

ANALISIS DAN PEMETAAN ISOHYET CURAH HUJAN BERBAGAI PERIODE ULANG TAHUN (PUH) DAS CITANDUY HULU**Pengki Irawan¹⁾, Hendra²⁾, Jazaul Ikhsan³⁾, Sri Atmaja⁴⁾, Novia Komala Sari⁵⁾**^{1,2,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi^{3,4}Universitas Muhammadiyah Yogyakartae-mail: irawan@unsil.ac.id**Abstrak**

DAS Citanduy merupakan salah satu daerah aliran sungai di Jawa Barat yang kondisinya kritis. DAS Citanduy mempunyai luasan 352,080 ha dan terdiri lima (5) sub DAS yaitu Citanduy Hulu (74,800 ha), Cimuntur (60,500 ha), Cijolang (48,030 ha), Ciseel (96,500 ha) dan Cikawung (72,250 ha). Dilihat dari administrasi wilayah DAS Citanduy berada di 6 kabupaten yaitu Kabupaten Tasikmalaya, Ciamis, Majalengka, Kuningan, Garut dan Cilacap. DAS Citanduy Hulu terletak pada hulu DAS Citanduy yang secara geografi terletak pada $7^{\circ} 7' - 7^{\circ} 17' \text{ LS}$ dan $108^{\circ} 4' - 108^{\circ} 24' \text{ BT}$. Luas DAS Citanduy Hulu sekitar 72.409,5 ha. Panjang rata-rata sungai utama sekitar 7,4 km dengan gradien 1,02 % (agak rendah). Penelitian ini bertujuan menganalisis hidrologi curah hujan dari berbagai Pos penakar hujan di DAS Citanduy Hulu, membuat peta isohyet curah hujan berbagai periode ulang tahun di DAS Citanduy Hulu. Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dapat dipetakan secara digital curah hujan yang ada di DAS Citanduy Hulu baik periode 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun dan 1000 tahun. Dengan adanya peta tsb akan memudahkan penelitian dan kajian hydrologi di DAS Citanduy Hulu. Metode yang digunakan adalah dimulai dari uji kepenggahan data, analisis frekuensi hujan, perencanaan intensitas hujan rancangan hingga pemetaan menggunakan software ArcGIS 10.5. hasil analisis berupa peta ishyet hujan rencana di DAS Citanduy periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun dan 1000 tahun. Hasil ini sangat penting untuk perencanaan bangunan air, kemandan terhadap banjir hingga potensi bencana hidrologi.

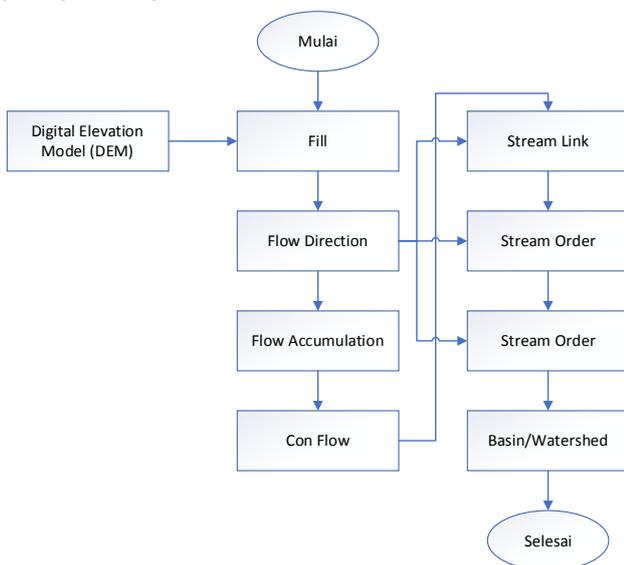
Kata Kunci : analisis frekuensi, DAS Citanduy Hulu, hidrologi, isohyet.**Abstract**

The Citanduy watershed is one of the watersheds in West Java which is in critical condition. The Citanduy watershed has an area of 352,080 ha and consists of five (5) sub-watersheds, namely Citanduy Hulu (74,800 ha), Cimuntur (60,500 ha), Cijolang (48,030 ha), Ciseel (96,500 ha) and Cikawung (72,250 ha). Judging from the administration of the Citanduy watershed, there are 6 districts, namely Tasikmalaya, Ciamis, Majalengka, Kuningan, Garut and Cilacap districts. The Hulu Citanduy Watershed is located in the upstream of the Citanduy Watershed which is geographically located at $7^{\circ} 7' - 7^{\circ} 17' \text{ South Latitude}$ and $108^{\circ} 4' - 108^{\circ} 24' \text{ East Longitude}$. The area of the Upper Citanduy Watershed is around 72,409.5 ha. The average length of the main river is about 7.4 km with a gradient of 1.02% (rather low). This study aims to analyze the hydrology of rainfall from various rain gauge posts in the Upper Citanduy watershed, to create a rainfall isohyet map for various birthday periods in the Upper Citanduy watershed. The benefit that can be obtained from this research is that the rainfall in the Upper Citanduy watershed can be digitally mapped for periods of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, 50 years, 100 years, 200 years and 1000 years. This map will facilitate research and studies on hydrology in the Upper Citanduy watershed. The method used is starting from the data resilience test, analysis of the frequency of rain, planning the rain intensity design to mapping using ArcGIS 10.5 software. The results of the analysis are in the form of rain plan ishyet map in the Citanduy watershed with a return period of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, 50 years, 100 years, 200 years and 1000 years. These results are very important for water construction planning, flood safety and potential hydrological disasters.

Keywords: frequency analysis, Upper Citanduy Watershed, hydrology, isohyet.

titik stasiun yang ditinjau [5]. Daerah ini umumnya dibatasi oleh topografi yang berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan [5].

Analisis batas DAS dilakukan dengan aplikasi GIS. Input data dari *Digital Elevation Model* (DEM) ke ArcGIS 15.1, dengan mengikuti diagram alir yang disajikan pada Gambar 1 akan didapatkan bentuk DAS Citanduy Hulu beserta jaringan sungai dalam DAS tsb.



Gambar 2. Diagram Alir Penentuan Batas DAS

Analisis Perbaikan dan Uji Konsistensi Data

Pengukuran curah hujan sering mengalami masalah. Seperti tidak tercatatnya data hujan karena rusaknya alat atau kesalahan pengamatan, maupun karena adanya perubahan kondisi di lokasi pencatatan selama suatu periode pencatatan. Data hujan yang hilang di suatu stasiun dapat diisi dengan nilai perkiraan berdasar data dari stasiun-stasiun di sekitarnya [4].

Perbaikan data curah hujan antara lain dengan metode : perbandingan normal dan Reciprocal method [5][6]. Sedangkan uji konsistensi data dilakukan untuk melihat tingkat kesalahan data yang tercatat pada stasiun penakar [7][8]. Beberapa metode yang digunakan untuk uji konsistensi data antara lain adalah metode masa kurva ganda dan Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) [5][7][8].

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi merupakan prakiraan

dalam arti memperoleh probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit/curah hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi [8][9][10].

Perhitungan curah hujan rencana akan dilakukan terhadap data curah hujan maksimum tahunan dan akan dihitung dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000 tahun. Metode yang digunakan untuk melakukan analisis distribusi frekuensi curah hujan harian terhadap nilai rata-rata tahunannya dalam periode ulang tertentu menggunakan distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson III [11].

Tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variat di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut dengan pengukuran variabilitas atau pengukuran dispersi [12]. Beberapa macam cara dalam pengukuran dispersi diantaranya adalah

1. Rata-rata
2. Simpangan Baku
3. Koefisien Variasi
4. Koefisien Skewnes
5. Koefisien kurtosis

Uji Sebaran Distribusi

Menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Metode yang digunakan antara lain adalah Uji Chi Kuadrat dan Metode Smirnov Kolmogrov[13].

Intensitas Hujan

Perhitungan debit banjir rencana, perlu didapatkan harga suatu intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan tersebut dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau [14].

Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan yang meliputi daerah yang luas jarang sekali memiliki intensitas yang

tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi yang cukup panjang. Kombinasi dari intensitas curah hujan yang tinggi dengan durasi yang panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit [15].

Analisis hubungan dua parameter hujan yang penting berupa intensitas curah hujan dan durasinya dapat dihubungkan secara statistik dengan suatu frekuensi kejadiannya. Penyajian secara grafik hubungan ini adalah berupa kurva Intensity Duration Frequency (IDF) [16].

Hujan Wilayah

Hujan kawasan merupakan hujan rencana yang akan dianalisis dari data Pos Curah Hujan (PCH) yang ada di sekitar DAS [4][12]. Hujan kawasan pada DAS dapat dianalisis dengan beberapa metode, diantaranya adalah rerata aritmatika, Poligon Thiessen, isohyet dan hujan titik. Pemilihan metode sangat tergantung pada karakteristik luas DAS, topografi DAS dan ketersediaan data yang ada [17]. Berikut metode yang digunakan untuk hujan rencana dalam kawasan DAS [13][14][17]:

1. Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)

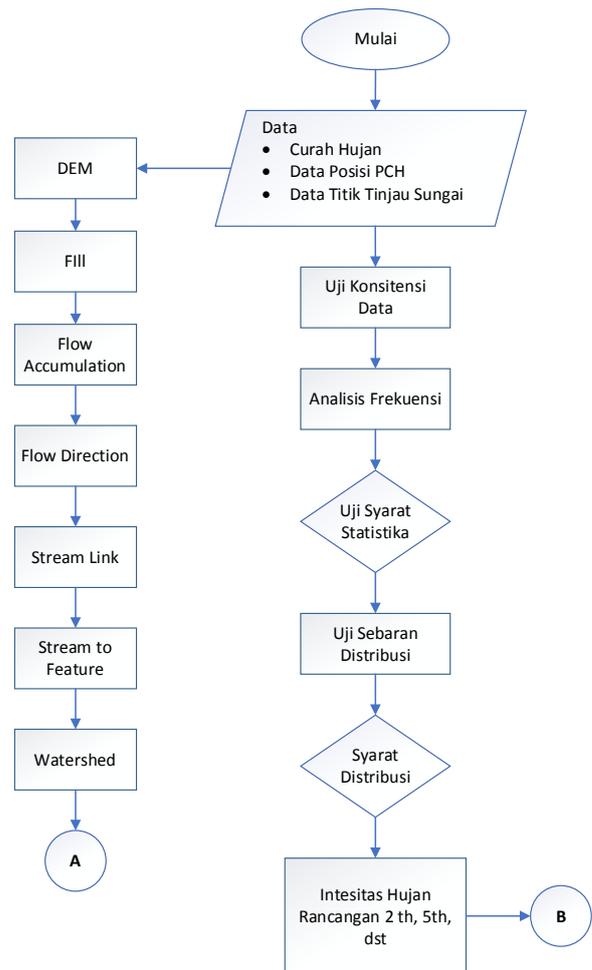
$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n}$$

2. Metode Thiessen

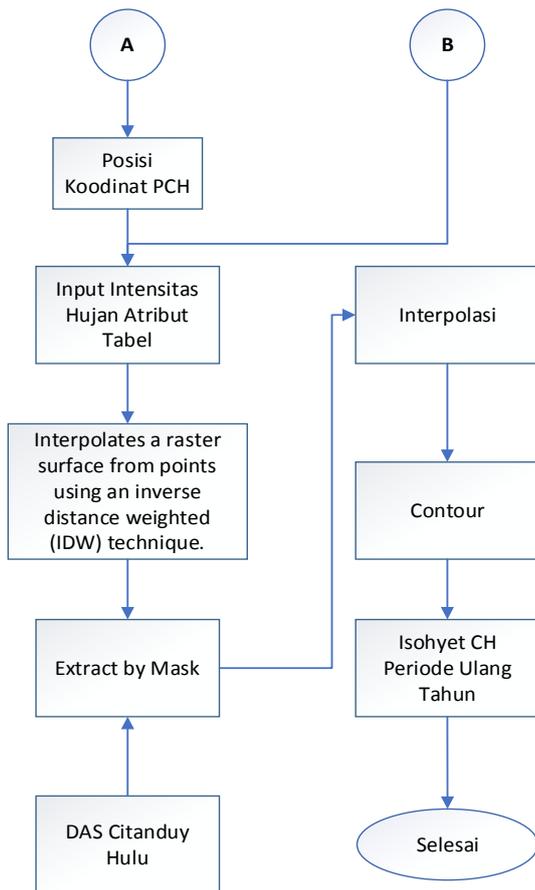
$$\bar{p} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + A_3 P_3 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

3. Metode Isohyet

$$p = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + A_3 \frac{I_3 + I_4}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

Tabel 1. Distribusi Data Curah Hujan pada Masing– masing PCH yang digunakan

No	Stasiun Hujan	Tahun																
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	PCH Bojong Gambir																	
2	PCH Cimulu																	
3	PCH Cisaat																	
4	PCH Cisolok																	
5	PCH Gn. Satria																	
6	PCH Kawalu																	
7	PCH Lanud																	
8	PCH Taraju																	
9	PCH Ciamis																	
10	PCH Cigede																	
11	PCH Rancah																	
12	PCH Tejakalapa																	
13	PCH Singaparna																	

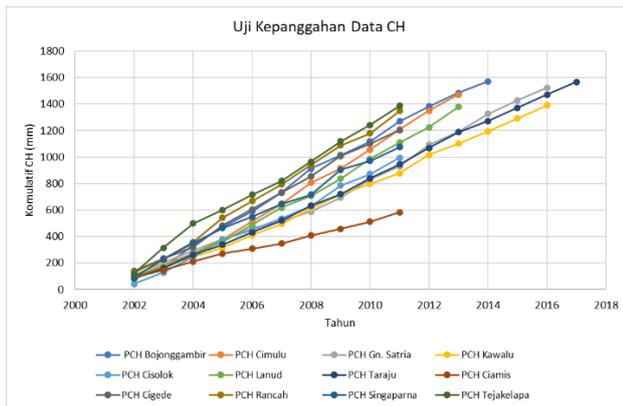
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan Data Curah Hujan

Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengamatan hujan dan debit dari Pos Curah Hujan (PCH) yang terletak di sekitar DAS Citanduy. Pos Curah Hujan (PCH) yang diambil pada penelitian ini adalah 15 stasiun hujan (Tabel 1).

Uji Kepangghahan

Setiap data hujan selalu melekat sifat ketidak pastian (*uncertainty*), untuk itu diperlukan uji konsistensi data (uji kepangghahan) [19; 20; 23]. Uji konsistensi data dilakukan dengan metode massa kurva ganda. Hasil uji kepangghahan data curah hujan disajikan pada gambar berikut:



Gambar 5. Uji Kepanggahan Data Curah Hujan Masing-masing Stasiun Hujan

Berdasarkan Gambar 5, masing-masing PCH memiliki data yang konsisten. Grafik komulatif memperlihatkan garis linear dan tidak terjadi perubahan gradien garis yang signifikan. Data CH yang konsisten (pangah) akan mengakibatkan sebaran distribusi pada uji sebaran distribusi smirnov kolmogrov dan chi square dan syarat statistika pada tahap analisis frekuensi akan terpenuhi. Jika data CH sudah konsisten, proses pengolahan mudah dilakukan pada tahap analisis frekuensi dan uji distribusi [9]

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi merupakan prakiraan dalam arti memperoleh probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit/curah hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi [19]. Debit di sungai tidak tersedia, maka dilakukan analisis frekuensi CH wilayah. Analisis frekuensi digunakan antara lain metode Normal, Gumble, Log Normal dan Log Pearson Tipe III. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2 – Tabel 3.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi yang Memenuhi Syarat Statistika

No	PCH	Distribusi yang Dipakai
1	PCH Bojongsambir	LP III
2	PCH Cimulu	LP III
3	PCH Gn. Satria	Log Normal
4	PCH Kawalu	LP III
5	PCH Cisolok	LP III
6	PCH Lanud	LP III
7	PCH Taraju	Normal
8	PCH Ciamis	Gumble

No	PCH	Distribusi yang Dipakai
9	PCH Cigede	Gumble
10	PCH Rancah	Gumble
11	PCH Singaparna	Gumble
12	PCH Tejakelapa	Gumble

Analisis frekuensi Metode Normal dan Gumble menunjukkan hasil antara lain koefisien skewnes dan koefisien kurtosis. Parameter skewnes dan kurtosis menunjukkan parameter kecocokan data yang akan disesuaikan dengan syarat statistik masing-masing metode analisis frekuensi [5][6]. Hanya parameter yang memenuhi syarat saja yang akan dipakai untuk tahap uji distribusi.

Analisis frekuensi Metode Log Normal dan Log Pearson Tipe III didapatkan data parameter koefisien skewnes, koefisien kurtosis dan koefisien variansi. Parameter Cs, Ck dan Cv akan menjadi syarat metode memenuhi syarat statistik atau tidak berdasarkan kriteria yang ditetapkan [14].

Hasil parameter koefisien Cs, Ck dan Cv yang didapatkan pada analisis frekuensi, dilakukan analisa kecocokan syarat statistik sehingga mendapatkan kecocokan dan analisis frekuensi yang akan diuji distribusi.

Analisis Sebaran Distribusi

Analisis sebaran distribusi dilakukan dengan metode Chi Square dan Smirnov Kolmogrov. Uji chi kuadrat merupakan pengujian terhadap perbedaan antara data sampel dan distribusi probabilitas. Pada pengujian smirnov-kolmogorov, data terlebih dahulu dan diurutkan, lalu dihitung probabilitasnya. Tiap data selanjutnya dihitung probabilitas secara teoritis pada masing-masing distribusi [17]. Berdasarkan hasil analisis metode Chi square, didapatkan data data bahwa semua PCH yang ada memenuhi syarat terdistribusi, dimana C^2 hitung lebih kecil dari C_{kritis}^2 .

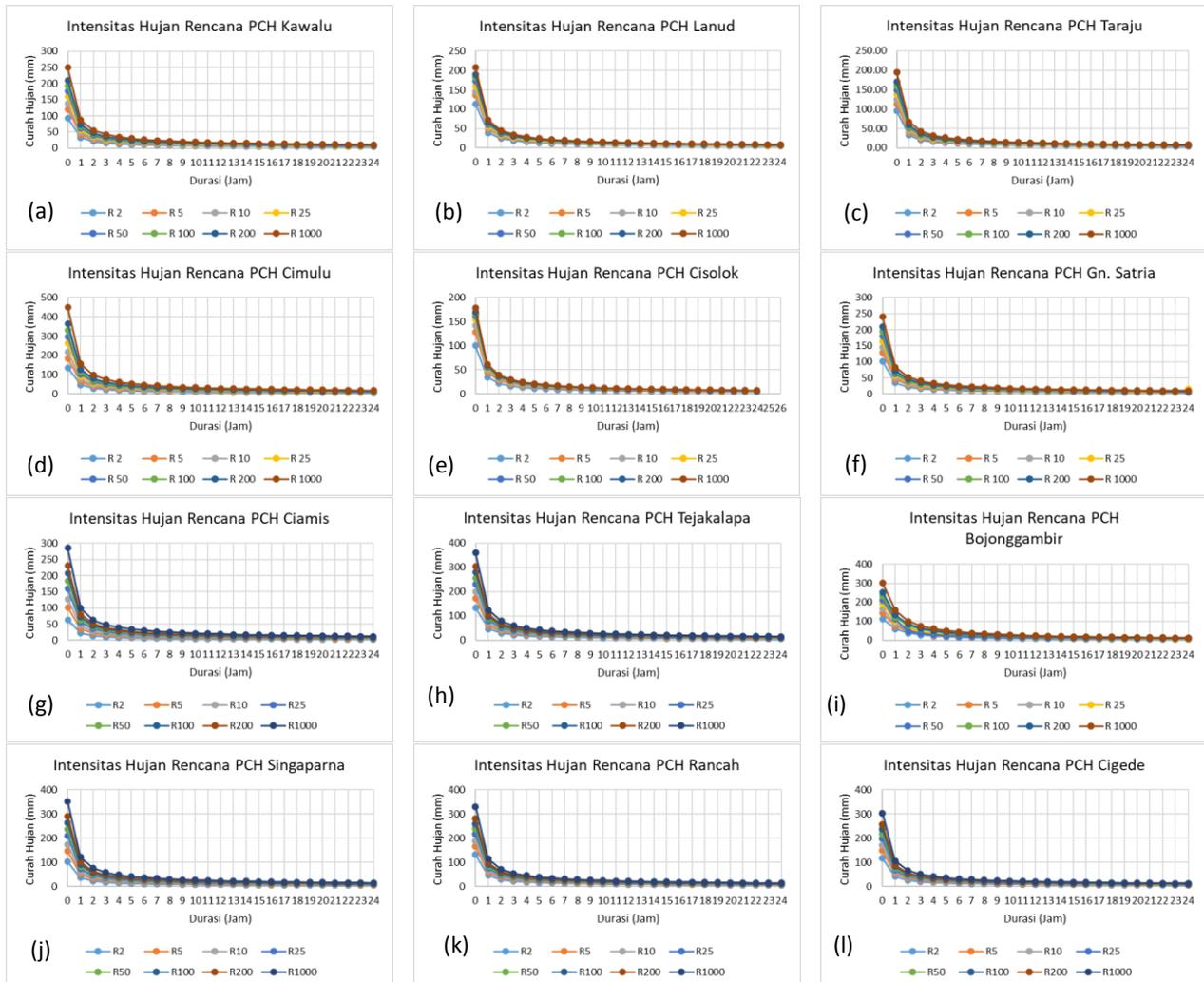
Hasil uji Smirnov Kolmogrov didapatkan juga hasil bahwa semua PCH yang ada memenuhi syarat, dimana D_{max} hitung lebih rendah dari D_{kritis} . Hasil ini menunjukkan data curah hujan yang ada semuanya memenuhi syarat baik syarat statistika dan syarat distribus.

Intensitas Hujan

Intensitas hujan rancangan dihitung dengan menggunakan metode mononobe. Intensitas hujan selama 24 jam disajikan dalam Gambar 5, kemudian disajikan hujan jam-jaman. Wilayah Indonesia

umum digunakan selama 6 – 8 jam. Hujan rancangan disesuaikan dengan syarat distribusi masing-masing PCH. Periode hujan rencana yaitu 2

tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun hingga 1000 tahun. Curah hujan rancangan dan Intensitas hujan DAS Citanduy Hulu disajikan Gambar 6.



Gambar 6. Intensitas Hujan Rancangan di Sekitar DAS Citanduy Hulu (a) PCH Kawalu, (b) PCH Lanud, (c) PCH Taraju, (d) PCH Cimulu, (e) PCH Cisolok, (f) PCH PCH Gunung Satria (g) PCH Ciamis, (h) PCH Rancah, (i) PCH Bojonggambir, (j) PCH Singaparna, (k) PCH Rancah dan (l) PCH Cigede

Isohyet Hujan DAS Citanduy Hulu

Analisis isohyet Curah hujan dibuat dengan menggunakan *Interpolates a raster surface from points using an inverse distance weighted (IDW) technique*. Analisis IDW tersebut menggunakan aplikasi ArcGIS dengan menginputkan data curah hujan masing – masing PCH. Curah hujan yang diinputkan adalah curah hujan periode ulang 2 tahun sampai 1000 tahun.

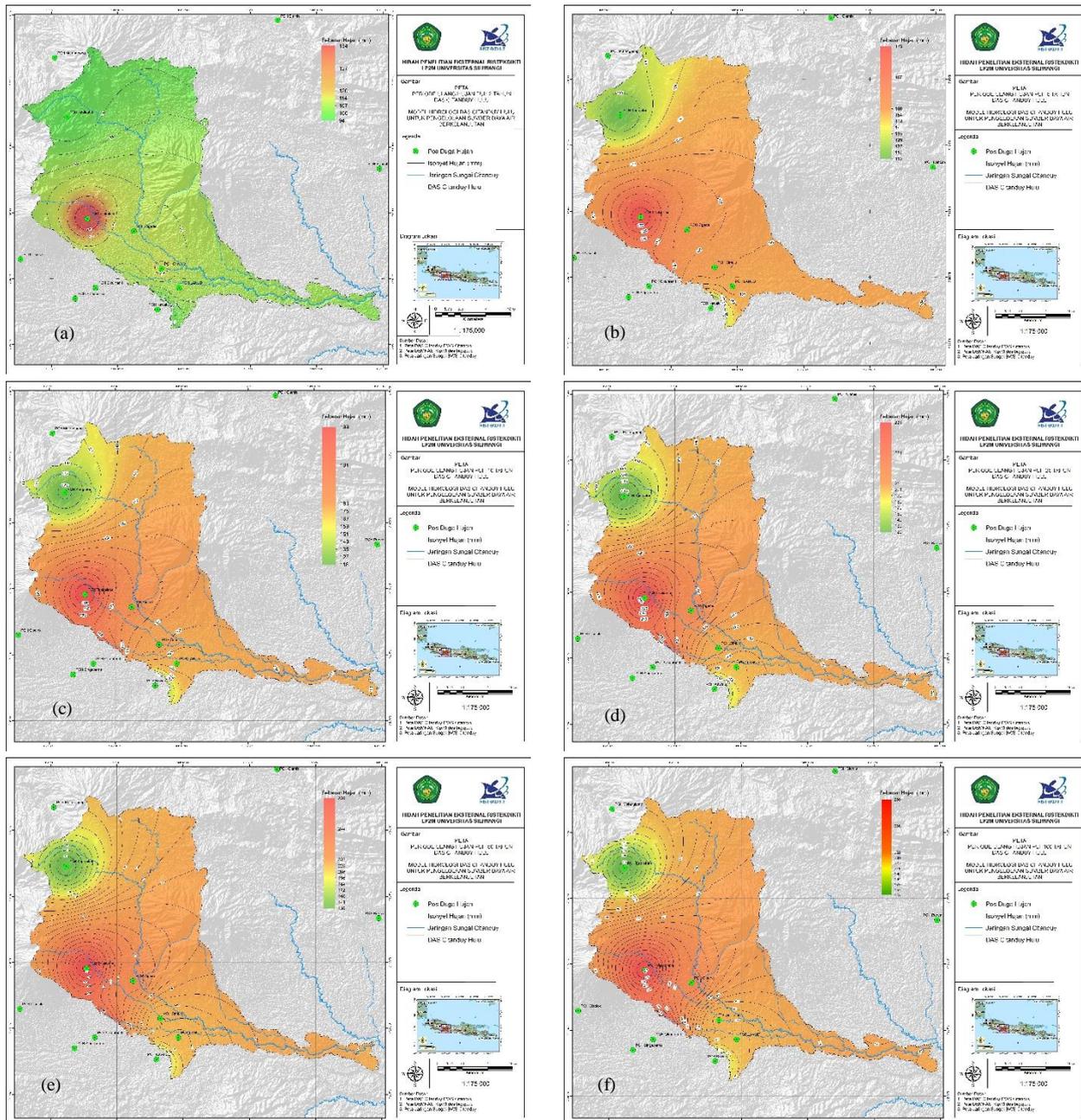
Peta Isohyet DAS Citanduy disajikan pada Gambar 7, terlihat bahwa setiap periode ulang hujan rencana ada dua stasiun hujan yang berpengaruh besar pada DAS Citanduy hulu, yaitu stasiun PCH Tejakalapa dan PCH Kadipaten. Kondisi ini terjadi

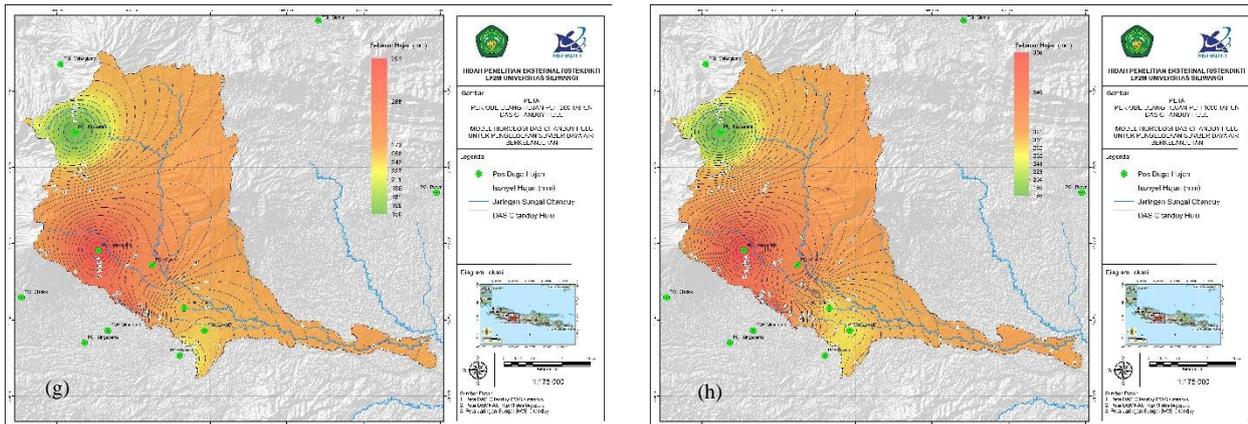
karena curah hujan rencana yang dihasilkan lebih besar dari PCH yang lain. Beberapa PCH yang berada dalam DAS Citanduy Hulu adalah PCH Lanud, Cigede, Cimulu, Teja Kalapa dan PCH Kadipaten. Sedangkan PCH yang lain berada di luas DAS, tetapi dalam analisis isohyet tetap mempengaruhi analisis isohyet yang dihasilkan.

Peta isohyet yang dihasilkan ini dapat dipakai untuk perencanaan bangunan air untuk pengendalian banjir, drainase maupun bangunan air lainnya. Ketersediaan data hujan sangat mempengaruhi peta isohyet yang dihasilkan. Semakin banyak PCH yang diinputkan, semakin rapat dan teliti garis hujan yang dihasilkan. Curah

hujan mempengaruhi debit banjir yang akan direncanakan. Semakin besar intensitas hujan, semakin besar dimensi bangunan yang diperlukan.

Peta isohyet yang dihasilkan masih terdapat anomali pada PCH Kadipaten, dimana curah hujan yang dihasilkan selalu lebih rendah dari PCH yang lain. Jika dilihat dari posisinya, PCH Kadipaten merupakan dataran tinggi dan juga hulu DAS Citanduy. Daerah tersebut juga merupakan daerah tangkapan air bagi DAS Citanduy Hulu.





Gambar 7. Isohyet Curah Hujan Rencana DAS Citanduy Hulu (a) Periode 2 Tahun, (b) Periode 5 Tahun, (c) Periode 10 Tahun, (d) Periode 25 Tahun, (e) Periode 50 Tahun, (f) Periode 100 Tahun, (g) Periode 200 Tahun dan (h) Periode 1000 Tahun

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari Analisis dan Pemetaan Curah Hujan Berbagai Periode Ulang Tahun (PUH) DAS Citanduy Hulu antara lain :

1. Analisis curah hujan telah dilakukan dan didapatkan Intensity Duration Frekuensi (IDF) masing – masing PCH di sekitar DAS Citanduy Hulu
2. Pos Curah Hujan yang yang paling besar dari data yang didapatkan adalah PCH Tejakalapa, dan mempengaruhi isohyets yang dihasilkan
3. Peta Isohyet Curah Hujan DAS Citanduy Hulu telah dibuatkan untuk periode hujan rencana 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun dan 1000 tahun

Saran

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini antara lain:

1. Perlunya penakar hujan otomatis di seluruh Pos Curah Hujan sehingga data kosong atau hilang dapat diminimalisir
2. Data curah hujan yang digunakan perlu dikaji kembali agar tidak ditemukan anomali analisis yang dihasilkan
3. Perlu adanya pengujian atau penelitian lebih lanjut hubungan isohyets hujan yang dihasilkan dengan data debit sungai yang dicatat pada Pos Duga Air (PDA)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Soewandita and N. Sudiana, “Aplikasi Teknologi Bioengineering Jebakan Sedimen Di Sub Das Citanduy Hulu,” *J. Air Indones.*, vol. 5, no. 1, 2018, doi: 10.29122/jai.v5i1.2432.
- [2] A. Yekti, B. Sudarsono, and S. Subiyanto, “Analisis Perubahan Tutupan Lahan Das Citanduy Dengan Metode Penginderaan Jauh,” *J. Geod. Undip*, 2013.
- [3] E. Junaidi and R. Maryani, “Pengaruh Dinamika Spasial Sosial Ekonomi Pada Suatu Lanskap Daerah Aliran Sungai (Das) Terhadap Keberadaan Lanskap Hutan (Studi Kasus Pada Das Citanduy Hulu Dan Das Ciseel, Jawa Barat),” *J. Penelit. Sos. dan Ekon. Kehutan.*, vol. 10, no. 2, pp. 122–139, 2013, doi: 10.20886/jsek.2013.10.2.122-139.
- [4] H. Irawan Pengki, Sari Novia Komala, Hidayat Kurnia Asep, Nursani Rosi, “Bandungan hss snyder -alexeyev, nakayasu dan gamma 1 pada analisis banjir sub das ciliung untuk perencanaan bangunan air,” *J. Siliwangi Seri Sains dan Teknol.*, vol. Vol. 6. No, no. July, 2020.
- [5] T. Bambang, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [6] K. Takeda and S. Sosrodarsono, “Hidrologi untuk Pengairan,” *Ed. Sosrodarsono, S. PT Pradnya Paramita Jakarta*, 2003, doi: 10.2134/jeq2004.2385.
- [7] dan T. Sosrodarsono, S., *Hidrologi untuk Pengairan*. 1978.
- [8] T. C. Upomo and R. Kusumawardani, “Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode Goodness of

- Fit Test,” *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 18, no. 2, pp. 139–148, 2016, doi: 10.15294/jtsp.v18i2.7480.
- [9] A. A. Kafi *et al.*, “Perencanaan Sistem Drainase Pada Pengembangan Ahmad Yani Semarang,” *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 39–49, 2017.
- [10] M. Syafrudin, “Studi Tentang Model Hidrograf Satuan Sintetik Pada Sub Das Bayur Samarinda, Kalimantan Timur,” *J. Geogr. Gea*, 2016, doi: 10.17509/gea.v8i2.1702.
- [11] R. Pujiastuti, S. Suripin, and S. Syafrudin, “Pengaruh Land Subsidence terhadap Genangan Banjir dan Rob di Semarang Timur,” *MEDIA Komun. Tek. SIPIL*, 2016, doi: 10.14710/mkts.v21i1.11225.
- [12] B. Triatmodjo, J. Sujono, and S. Harto, “Pengaruh Kondisi Awal Kelengasan Tanah,” no. 3, pp. 228–239, 2015.
- [13] L.- -, R.- Kusumawardani, and F.- Prakasa, “Analisa Distribusi Curah Hujan di Area Merapi Menggunakan Metode Aritmatika Dan Poligon,” *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, 2017, doi: 10.15294/jtsp.v19i1.9497.
- [14] Z. Lubis and D. K. Sari, “Analisa Debit Banjir Rancangan Dengan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I Pada DAS Kali Blawi Kabupaten Lamongan,” *J. Tek.*, 2013.
- [15] A. Setyawan, A. Puri, and H. Harmiyati, “Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Saluran Drainase Jalan Arifin Ahmad Pada Ruas Antara Jalan Rambutan Dengan Jalan Paus Ujung Di Kota Pekanbaru,” *J. SAINTIS*, 2018, doi: 10.25299/saintis.2018.vol18(2).3187.
- [16] E. R. Amien, R. S. B. Waspodo, B. I. Setiawan, and Rudiyanto, “Aplikasi jaringan syaraf tiruan untuk mengestimasi data curah hujan tahunan yang tidak terekam di DAS Cisadane,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, 2016.
- [17] M. K. Rifan N.S. Lesawengan, Dr. Sri Yulianto Joko Prasetyo, S.Si., “Pemetaan Curah Hujan Menggunakan Metode Isohyet,” *Univ. Kristen Satya Wacana*, 2017.