan 95% bagi nilai dugaan koefisien parameter regresi kuantil kelompok-1 (—) batas atas, (—) koefisien, (—) batas bawah.



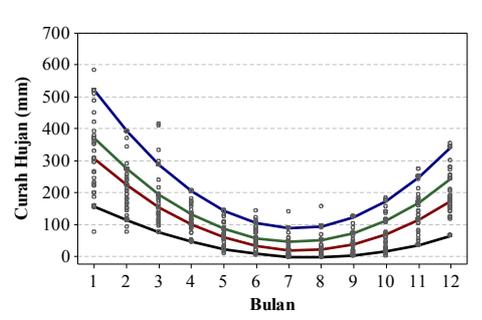
Gambar 5. Selang kepercayaan 95% bagi nilai dugaan koefisien parameter regresi kuantil kelompok-2, (—) batas atas, (—) koefisien, (—) batas bawah.



Gambar 6. Grafik regresi kuantil curah hujan Kelompok-1 pada kuantil ke-5 (—), 50 (—), 75 (—), dan 95 (—).

Curah hujan Kelompok-2 (Gambar 7) yang lebih tinggi dari nilai dugaan regresi ke-95 terjadi pada bulan Januari 1976, Maret 1972 dan 1976, Juni 1978, Juli 1985, Agustus 1978,

serta November 1998 dan 2001. Curah hujan yang tinggi pada bulan November 1998 yang terjadi di wilayah-wilayah Kelompok-2 bertepatan dengan peristiwa *La Nina*.



Gambar 7. Grafik regresi kuantil curah hujan Kelompok-2 pada kuantil ke-(—), 50 (—), 75 (—), dan 95 (—).

Curah hujan bulan-bulan lainnya yang juga relatif tinggi dibanding nilai dugaan kuantil ke-95 kemungkinan dipengaruhi faktor lain.

KESIMPULAN

Pengelompokan 23 stasiun penakar curah hujan di Kabupaten Indramayu dengan menggunakan jarak *Euclid* dan metode pautan lengkap menghasilkan dua kelompok. Kelompok-1 terdiri atas 5 stasiun dan kelompok-2 terdiri atas 18 stasiun. Kelompok-1 memiliki curah hujan bulanan dan tahunan yang lebih tinggi dari pada kelompok-2. Musim hujan kelompok-1 lebih panjang dibandingkan kelompok-2. Musim hujan Kelompok-1 terjadi pada bulan November hingga April, sedangkan kelompok-2 terjadi pada bulan Desember hingga bulan Maret.

Dugaan parameter regresi kuantil kedua kelompok pada kuantil ke-5, 50, 75, dan 95 berbeda, akan tetapi trennya sama. Seiring meningkatnya nilai kuantil, nilai dugaan bagi intersep semakin meningkat, nilai dugaan parameter bulan semakin menurun, dan nilai dugaan parameter kuadrat bulan (bulan*bulan) semakin meningkat. Regresi kuantil dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi-kondisi ekstrim, baik ekstrim kering (kuantil ke-5) maupun ekstrim basah (kuantil ke-95).

DAFTAR PUSTAKA

- Buhai S. 2004. *Quantile Regression: Overview and Selected Application*. <http://www.ad-astra.ro/journal/7/buhai>. [26 Mei 2009].
- Chamaille, Jammesa S, Murindagomo F, Fritz H. 2007. Detecting Climate Changes of concern in highly variable Environments : Quantile regressions reveal that droughts worsen in Hwange National Park, Zimbabwe. *Journal of Arid Environments* **71** :21–326.
- Chen C. 2005. An Introduction to Quantile Regression and The QUANTREG Procedure. *Proceedings of the Thirtieth Annual SAS Users Group International Conference*. <http://support.sas.com/rad/app/papers/quantile.html>.: 213-230.[26 Mei 2009]
- Djuraidah A & Rahman L. 2009. *Regresi Kuantil Spline untuk Pemodelan Nilai Ekstrem pada Pencemar Udara PM₁₀ di Kota Surabaya*. Prosiding Seminar Nasional Statistika IX. Jurusan Statistika FMIPA-ITS.
- Karson MJ. 1982. *Multivariate Statistical Methods*. Iowa: The Iowa State University Press.
- Koenker R & Machado AF. 1999. Goodness of Fit and Related Inference Processes for Quantile Regression. *JASA* **94**: 1296–1310.
- Koenker R. 2005. *Quantile Regression*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuan CM. 2004. *An Introduction to Quantile Regression*. <http://idv.sinica.edu.tw/ckuan/pdf/lec-QR.pdf>. [26 Mei 2009].
- Jagger TH, Elsner JB. 2008. Modeling Tropical Cyclone Intensity with Quantile Regression. *Int. J. Climatol*. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/joc.1804
- Wigena AH. 2006. *Pemodelan Statistical Downscaling dengan Regresi Projection Pursuit untuk peramalan curah hujan bulanan*. Disertasi. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
- Timm NH. 2002. *Applied Multivariate Analysis*. New York: Springer-Verlag.