

STUDI PENELITIAN : INOVASI HIDRAULIK UNTUK MENUNJANG KETAHANAN AIR

**ANALISIS PEMILIHAN METODE REGRESI UNTUK OPTIMASI
MODEL TINGGI CURAH HUJAN DENGAN PELBAGAI PERIODE
ULANG**

Stephen Sanjaya^{1*}, Steven Reinaldo Rusli¹

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan

*sanjaya.stephen@hotmail.com

Pemasukan: (kosongkan)

Perbaikan: (kosongkan)

Diterima: (kosongkan)

Intisari

Hujan sebagai salah satu aspek yang paling penting dalam siklus hidrologi, merupakan komponen utama yang berpengaruh terhadap ketersediaan debit. Dengan memiliki data ketersediaan debit yang cukup lengkap dan akurat, sistem alokasi kebutuhan air dapat direncanakan dengan baik. Salah satu cara sederhana untuk mendapatkan nilai tersebut adalah dengan melakukan estimasi terhadap tinggi curah hujan yang terjadi di suatu kawasan melalui metode regresi polinomial. Studi ini bertujuan untuk mengetahui metode regresi polinomial yang paling optimum terhadap pelbagai tinggi hujan rencana dari probabilitas hujan yang terjadi, serta memantau sejauh mana penyimpangan yang dihasilkan akan terjadi. Sehubungan dengan fenomena tersebut, kajian studi dilakukan di Kota Bandung, karena ketersediaan tinggi hujan yang memadai, serta permasalahan di kawasan tersebut yang berkenaan dengan ketersediaan debit. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan, metode regresi polinomial tidak memberikan hasil yang memuaskan karena keterbatasannya terhadap sifat data hidrologi yang cenderung acak dan random. Pada beberapa data yang memiliki kecenderungan hujan ekstrim, regresi polinomial orde dua menjadi persamaan yang menghasilkan penyimpangan terkecil. Selain itu, hubungan antara penyimpangan yang terjadi terhadap periode ulang juga berbanding lurus. Oleh sebab itu, studi lebih lanjut untuk menggunakan alat yang lebih baik perlu dilakukan untuk memberikan hasil yang lebih optimum.

Kata Kunci: tinggi curah hujan, metode regresi, Bandung, ketersediaan debit, alokasi kebutuhan air

LATAR BELAKANG

Hujan merupakan salah satu aspek yang paling penting dalam siklus hidrologi, dengan memberikan kontribusi yang cukup besar dan signifikan dalam hal ketersediaan air. Ketersediaan air ini sendiri, mempengaruhi alokasi kebutuhan debit, apabila ketersediaan air kurang dari kebutuhan debit akan menjadi permasalahan yang cukup sulit diatasi, dan juga ketersediaan air yang berlebihan akan memberikan permasalahan banjir. Dalam rangka mengatasi masalah tersebut, penentuan alokasi kebutuhan air secara berkala perlu dilakukan dengan mengestimasi tinggi curah hujan. Dengan kata lain, mengestimasi tinggi curah hujan adalah salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Estimasi tinggi curah hujan dapat dilakukan dengan pelbagai metode, salah satu metode yang dianggap paling sederhana adalah mengestimasi nilai berdasarkan kecenderungan

dengan metode regresi, atau dengan kata lain menentukan nilai tinggi curah hujan dengan memperhatikan kecenderungan yang terjadi pada nilai tinggi hujan yang telah terjadi pada tahun-tahun sebelumnya. Namun sering kali, penggunaan metode regresi yang ada, kurang cocok digunakan dalam perencanaan model estimasi. Oleh sebab itu pemilihan metode menjadi sebuah permasalahan yang cukup menyulitkan proses ini. Hal ini menyebabkan, hasil estimasi yang diberikan tidak memuaskan dan tidak dapat digunakan untuk pengimplementasian dalam kehidupan nyata.

Faktor lain yang sangat berpengaruh proses estimasi segala besaran yang berkaitan dengan hujan adalah sifat hidrologinya yang stokastik dan random (Sanjaya, 2015). Hal ini menjadikan metode regresi acap kali menjadi tidak bisa langsung digunakan, karena metode regresi akan menggunakan kecenderungan terhadap kumpulan data yang ada. Oleh sebab itu data yang akan digunakan perlu diolah terlebih dahulu sampai nilainya dapat dipergunakan dalam metode regresi. Lebih spesifik lagi, metode regresi itu sendiri memiliki banyak pilihan yang dapat digunakan, sehingga pemilihan metode yang cocok untuk hasil yang optimum juga perlu dilakukan. Dengan menggunakan metode regresi polinomial, studi ini juga ingin memantau penggunaan persamaan polinomial dalam kecenderungan pada data. Penyimpangan yang terjadi akan dianalisis, dan dipantau penggunaannya.

Kajian Studi

Objek studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinggi hujan yang ada di Kota Bandung, sebagai kota yang memiliki anak Sungai Citarum yang memiliki kontribusi paling besar atas ketersediaan debit. Dengan kata lain, Kota Bandung memiliki pengaruh besar dan harus mampu memberikan sumber akan ketersediaan yang jelas untuk beberapa selang waktu kedepan. Seiring dengan pesatnya perkembangan Kota Bandung, DAS Sungai Cikapundung telah mengalami perubahan tata guna lahan yang begitu besar. Akibat tingginya angka urbanisasi yang terjadi, banyak daerah terbuka hujan berubah menjadi kawasan permukiman manusia. Tentunya hal ini mengurangi area tangkapan hujan, yang seharusnya menjadi daerah infiltrasi limpasan hujan sebelum masuk ke badan sungai. Dalam jangka panjang, badan sungai cikapundung tidak akan mampu menampung kelebihan air yang terjadi, sehingga hal ini mengakibatkan banjir pada daerah hilir sungai.

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef. G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	50	20	10	4	2	1	
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,153	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-3,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-4,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Gambar 2. Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III (Soewarno,1995)

Regresi Polinomial

Polinomial adalah fungsi yang memiliki orde lebih dari satu, seperti kuadrat, kubik, quartik dan seterusnya (Polynomial Regression, 2000). Fungsi polinomial dapat diformulasikan kedalam persamaan dibawah ini.

$$\hat{Y} = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_kx^k \tag{2}$$

\hat{Y} = nilai hasil prediksi dari model polinomial

b = koefisien nilai pada orde k

k = orde polinomial

Beberapa prinsip polinomial secara umum,

1. Model yang disusun akan menjadi lebih baik apabila jumlah data yang digunakan semakin banyak
2. Data Polinomial tidak boleh diekstrapolasi, kecuali berada dalam rentang data
3. Pilihlah nilai predictor (x) yang tidak terlalu besar, agar tidak menyebabkan hasil yang berlebihan pada polinomial orde tinggi
4. Jangan menggunakan gambar yang tingkat keyakinannya lebih kecil dari nilai P, gunakanlah hal ini untuk mendukung model apabila plot terlihat meyakinkan

METODOLOGI STUDI

Data dan Skenario

Berdasarkan ketersediaan data yang ada, penelitian ini menggunakan data tinggi hujan Kota Bandung dengan periode tahun 1986-2013. Seperti kebanyakan peramalan data, data yang digunakan untuk model adalah data hingga tahun 2010, sehingga pada kasus ini 2011, 2012 dan 2013 akan estimasi dengan persamaan polinomial sebagai *output* dari model regresi yang ada. Data yang ada akan diolah terlebih dahulu dan diuji stabilitas statistiknya (*skewness* dan *outlier*) sebelum diolah menjadi tinggi hujan pada periode ulang tertentu. Namun berdasarkan analisis statistik yang dilakukan pada periode data 1986-2011, tinggi hujan 2011 memberikan nilai pencilan yang dianggap tidak layak untuk diikuti sertakan. Seluruh data akan diolah menjadi periode ulang dari sepuluh hingga dua puluh lima tahun, dengan pelbagai periode ulang. Hal tersebut bertujuan untuk meredam sifat acak yang dimiliki oleh tinggi hujan, sedemikian sehingga memiliki data hasil analisis frekuensi memiliki kecenderungan tertentu. Skenario analisis data yang digunakan disajikan dalam tabel berikut.

Periode Tahun	Periode Ulang 2	Periode Ulang 5	Periode Ulang 10	Periode Ulang 25	Periode Ulang 50	Periode Ulang	Periode Ulang
	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	100 Tahun	1000 Tahun
1986 - 1995	71.72	85.26	93.33	102.79	109.41	115.73	135.48
1986 - 1996	72.94	85.81	93.13	101.39	106.97	112.16	127.56
1986 - 1997	75.05	89.87	98.57	108.62	115.57	122.14	142.24
1986 - 1998	76.34	90.64	98.68	107.66	113.67	119.22	135.40
1986 - 1999	76.19	89.89	97.58	106.16	111.91	117.21	132.67
1986 - 2000	77.68	91.43	98.90	107.04	112.36	117.18	130.74
1986 - 2001	75.77	90.29	98.46	107.58	113.70	119.34	135.78
1986 - 2002	76.39	90.39	98.06	106.46	111.99	117.01	131.25
1986 - 2003	76.43	89.94	97.30	105.30	110.54	115.29	128.65
1986 - 2004	75.97	89.19	96.47	104.48	109.78	114.62	128.45
1986 - 2005	76.32	89.11	96.04	103.56	108.47	112.91	125.37
1986 - 2006	77.32	90.18	97.01	104.31	109.00	113.20	124.70
1986 - 2007	76.82	89.50	96.34	103.74	108.56	112.92	125.09
1986 - 2008	76.25	88.80	95.71	103.30	108.31	112.88	125.97
1986 - 2009	76.95	89.34	96.01	103.22	107.90	112.12	123.89
1986 - 2010	73.65	94.75	113.77	144.59	173.38	208.11	385.73
1986 - 2011	OUTLIER						
1986 - 2012	74.30	96.70	115.80	144.80	170.00	198.40	318.70
1986 - 2013	76.60	101.90	122.40	152.40	177.70	205.40	318.20

Gambar 3. Skenario Data Model Kecenderungan untuk Kota Bandung

Model regresi yang diolah untuk seluruh orde akan dianalisa penyimpangannya dengan rata-rata dari ketiga data yang dihasilkan dari persamaan garis tren yang ada, hasil dengan penyimpangan rata-rata paling kecil dianggap memberikan hasil yang lebih baik dan secara konsisten dapat digunakan diwilayah tertentu. Melalui konsep inilah, metode regresi polinomial dengan orde yang paling optimum dapat ditentukan dan diterapkan pada daerah tertentu.

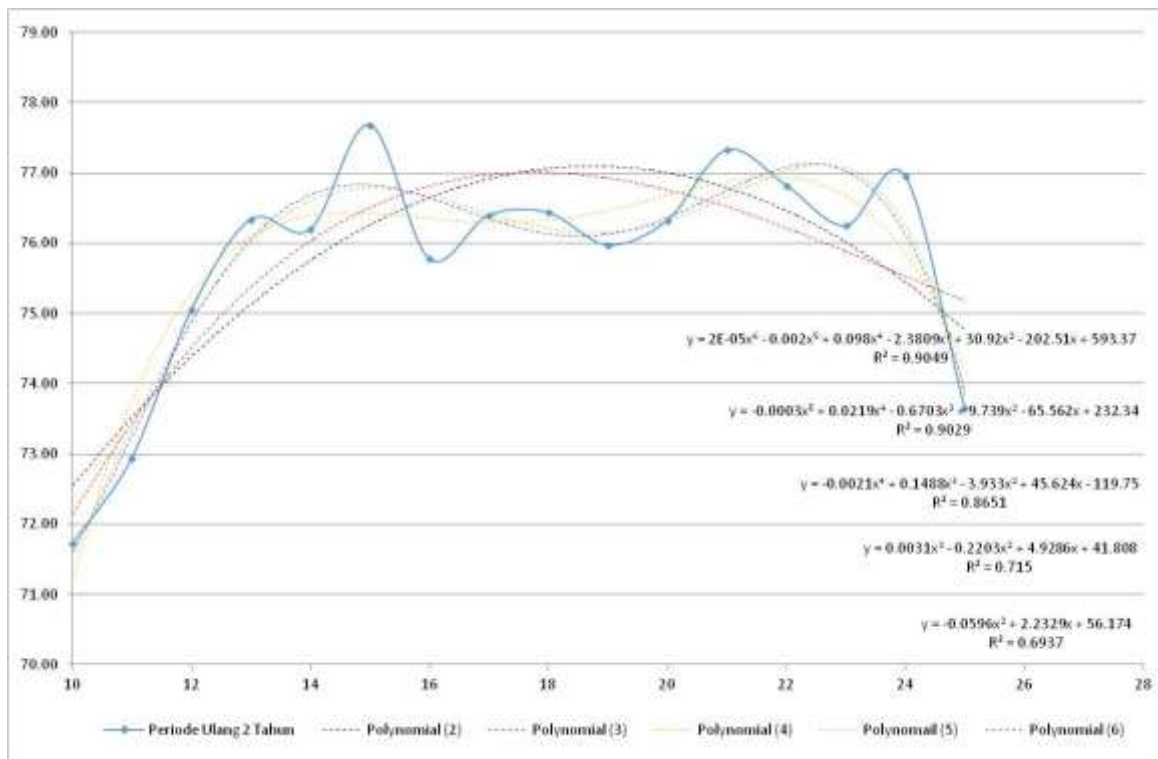
Diantara beberapa fungsi regresi, penggunaan polinomial dipilih sebagai metode regresi yang akan dibentuk modelnya berdasarkan kumpulan data dengan periode tertentu. Regresi polinomial dapat memberikan sebuah persamaan yang mampu mewakili data tertentu yang sifatnya tidak linear. Sejalan dengan tujuan penelitian, ekstrapolasi akan tetap dilakukan sebagai alat untuk menvalidasi model regresi dari polinomial yang

dilakukan. Dari hasil yang ada, nilai tersebut akan dilihat reliabilitasnya terhadap nilai asli.

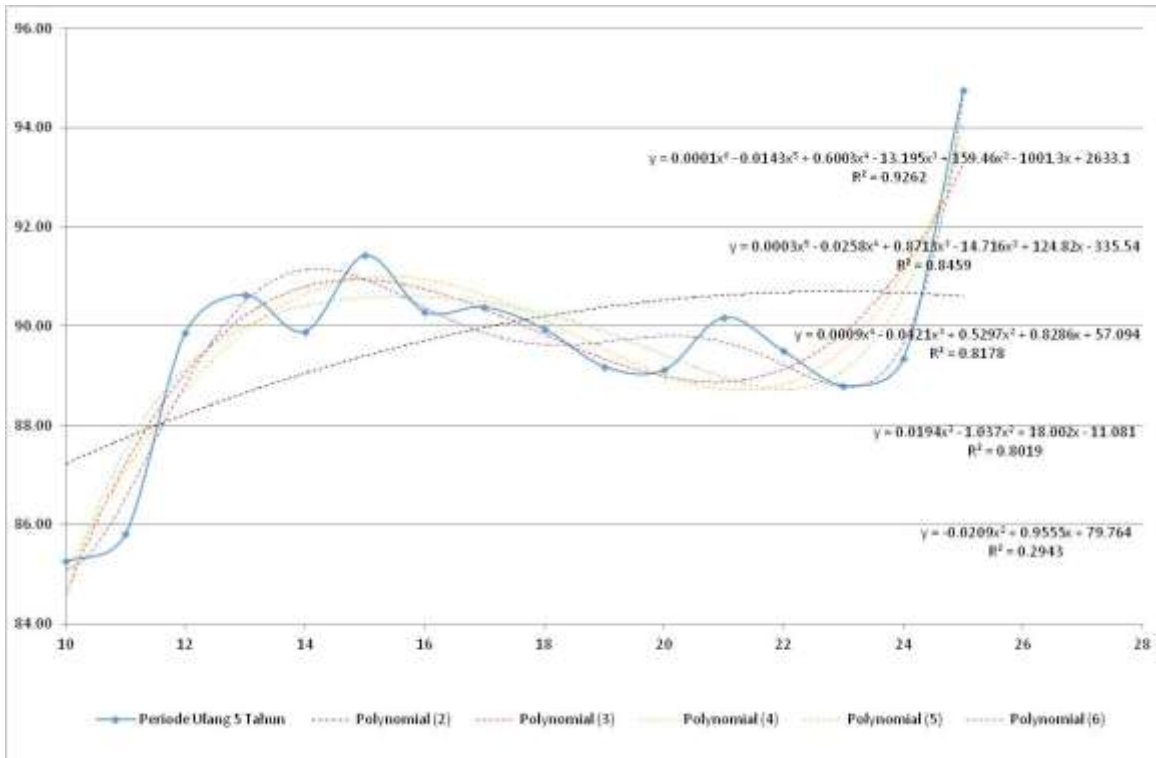
HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Hasil Studi

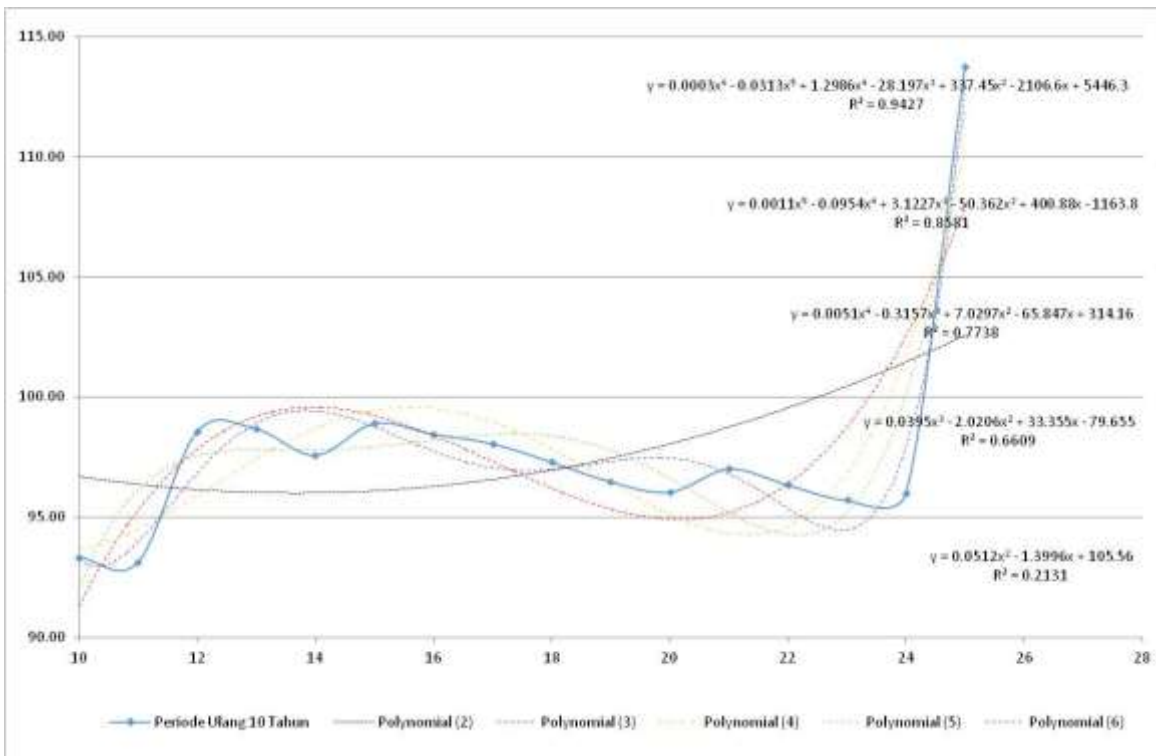
Berdasarkan data yang ada, dibawah ini tersaji model regresi yang mewakili data untuk pelbagai periode ulang, yaitu periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 Tahun. Dari hasil yang ada, nilai probabilitas tinggi hujan berbanding lurus dengan periode ulang. Dan semakin besar periode ulang yang ada, penyimpangan yang terjadi juga semakin besar. Seperti yang terjadi bahwa pada periode ulang 2 tahun, nilai yang ada memberikan kecenderungan yang berbeda dibandingkan dengan periode ulang yang lain. Kumpulan data yang ada juga memberikan persamaan yang berbeda-beda dari polinomial orde 2 sampai dengan polinomial orde 6.



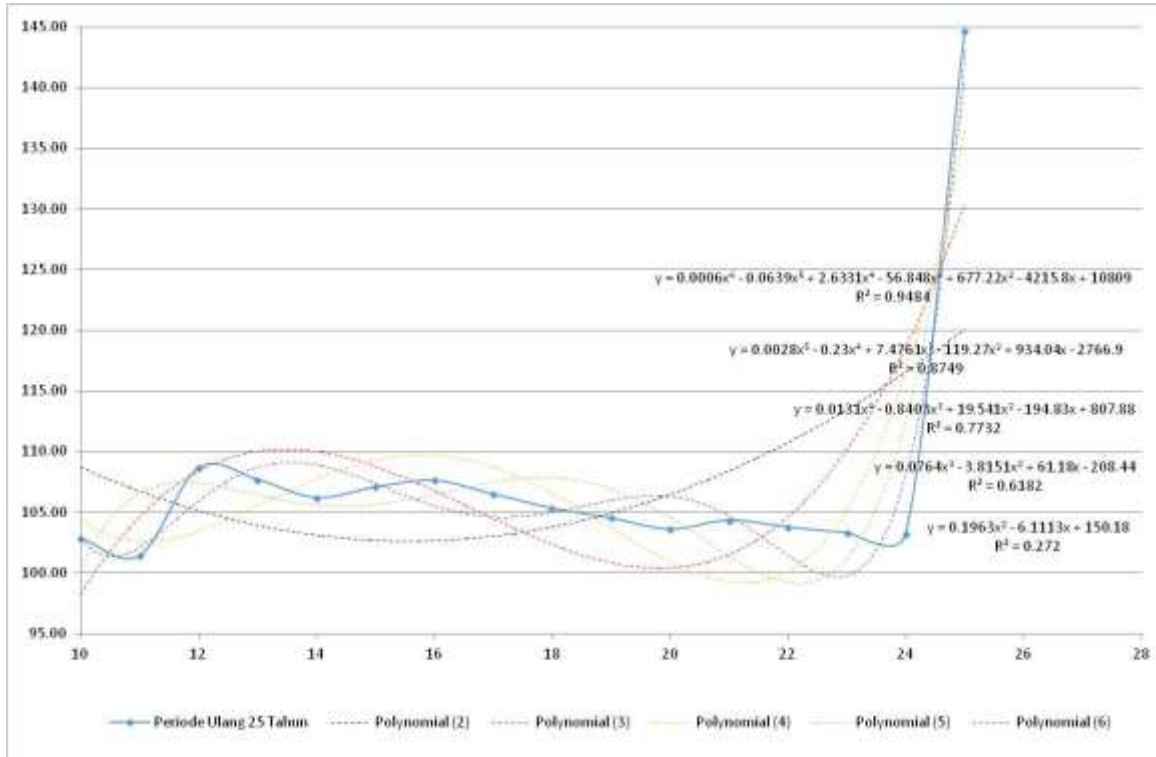
Periode Ulang 2 Tahun



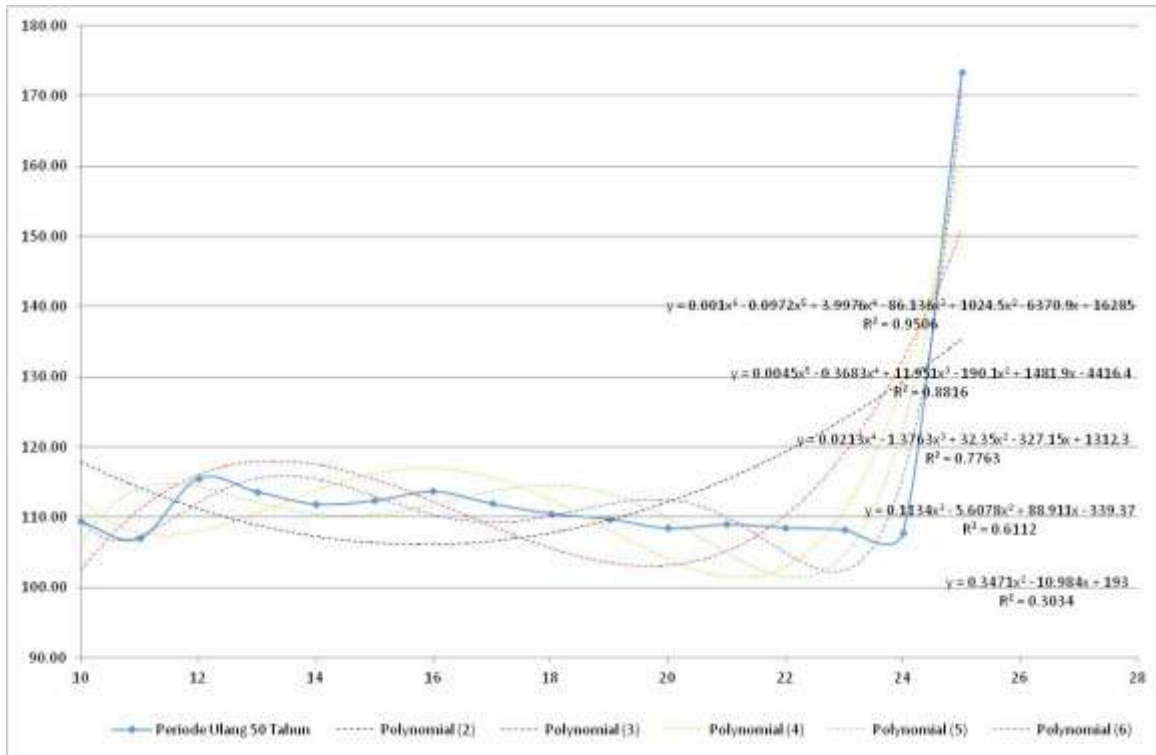
Periode Ulang 5 Tahun



Periode Ulang 10 Tahun



Periode Ulang 25 Tahun



Periode Ulang 50 Tahun

Gambar 4. Model Kecenderungan untuk Pelbagai Periode Ulang

Pembahasan

Setelah persamaan polinomial setiap periode ulang didapatkan, ekstrapolasi akan dilakukan untuk kemudian ditinjau penyimpangannya terhadap data asli. Sehubungan dengan nilai tinggi hujan tahun 2011 merupakan data pencilan yang tidak diperhitungkan dalam model, oleh sebab itu nilai penyimpangan yang dianalisis hanya pada tahun 2012 dan 2013. Secara garis besar, nilai penyimpangan yang dihasilkan pada polinomial orde kecil lebih rendah daripada nilai penyimpangan pada orde yang lebih tinggi. Hal ini berarti sesuai dengan teori yang ada, nilai ekstrapolasi yang dihasilkan akan menyimpang. Namun demikian, hasil regresi polinomial yang ada akan menyesuaikan dengan penyebaran data yang terjadi di setiap periode ulang. Seluruh hasil validasi yang dievaluasi pada setiap periode ulang disajikan kedalam tabel 1 hingga tabel 5.

Tabel 1. Evaluasi Hasil Validasi untuk Periode Ulang 2 Tahun

Tahun 1986-	Data Asli	Polinomial Orde 2	Polinomial Orde 3	Polinomial Orde 4	Polinomial Orde 5	Polinomial Orde 6
2011	0.00	73.94	75.51	63.43	-226.54	1582.54
2012	74.30	73.01	75.30	57.75	-297.73	1934.84
2013	76.60	71.97	75.14	49.93	-384.59	2352.21
Deviasi Rata-Rata		2.96	1.23	21.61	416.61	2068.08

Tabel 2. Evaluasi Hasil Validasi untuk Periode Ulang 5 Tahun

Tahun 1986-	Data Asli	Polinomial Orde 2	Polinomial Orde 3	Polinomial Orde 4	Polinomial Orde 5	Polinomial Orde 6
2011	0.00	90.48	96.93	108.04	50.16	-12210.47
2012	96.70	90.33	100.85	115.26	49.93	-15296.13
2013	101.90	90.13	105.84	124.59	53.84	-18984.54
Deviasi Rata-Rata		9.07	4.04	20.63	47.42	17239.63

Tabel 3. Evaluasi Hasil Validasi untuk Periode Ulang 10 Tahun

Tahun 1986-	Data Asli	Polinomial Orde 2	Polinomial Orde 3	Polinomial Orde 4	Polinomial Orde 5	Polinomial Orde 6
2011	0.00	103.78	275.21	136.05	-427.05	-2582.87
2012	115.80	105.10	284.70	157.37	-505.51	-3197.76
2013	122.40	106.51	296.55	186.23	-580.24	-3883.39
Deviasi Rata-Rata		13.30	171.52	52.70	661.97	3659.68

Tabel 4. Evaluasi Hasil Validasi untuk Periode Ulang 25 Tahun

Tahun 1986-	Data Asli	Polinomial Orde 2	Polinomial Orde 3	Polinomial Orde 4	Polinomial Orde 5	Polinomial Orde 6
2011	0.00	123.99	146.04	169.29	454.93	-10768.48
2012	144.80	128.28	165.99	215.11	601.94	-13368.97
2013	152.40	132.96	190.69	278.51	812.04	-16377.84

Deviasi Rata-Rata	17.98	29.74	98.21	558.39	15022.00
-------------------	-------	-------	-------	--------	----------

Tabel 5. Evaluasi Hasil Validasi untuk Periode Ulang 50 Tahun

Tahun	Data Asli	Polinomial Orde 2	Polinomial Orde 3	Polinomial Orde 4	Polinomial Orde 5	Polinomial Orde 6
1986-						
2011	0.00	142.06	174.56	218.74	818.11	10130.55
2012	170.00	149.47	205.19	292.38	1083.89	12911.58
2013	177.70	157.57	242.98	394.14	1455.60	16441.69
Deviasi Rata-Rata		20.33	50.24	169.41	1095.90	14502.79

Pada periode ulang kecil seperti 2 dan 5 tahun, nilai deviasi terkecil dimiliki oleh polinomial orde 3, sedangkan periode ulang 10,25 dan 50 tahun, nilai deviasi terkecil dimiliki oleh polinomial orde 2. Pada periode ulang 2 dan 5 tahun, nilai deviasi yang dihasilkan tidak lebih dari 5 mm, sedangkan sisanya melebihi 10 mm. Tingkat akurasi metode regresi akan lebih akurat apabila penyebaran data yang ada cenderung stabil pada rentang data tertentu, yang terjadi pada periode ulang 2 dan 5. Periode ulang 2 dan 5 tahun mempunyai probabilitas yang lebih tinggi terjadi dibandingkan dengan probabilitas 10 hingga 100 tahun. Sehingga simpulan orde polinomial yang paling baik dapat disajikan kedalam tabel 6.

Tabel 6. Orde Polinomial untuk Setiap Periode Ulang

No.	Periode Ulang	Polinomial
1	2	Orde 3
2	5	Orde 3
3	10	Orde 2
4	25	Orde 2
5	50	Orde 2

Perlu diingat bahwa, kesesuaian akan terus berubah sesuai dengan penyebaran data yang ada, sehingga apabila penggunaan data terus menerus dilakukan, oleh sebab itu orde polinomial yang digunakan juga sewaktu-waktu dapat berubah. Namun pada kasus ini, periode ulang tanpa penggunaan hujan ekstrim, dapat menggunakan orde 2, yaitu penggunaan polinomial parabolik. Dalam jangka panjang, penggunaan peramalan tinggi hujan akan lebih akurat dengan media atau alat yang sifatnya lebih canggih, sehingga perubahan orde polinomial tidak perlu dilakukan. Sifat acak dari data hidrologi dapat diatasi dengan solusi tersebut.

Pada studi ini, tingkat akurasi dari penyimpangan yang terjadi kurang memuaskan pada periode ulang yang lebih tinggi. Maka hal ini selaras dengan karakteristik metode regresi yang hanya mampu mengatasi kumpulan data yang deterministik, namun kurang cocok pada data yang stokastik. Walaupun tingkat random yang ada telah diminimalisir melalui analisis frekuensi, ditambah dengan pemilihan orde polinomial, hasil yang ada masih perlu dianalisa lebih lanjut, mengingat perubahan iklim yang begitu ekstrim yang dapat mengubah tinggi hujan dalam jangka waktu yang lebih kecil dan nilainya yang begitu ekstrim. Studi lebih lanjut juga masih perlu dilakukan agar penggunaannya lebih dapat digunakan luas dan secara nyata dapat dirasakan di Sungai Cikapundung.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

1. Secara garis besar, orde polinomial yang lebih banyak digunakan adalah orde 2, hal ini apabila terjadi hujan ekstrim yang membentuk parabolik.
2. Metode regresi polinomial akan memberikan penyimpangan yang lebih kecil apabila penyebaran data yang ada berada dalam rentang atau jangkauan tertentu.
3. Nilai penyimpangan yang ada berbanding lurus dengan besaran periode ulang, semakin besar periode ulangnya semakin besar pula nilai penyimpangan yang terjadi, begitupun sebaliknya.
4. Metode regresi tidak mampu menjawab karakteristik data hidrologi yang acak dan random, sehingga hasil yang ada kurang memuaskan dalam tingkat akurasi.

Rekomendasi

1. Seperti yang telah dijelaskan, bahwa penggunaan model tidak memberikan hasil yang akurat, karena tidak sesuai dengan sifat hujan, sehingga penggunaan alat yang lebih baik sangatlah disarankan untuk melakukan peramalan.
2. Studi lebih lanjut agar nilai tersebut dapat digunakan sebagai acuan juga perlu dilakukan, agar kedepannya hasilnya dapat digunakan secara nyata dan akurasi dapat dipertanggungjawabkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas terselesainya penulisan tulisan ilmiah ini dalam rangka partisipasi dalam PIT HATHI Malang 2015. Terima kasih yang sedalamnya juga penulis tujukan kepada keluarga dan teman-teman dalam setiap proses penulisan karya ilmiah ini.

REFERENSI

- Polynomial Regression*. (2000). Retrieved 07 20, 2015, from Statsdirect: http://www.statsdirect.com/help/default.htm#regression_and_correlation/polynomial.htm
- Dachlan, D., & Bacthiar, T. (2012). *Sejuta asa untuk Cikapundung*. Bandung: Citacitarum.
- Giantie, A. (2013). *Analisis Neraca Air DAS Cikapundung Hulu Menggunakan Model Sacramento*. Bandung: Skripsi Sarjana Teknik Universitas Katolik Parahyangan.
- Rao, A. R., & Hamed, K. H. (2000). *Flood Frequency Analysis*. Boca Raton: CRC Press.
- Sanjaya S. (2015). *Cikapundung Streamflow Forecast Modeling Using Support Vector Machine*. International Conference on Civil Engineering and Infrastructure 2015. Makassar: Unpublished
- Soewarno (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid 1*. Penerbit Nova: Bandung

Sertifikat

Pertemuan Ilmiah Tahunan PIT HATHI XXXII

Malang, 6 - 8 Nopember 2015

diberikan kepada

Stephen Sanjaya, ST

sebagai

Penyaji



HIMPUNAN
AHLI TEKNIK HIDRAULIK
INDONESIA

Ketua Umum HATHI

Ir. Mudjiadi, M.Sc, PU-SDA

KTA 021208

Ketua HATHI Cabang Malang

Ir. Ulie Mospar Devanto, MT., PMA-SDA

KTA 060568