

Analisa Pengaruh dan Sebaran Peluang yang Tepat untuk Stasiun Pengamat Curah Hujan di Wilayah Minahasa

Arnetha Sari Raintung

ABSTRAK

Analisis hidrologi sangat penting berperan dalam perancangan suatu bangunan air dan data curah hujan yang ada berpengaruh pada hasil analisis hidrologi yang dilaksanakan. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data curah hujan maksimum tahunan dari stasiun-stasiun pengamat curah hujan yang ada di Wilayah Minahasa. Dari 109 stasiun pengamat curah hujan yang ada, kemudian didapat 24 stasiun pengamat curah hujan yang alatnya masih berfungsi dengan baik dan memiliki data pengamatan 10 tahun atau lebih menurut kala ulangnya.

Data curah hujan yang ada diuji menggunakan analisa data outlier, uji ketidakadaan trend, stasioner dan persistensi. Sehingga menghasilkan data yang handal untuk analisis hidrologi selanjutnya. Uji kecocokkan menggunakan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov untuk masing-masing sebaran yang dihasilkan. Dari 24 stasiun yang ada pada umumnya mengikut sebaran Perarson III dan Log Pearson III. Dengan ini didapat curah hujan rencana pada masing-masing stasiun pengamat curah hujan dengan kala ulang tertentu baik grafis dan analitis

Kata Kunci: Data Curah Hujan, Stasiun Pengamat Curah Hujan, Uji

1.1. Latar Belakang

Informasi tentang banjir rencanan semakin terasa dibutuhkan untuk berbagai keperluan pembangunan, misalnya saja untuk keperluan perencanaan teknik bangunan air. Semuanya harus dapat dipertanggungjawabkan oleh para perencana. Di dalam analisis hidrologi terhadap curah hujan dikenal beberapa tipe sebaran peluang yang umum digunakan. Masing-masing tipe sebaran peluang tersebut memiliki sifat khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistic masing-masing sebaran peluang tersebut. Pemilihan sebaran yang tidak benar dapat menimbulkan kesalahan perkiraan yang cukup besar. Dengan demikian bahwa

Pengambilan salah satu sebaran secara sembarangan untuk analisis tanpa pengujian data hidrologi sangat tidak dianjurkan. Curah hujan rencana adalah besarnya curah hujan sesuai dengan kala ulang perencanaan. Dalam perancangan hamper selalu diandalkan kesamaan curah hujan rencana dengan banjir rencanan yang diakibatkannya. Untuk menghitung curah hujan rencana diperlukan suatu sebaran peluang yang tepat untuk setiap data curah hujan yang didapat dari stasiun pengamat curah hujan.

Masing-masing stasiun pengamat curah hujan memiliki data curah hujanyang perlu dilakukan suatu analisa dan pengujian untuk kemudian mendapatkan satu sebaran

yang tepat supaya dapat digunakan dalam perancangan.

Perumusan Masalah

Melihat pentingnya curah hujan rencana dalam perancangan, maka perlu untuk menguji setiap data curah hujan dari stasiun pengamat curah hujan yang kemudian diolah menjadi data siap pakai untuk mendapatkan sebaran yang tepat pada masing-masing stasiun curah hujan di daerah studi. Sebaran peluang yang dipilih dapat digunakan dalam perencanaan.

Pembatasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini yang akan dibahas mengenai sebaran peluang curah hujan harian maximum tahunan untuk mendapatkan curah hujan rencanan dengan kala ulang tertentu sesuai dengan pecatatan data yang diperoleh. Data curah hujan berasal dari stasiun pengamat curah hujan yang berada di 4 kabupaten yaitu: Minahasa, Minahasa Selatan, Minahasa Utara, dan Minahasa Tenggara serta 3 Koa yaitu Manado, Tomohon dan Bitung.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kualitas data dari masing-masing stasiun pengamat curah hujan di daerah studi.
2. Menentukan sebaran yang tepat untuk masing-masing stasiun pengamat curah hujan dan menghasilkan curah hujan rencana untuk suatu periode ulang tertentu di daerah studi.
3. Menentukan luas pengaruh dari masing-masing stasiun pengamat curah hujan di daerah studi.

Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan informasi tentang stasiun-stasiun pengamat curah hujan

yang masih aktif dan memiliki data curah hujan berkala yang dapat digunakan dalam perancangan bangunan air khususnya di daerah studi.

2. Perencanaan dapat mengetahui luas pengaruh dari masing-masing stasiun pengamat curah hujan yang ada dan dapat menggunakan sebaran peluang yang telah dihasilkan dalam perencanaan.
3. Dapat mengetahui curah hujan rencana masing-masing stasiun pengamat curah hujan dengan kala ulang tertentu di daerah studi.

LANDASAN TEORI

Siklus air atau **siklus hidrologi** adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Pemanasan air laut oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara terus menerus. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es dan salju (sleet), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah.

Daerah Aliran Sungai disingkat DAS ialah suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air yang berasal dari air hujan yang jatuh, terkumpul dalam kawasan tersebut. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai. Air Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut.

Air pada DAS merupakan aliran air yang mengalami siklus hidrologi secara alamiah. Selama berlangsungnya daur hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti tersebut, air tersebut akan tertahan (sementara) di sungai, danau/waduk, dan dalam tanah sehingga akan dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup.

Air hujan yang dapat mencapai permukaan tanah, sebagian akan masuk (terserap) ke dalam tanah (infiltrasi), sedangkan air yang tidak terserap ke dalam tanah akan tertampung sementara dalam cekungan-cekungan permukaan tanah (*surface detention*) untuk kemudian mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah (*runoff*), untuk selanjutnya masuk ke sungai. Air infiltrasi akan tertahan di dalam tanah oleh gaya kapiler yang selanjutnya akan membentuk kelembaban tanah. Apabila tingkat kelembaban air tanah telah cukup jenuh maka air hujan yang baru masuk ke dalam tanah akan bergerak secara lateral (horizontal) untuk selanjutnya pada tempat tertentu akan keluar lagi ke permukaan tanah (*subsurface flow*) yang kemudian akan mengalir ke sungai.

Hujan rata-rata tentunya dinyatakan dalam angka-angka sesuai dengan data rata-rata suatu daerah tangkapan air hujan. Untuk menentukan besarnya hujan rata-rata DAS sering digunakan 3 cara atau metode yaitu seperti uraian berikut.

METODE ARITMATIK (RATA-RATA ALJABAR)

Dengan menggunakan metode Aritmatik, curah hujan rata-rata DAS dapat ditentukan dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran untuk suatu periode tertentu dan membaginya dengan banyaknya stasiun pengukuran.

Metode ini dapat dipakai pada daerah datar dengan jumlah stasiun hujan relatif banyak, dengan anggapan bahwa di DAS tersebut sifat hujannya adalah merata (uniform) Secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

dengan:

p = curah hujan rata-rata,
 p_1, p_2, \dots, p_n = curah hujan pada setiap stasiun,
 n = banyaknya stasiun curah hujan.

Metode ini sangat sederhana dan mudah diterapkan, akan tetapi kurang memberikan hasil yang teliti mengingat tinggi curah hujan yang sesungguhnya tidak mungkin benar-benar merata pada seluruh DAS. Utamanya di wilayah tropis termasuk Indonesia, sifat distribusi hujan menurut ruang sangat bervariasi, sehingga untuk suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang relatif besar, metode Aritmatik tidak cocok untuk digunakan.

METODE POLIGON THIESEN

Dalam metode poligon Thiessen, curah hujan rata-rata didapatkan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian setiap stasiun penakar hujan akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup luas tertentu. Cara ini dipandang lebih baik dari cara rerata aljabar (Aritmatik), yaitu dengan memasukkan faktor luas areal yang diwakili oleh setiap stasiun hujan. Jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poligon dengan besar curah hujan di stasiun dalam poligon tersebut dibagi dengan luas daerah seluruh DAS akan menghasilkan nilai curah hujan rata-rata DAS. Prosedur hitungan dari metode ini dilukiskan pada persamaan-persamaan berikut:

$$p = \frac{A_1 \cdot p_1 + A_2 \cdot p_2 + \dots + A_n \cdot p_n}{A_{total}}$$

dengan:

p = curah hujan rata-rata,

p_1, p_2, \dots, p_n = curah hujan pada setiap stasiun,

A_1, A_2, \dots, A_n = luas yang dibatasi tiap poligon atau luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, ..., n.

Nilai perbandingan antara luas poligon yang mewakili setiap stasiun terhadap luas total Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut disebut sebagai faktor bobot Thiessen untuk stasiun tersebut. Dengan demikian cara ini dipandang lebih baik dari cara rerata aljabar karena telah memperhitungkan pengaruh letak penyebaran stasiun penakar hujan. Metode ini cocok untuk menentukan hujan rata-rata dimana lokasi hujan tidak banyak dan tidak merata.

METODE ISOHYET

Metode ini menggunakan pembagian DAS dengan garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama besar (isohyet). Curah hujan rata-rata di daerah aliran sungai didapatkan dengan menjumlahkan perkalian antara curah hujan rata-rata di antara garis-garis isohyet dengan luas daerah yang dibatasi oleh garis batas DAS dan dua garis isohyet, kemudian dibagi dengan luas seluruh DAS.

Cara ini mempunyai kelemahan yaitu apabila dikerjakan secara manual, dimana setiap kali harus menggambarkan garis isohyet yang tentunya hasilnya sangat tergantung pada masing-masing pembuat garis. Unsur subyektivitas ini dapat dihindarkan dengan penggunaan perangkat lunak komputer yang dapat menghasilkan gambar garis isohyet berdasarkan sistem interpolasi grid, sehingga hasilnya akan sama untuk setiap input data di masing-masing stasiun hujan. Ilustrasi hitungan hujan rerata DAS dengan menggunakan metode isohyet

dapat kita lihat pada Contoh Soal dan Penyelesaian. Persamaan dalam hitungan hujan rata-rata dengan metode isohyet dapat kita rumuskan seperti berikut:

$$p = \left(\frac{A_1}{A_{total}} \times \frac{(p_1 + p_2)}{2} \right) + \left(\frac{A_2}{A_{total}} \times \frac{(p_2 + p_3)}{2} \right) + \dots + \left(\frac{A_n}{A_{total}} \times \frac{(p_n + p_{n+1})}{2} \right)$$

dengan:

p = curah hujan rata-rata,

p_1, p_2, \dots, p_n = besaran curah hujan yang sama pada setiap garis isohyet,

A_t = luas total DAS ($A_1 + A_2 + \dots + A_n$)

Dalam praktek pemakaian hitungan hujan DAS tersebut, banyak digunakan cara kedua atau metode Poligon Thiessen karena dipandang lebih praktis dengan hasil yang cukup baik.

Analisa Data Outlier

Outlier (pencilan) merupakan pengamatan yang tidak lazim (aneh) dalam variabel prediktor (X) atau variabel respon (Y). Keanean pada variabel X disebut leverage dan keanehan pada variabel Y disebut outlier. Outlier dapat dideteksi dengan pengujian standar residual (menggunakan grafis). Untuk keperluan analisis, outlier harus dibuang agar tidak mengganggu.

Uji Kesesuaian Ditrubusi

a. Uji Chi-Kuadrat Uji Chi-Kuadrat bertujuan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang telah dianalisis. Pengambilan keputusan uji Chi-Kuadrat menggunakan parameter (Suripin, 2004).

b. Uji Smirnov Kolmogorov Uji kecocokan Smirnov Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara frekuensi kumulatif eksperimental dan distribusi teoritis yang diasumsikan.

Persamaan Sebaran

Persamaan sebaran yang digunakan adalah persamaan sebaran normal, Sebaran Log-normal, Sebaran Gumbel, Sebaran Pearson III dan Sebaran Log-Pearson III.

Analisa Pengaruh Stasiun Pencatat Curah Hujan

Stasiun pengamat curah hujan memiliki pengaruh masing-masing pada wilayah sekitar dimana stasiun tersebut berada. Dalam hal ini 24 stasiun pengamat curah hujan yang menjadi daerah studi yang tersebar di 3 kota dan 4 kabupaten di Propinsi Sulawesi Utara.

Tabel Luas Pengaruh Stasiun Pengamat Curah Hujan daerah studi.

No.	Sungai - Tempat	Luas Pengaruh Stasiun (Km ²)
1	DAS Pentu-Pinaling	348,48
2	DAS Malalayang-Tinoor	55,66
3	DAS Malalayang – Kakaskasen	169,40
4	DAS tkala-Rumengkor	60,50
5	DAS Tikala-Kaleosan	24,20
6	DAS Tikala-Sawangan	33,88
7	DAS Noongan-Winebetan	200,86
8	DAS Talawaan-Talawaan	203,28
9	DAS Araren-Pinenek	210,54
10	Stasiun Maritim Bitung	9,68
11	Stasiun Kayuwatu	82,28

12	Stasiun SHB Tombatu	650,98
13	Stasiun Samratulangi	174,24
14	Stasiun Aertembaga	55,66
15	Stasiun Winangun	53,24
16	Stasiun Danowudu	169,40
17	Stasiun Aermadidi	188,76
18	Stasiun Tanawangko	225,06
19	Stasiun Ratahan	387,2
20	Stasiun Tondano	251,68
21	Stasiun Wasian Kakas	317,02
22	Stasiun Kalasey	50,82
23	Stasiun Tenga	546,92

Hasil dan Pembahasan

1. Masing-masing stasiun pengamat curah hujan mempunyai luas pengaruh terhadap daerah dimana stasiun itu ditempatkan dan sekitarnya.
2. Untuk analisa data outlier dari 24 stasiun ada 8 stasiun yang memiliki data outlier dan 16 stasiun lainnya tidak memiliki data outlier.
3. Didalam pengujian terhadap tren, stasioner dan persistensi untuk setiap kumpulan data masing-masing stasiun dan hipotesis statistic yang dibuat pada derajat kepercayaan tertentu tidak dapat ditolak , ada 3 stasiu dengan jumlah data masing-masing menolak hipotesis yang sudah dibuat.
4. Didalam Uji Coba Kecocokan ada 15 stasiun yang menggunakan 2 uji yaitu Uji Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi-Kuadrat dan 9 stasiun lainnya hanya 1 uji yaitu Uji Smirnov-Kolmogorov.

5. Dari Masing-masing stasiun didapat sebaran untuk setiap stasiun di daerah studi.

No.	Sungai - Tempat	Sebaran Peluang yang digunakan
1	DAS Pentu-Pinaling	Log-Pearson III
2	DAS Malalayang-Tinoor	Pearson III
3	DAS Malalayang – Kakaskasen	Log-Pearson III
4	DAS Tikala-Rumengkor	Log-Pearson III
5	DAS Tikala-Kaleosan	Pearson III
6	DAS Tikala-Sawangan	Pearson III
7	DAS Noongan-Winebetan	Log-Pearson III
8	DAS Talawaan-Talawaan	Pearson III
9	DAS Araren-Pinenek	Log-Pearson III
10	Stasiun Maritim Bitung	Pearson III
11	Stasiun Kayuwatu	Pearson III
12	Stasiun SHB Tombatu	Log-Pearson III
13	Stasiun Samratulangi	Log-Pearson III
14	Stasiun Aertembaga	Log-Pearson III
15	Stasiun Winangun	
16	Stasiun Danowudu	Log-Pearson III
17	Stasiun Aermadidi	Pearson III
18	Stasiun Tanawangko	Pearson III
19	Stasiun Ratahan	Pearson III

20	Stasiun Tondano	Log-Pearson III
21	Stasiun Wasian Kakas	Log-Pearson III
22	Stasiun Kalasey	Log-Pearson III
23	Stasiun Tenga	Log-Pearson III

Penutup

Kesimpulan

1. Tidak Semua stasiun pengamat curah hujan yang ada di Wilayah Minahasa diteliti, karena tidak semua stasiun yang masih aktif dan memiliki data 10 tahun atau lebih.
2. Kualitas data curah hujan yang dimiliki 24 stasiun tersebut berbeda-beda.
3. Sebaran peluang yang tepat dari masing-masing stasiun pengamat curah hujan pada umumnya mengikuti sebaran Pearson III dan Log-Pearson III.
4. Curah Hujan rencana dari masing-masing stasiun pengamat curah hujan bergantung pada sebaran peluang yang ada.

Saran

Dari hasil penelitian mengumpulkan data yang dilakukan maka dapat disarankan bahwa perlu dilakukan beberapa perbaikan pada beberapa stasiun pengamat curah hujan yang sudah tidak aktif lagi dan perlu dilakukan penelitian sebaran peluang tiap 10 tahun.

Daftar Pustaka

- Anonimous, 1995. Hydrology, Kursus “Sabo Engineering”. Yogyakarta.
- Pasla W. M. P. 2000. Sebaran Peluang yang tepat untuk curah hujan dari beberapa stasiun hujan di Manado.

Skripsi Teknik Sipil UNSRAT
Manado.

Soemarto C. D. 1995. Hidrologi Teknik.
Cetakan kedua. Erlangga. Jakarta

Sri Harto Br. 1993. Analisis Hidrologi.
Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Sumarauw J. Materi Kuliah tentang
Analisis Hidrologi untuk
Perencanaan Drainase.

Wanny Adidarma. 1991. Sebaran Peluang
Yang Tepat untuk Banjir. Jurnal
Pengairan No. 18. Jakarta