



Analisis Penyebaran Stasiun Hujan dengan Metode Kagan-Rodda terhadap Debit Banjir Rancangan pada DAS Bila Kabupaten Sidrap

<u>INFO PENULIS</u>	<u>INFO ARTIKEL</u>
Andi Mulyana Sari Universitas Muhammadiyah Makassar andimuliyanasari@gmail.com	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 2 Oktober 2024 http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
Fatima Azzahra Universitas Muhammadiyah Makassar	
Amrullah Mansida Universitas Muhammadiyah Makassar	
Agusalim Universitas Muhammadiyah Makassar	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Sari, A. M., Azzahra, F., Mansida, A., & Agusalim. (2024). Analisis Penyebaran Stasiun Hujan dengan Metode Kagan-Rodda terhadap Debit Banjir Rancangan pada DAS Bila Kabupaten Sidrap. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2), 391-399.

Abstrak

Pola penyebaran stasiun hujan sangat penting untuk menganalisis data debit untuk menghasilkan nilai yang akurat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memeriksa debit banjir rancangan stasiun hujan, serta pola penyebaran stasiun hujan di DAS Bila menggunakan Kagan-Rodda, serta presentase kesalahan relative debit banjir rancangan. Penelitian ini menggunakan metode Kagan-Rodda untuk menilai nilai debit rancangan kesalahan relative sebelum dan setelah penggunaan metode ini. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai debit banjir rancangan sebelum menggunakan metode ini lebih besar daripada kondisi setelah penggunaan metode Kagan-Rodda. Penyebaran stasiun hujan di DAS Bila tergolong relative banyak dimana saat ini terdapat 6 stasiun, Sedangkan menurut WMO cukup diwakili oleh 2 stasiun saja yaitu stasiun Matajang dan stasiun Barukku. Tetapi pada perhitungan kesalahan relative pada DAS bila tidak <5% artinya pola penyebaran stasiun pada DAS Bila tidak memenuhi syarat WMO maka diperlukan penyesuaian pola penyebaran stasiun sehingga dapat memenuhi syarat WMO.

Kata kunci : Stasiun Hujan, Pola Penyebaran, Debit Banjir

Abstract

Analysis Of The Distribution Pattern Of Rain Stations On The Design Flood Discharge Inhe Silbur District Watershed. The distribution pattern of rainfall stations is very important for analyzing discharge data to produce accurate values. The purpose of this study was to examine the design flood discharge of rainfall stations, as well as the distribution pattern of rainfall stations in the Bila watershed using Kagan-Rodda, and the percentage of relative error of the design flood discharge. This study uses the Kagan-Rodda method to assess the design flood discharge value and relative error before and after using this method. The results show that the design flood discharge value before using this method is greater than the condition after using the Kagan-Rodda method. The distribution of rainfall stations in the Bila watershed is relatively large where currently there are 6 rainfall stations, while according to WMO it is sufficient to be represented by only 2 stations, namely Matajang station and Barukku station. However, in calculating the relative error in the watershed if it is not <5%, it means that the distribution pattern of stations in the Bila watershed does not meet WMO requirements, so it is necessary to adjust the distribution pattern of stations so that it can meet WMO requirements.

Keywords: Rain Stations, Flood Discharge, Distribution Patterns

A. Pendahuluan

Secara Analisis hidrologi adalah bagian dari analisis awal perencanaan bangunan air. Bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, gorong-gorong, dan bangunan lainnya termasuk dalam kategori ini. Data curah hujan dan debit diperlukan untuk analisis hidrologi. Hal ini membutuhkan beberapa lokasi hujan dan jumlah stasiun hujan yang tepat.(Prawati & Dermawan, 2018). Untuk menetapkan jumlah hujan yang jatuh di dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), dibutuhkan sejumlah stasiun hujan yang dipasang sedemikian rupa sehingga diperoleh data yang mewakili besaran hujan yang ada pada DAS yang bersangkutan.(Prawati & Dermawan, 2018). Ketelitian pengukuran hujan dipengaruhi oleh jumlah stasiun hujan (rainfall networks) dan pola penyebarannya di dalam DAS. Lokasi stasiun hujan yang tepat, jumlah stasiun hujan, dan pola penyebarannya dapat diidentifikasi untuk mendapatkan data yang tepat.

DAS Bila terletak di kecamatan pitu riase, dengan luas 504 km². Sungai Bila mengalir ke tenggara Penelitian dilakukan di sungai bila, yang terletak pada koordinat 4 ° 52'04"LS - 5 ° 03'04"LS, dan 120° 01'35" - 120° 10'29"BT.(Qadri et al., 2016). Akibat luapan sungai Bila baru-baru ini, masyarakat di daerah aliran das mengalami kerugian karena banjir, terutama di pedesaan dan di kota-kota yang terkena banjir.(Sidrap & Irfan, 2024). Prosedur analisis hidrologi digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan. Prosedur ini didasarkan pada hasil penelitian terhadap data curah hujan dan beberapa sifat fisik DAS (Metode et al., 2020).

Untuk mengidentifikasi banjir rancangan, analisis frekuensi dapat digunakan secara langsung untuk mengidentifikasi banjir rancangan jika data debit di wilayah yang dimaksud mencukupi.(Limantara, 2010). Hal yang perlu diperhatikan mengenai stasiun hujan (Harto, 1993:20 adalah untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS, dengan kerapatan yang ideal, kerapatan yang tidak terlalu tinggi, dan penyebaran stasiun hujan yang mampu menggambarkan variabilitas ruang DAS yang teramati dengan baik (Sarminingsih, 2018).

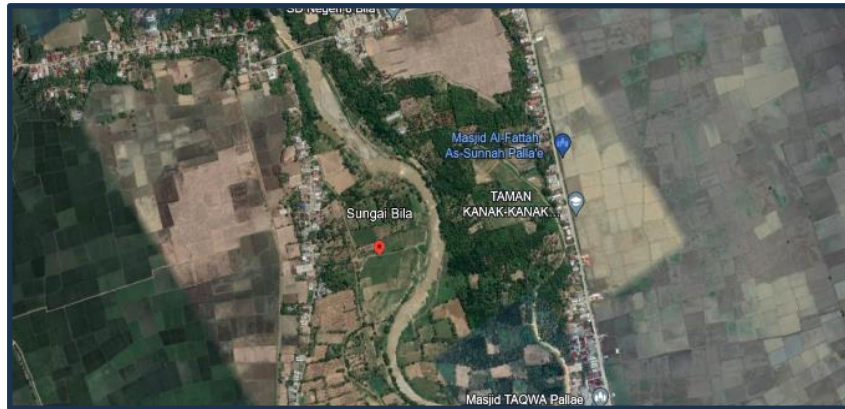
Penelitian ini menggunakan stasiun hujan yang terletak di dekat DAS Bila, yaitu Stasiun Matajang, Barukku, Betao, Bila Riase, Wala, dan Pallae. Analisis penyebaran hujan diperlukan untuk menentukan apakah jumlah stasiun hujan saat ini dapat mewakili kondisi di wilayah penelitian (Gunawan et al., 2023).

Kerapatan jaringan stasiun hujan dapat digambarkan sebagai luas DAS yang diwakili oleh satu stasiun hujan. Tingkat kerapatan hujan yang tinggi sangat memengaruhi ketelitian perkiraan hujan dalam DAS tersebut.(Very Dermawan, 2001) Menurut World Meteorological Organization (WMO), rata-rata kerapatan jaringan stasiun hujan adalah 100 hingga 250 km² per stasiun. (Rodhita, 2012). Rekomendasi stasiun hujan baru telah memenuhi standar WMO (World Meteorological Organization), jadi perhitungan lanjutan dengan menggunakan metode Kagan-Rodda diperlukan untuk memastikan jumlah dan sebaran stasiun hujan yang efektif dan efisien.(et al., 2020)

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat debit banjir rancangan stasiun hujan dan pola penyebaran stasiun hujan di DAS Bila dengan menggunakan Kagan-Rodda.

B. Metodologi

Penelitian ini Terletak pada DAS Bila Kabupaten Sidrap Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi sungai ini terletak di Pegunungan Botto Tallu. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang meliputi data berupa angka untuk mendapatkan informasi yang akurat dianalisis dengan menggunakan persamaan. Sumber Data dalam penelitian ini adalah Data stasiun curah hujan 20 tahun terakhir dari tahun 2001-2020.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan penelitian metode kuantitatif karena data yang meliputi berupa angka sebagai alat untuk menganalisis mengenai hal yang ingin diketahui. Penelitian metode kuantitatif adalah proses pengumpulan data mentah yang akurat diperoleh dari badan atau organisasi lain.

A. Tahapan Penelitian

1. Menganalisis rata-rata curah hujan harian maksimum DAS, menggunakan dua metode yaitu rata-rata aritmatika dan polygon Thiessen..
2. Analisis distribusi frekuensi dengan metode Log Pearson Tipe III, kemudian diuji dengan kesesuaian distribusi statistik Menentukan curah hujan per jam berdasarkan koefisiennya.
3. Uji kecocokan distribusi frekuensi menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof.
4. Analisis curah hujan rancangan menggunakan metode berdasarkan pada persyaratan jenis distribusinya.
5. Menghitung debit banjir rancangan dengan menggunakan metode Hidrograf satuan Sintesis Nakayasu dan Limantara
6. Menghitung koefisiensi korelasi dan hubungan jarak dengan nilai korelasi antar stasiun hujan, kemudian menentukan persamaan garis $r(o)$ dan $d(o)$ dari persamaan regresi yang didapat.
7. Menentukan jumlah stasiun hujan yang dibutuhkan dengan syarat perataan $(Z1) = 5\%$
8. Mengeplot jaringan Kagan-Rodda di atas pada peta DAS dan memilih stasiun yang terdekat dengan titik simpul kagan.

C. Hasil dan Pembahasan

a. Analisis Hujan Rerata

Analisis hujan rerata daerah yang dicari menggunakan Metode Aljabar dan Poligon Thiessen. Ada 6 (enam) stasiun curah hujan digunakan yaitu :Sta. Matajang, Sta. Barukku, Sta. Betao, Sta. Bila Riase. Sta. Wala, Sta. Pallae.

Tabel 1 Penentuan distribusi curah hujan

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	$Cs = 0$ $Ck = 3$	0.14 1.92	tidak memenuhi

3	Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$	0.14 1.92	tidak memenuhi
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v = 3$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 5,383$	0.23 3.09	tidak memenuhi
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel	-0.15 1.12	memenuhi

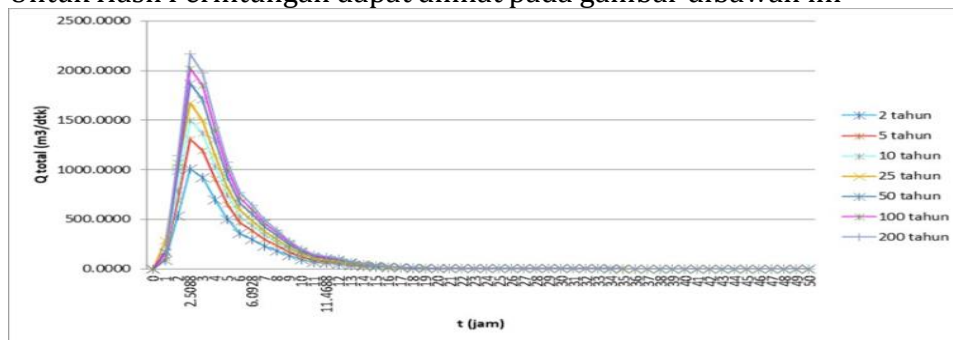
Tabel 2 Hasil perhitungan distribusi curah hujan

No	Kala Ulang (tahun)	Q	Koefisien Pengaliran	Hujan Efektif
1	67.93	0.75	50.95	67.93
2	88.18	0.75	66.14	88.18
3	100.82	0.75	75.62	100.82
4	115.76	0.75	86.82	115.76
5	126.32	0.75	94.74	126.32
6	136.45	0.75	102.34	136.45
7	146.34	0.75	109.76	146.34

b. Analisis Debit banjir

Metode HSS Nakayasu

Untuk Hasil Perhitungan dapat dilihat pada gambar dibawah ini

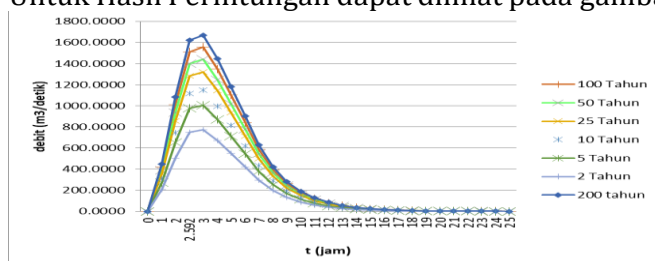


Gambar 2 Hasil banjir rancangan metode hss nakayasu kala ulang semua tahun

Berdasarkan gambar diatas dapat kita lihat bahwa grafik hubungan Q dan t terus meningkat seiring berjalannya waktu hingga mencapai puncak pada puncak di waktu 2.509 jam dan untuk kala ulang 5 tahun debit puncaknya adalah 1374.9157 m³/dtk, untuk kala ulang 10 tahun debit puncaknya adalah 1572.1623 m³/dtk, untuk kala ulang 50 tahun debit puncaknya adalah 1970.0623 m³/dtk, untuk kala ulang 100 tahun debit puncaknya adalah 2128.1640 m³/dtk.

Metode HSS Limantara

Untuk Hasil Perhitungan dapat dilihat pada gambar dibawah ini

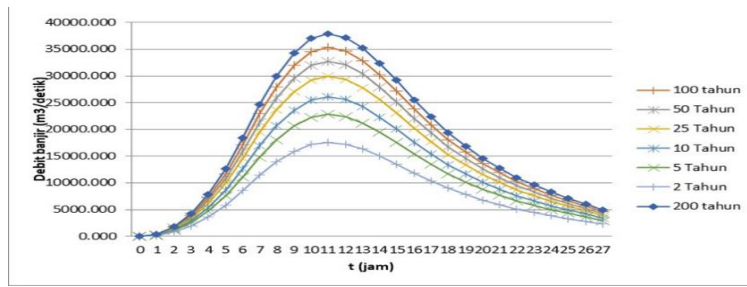


Gambar 3 Hasil banjir rancangan metode hss limantara kala ulang semua tahun

Dapat dilihat dari gambar di atas di dapatkan debit maksimum di setiap kala ulang. Kala ulang 2 tahun sebesar 774.176 m³/dtk. Kala ulang 5 tahun sebesar 1004.958 m³/dtk kala ulang 10 tahun sebesar 1149.012 m³/dtk. kala ulang 25 tahun sebesar 1319.2785 m³/dtk. kala ulang 50 tahun sebesar 1439.627 m³/dtk. kala ulang 100 sebesar 1555.076 m³/dtk. kala ulang 200 tahun sebesar 1667.7887 m³/dtk.

Metode HSS SCS

Untuk Hasil Perhitungan dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4 Hasil banjir rancangan metode hss scs kala ulang semua tahun

Dapat dilihat dari gambar di atas di dapatkan debit maksimum di setiap kala ulang. Kala ulang 2 tahun sebesar 17609.0862m³/dtk. Kala ulang 5 tahun sebesar 22858.372m³/dtk kala ulang 10 tahun sebesar 26134.963 m³/dtk. kala ulang 25 tahun sebesar 30007.770m³/dtk.kala ulang 50 tahun sebesar 32745.175 m³/dtk. kala ulang 100 sebesar 35371.114 m³/dtk. kala ulang 200 tahun sebesar 37934.840 m³/dtk.

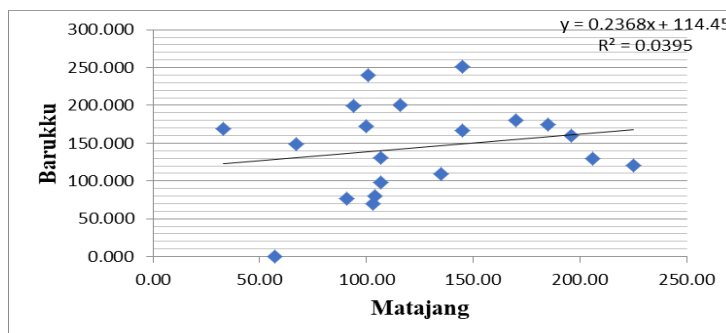
c. Kerapatan Stasiun Hujan

Tabel 3 Luas daerah pengaruh stasiun hujan berdasarkan standar WMO

Stasiun	Luas Daerah (km2)	Standar WMO/ Stasiun	Keterangan
STA. Matajang	187	100 - 250 km2	Memenuhi
STA. Barukku	89	100 - 250 km2	Memenuhi
STA. Betao	61	100 - 250 km2	Tidak Memenuhi
STA. Bila Riase	34	100 - 250 km2	Tidak Memenuhi
STA. Wala	57	100 - 250 km2	Tidak Memenuhi
STA. Pallae	76	100 - 250 km2	Tidak Memenuhi
Jumlah	504		

d. Korelasi

Perhitungan korelasi diperoleh dengan cara membuat grafik regresi linear dengan cara menghubungkan data curah hujan maksimum antar stasiun, sehingga nantinya akan diperoleh nilai r. Dari 6 stasiun yang dipilih hanya 2 yang memenuhi syarat WMO yaitu Stasiun Matajang dan Stasiun Barukku. Berikut Tabel Curah hujan Maks dari 2 stasiun yang diperoleh dapat dilihat pada table 20. Nilai r yang diperoleh dari menghubungkan data curah hujan maksimum menghasilkan korelasi dapat dilihat pada gambar 5.

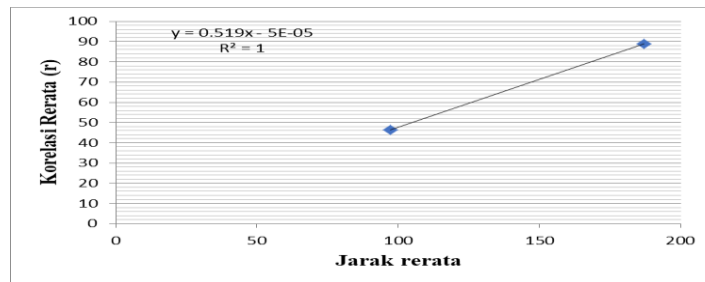


Gambar 5 Grafik hasil korelasi dari 2 stasiun barukku dan matajang

Table 4 Rekapitulasi nilai korelasi rerata dan luas pengaruh antar stasiun hujan

No	Stasiun hujan	Pengaruh stasiun pada DAS (km ²)	Rerata	Korelasi rerata
1	Matajang	187	0,519	97,193
2	Barukku	89	0,519	46,257

Dari tabel rekapitulasi nilai korelasi rerata dan luas pengaruh stasiun hujan maka bisa dilihat pada gambar 5



Gambar 6 Eksponensial nilai korelasi rerata dan luas pengaruh

Dari data pada table 5 kemudian dibuat grafik eksponensial dengan jarak rata-rata antar stasiun sebagai sumbu x dan nilai korelasi rata-rata stasiun hujan sebagai sumbu y (gambar 12) berdasarkan gambar 12 dapat diperoleh nilai $r(0)$ sebesar 0.0395 dan $d(0)$ sebesar 0.00005 dari persamaan di atas nilai tersebut nantinya akan digunakan dalam perhitungan kesalahan perataan (Z_1) dan kesalahan interpolasi (Z_2) guna memperoleh jumlah stasiun hujan yang ideal untuk DAS Bila.

e. Analisis Jaringan Kagan-Rodda

Tabel 5 Jaringan Kagan-Rodda

n	Cv	r(0)	Luas DAS (A) Km2	d(0)	Z1(%)	Z2(%)	L(km)
1	0.519	0.0395	504	0.00005	1.402	4.664	24.021
2	0.519	0.0395	504	0.00005	0.991	4.191	16.985

Berdasarkan tabel 5 terlihat bahwa dengan 2 stasiun hujan didapatkan nilai kesalahan perataan (Z_1) < 5% yakni sebesar 0,991% dan kesalahan interpolasi sebesar (Z_2) sebesar 4,191%. Nilai kesalahan tersebut lebih kecil yaitu masih di bawah 5% ini berarti dengan 2 stasiun hujan lebih direkomendasikan karena dengan 2 stasiun hujan pun sudah dapat mewakili dan memenuhi syarat WMO yakni 100-250 km². (Lubna¹, Bagus Budiando², Anid Supriyadi³).

f. Analisis Setelah Menggunakan Jaringan Kagan-Rodda

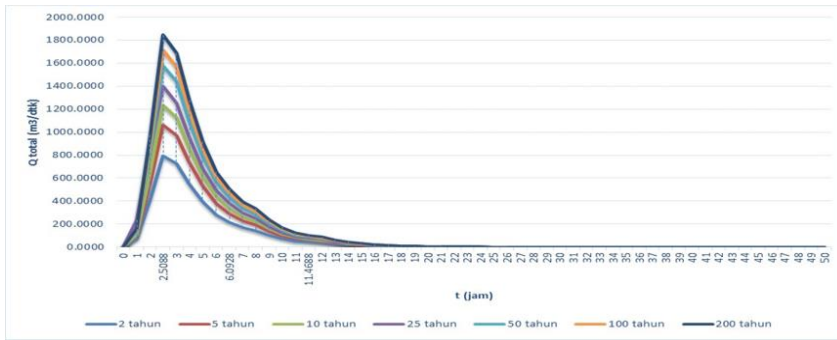
Tabel 7 Penentuan distribusi curah hujan

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	Cs = 0	0.57	tidak
		Ck = 3	2.78	memenuhi
3	Gumbel	Cs ≤ 1,1396	0.57	tidak
		Ck ≤ 5,4002	2.78	memenuhi
2	Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv = 3	0.28	tidak
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3 = 5,383	3.14	memenuhi
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel	-0.22	memenuhi

Berdasarkan dari hasil pengujian statistik pada tabel diatas dapat kita simpulkan bahwa log person type III memenuhi persyaratan dari pengujian distribusi. Sehingga untuk perhitungan analisis distribusi curah hujan rencana menggunakan metode disribusi log person type III.

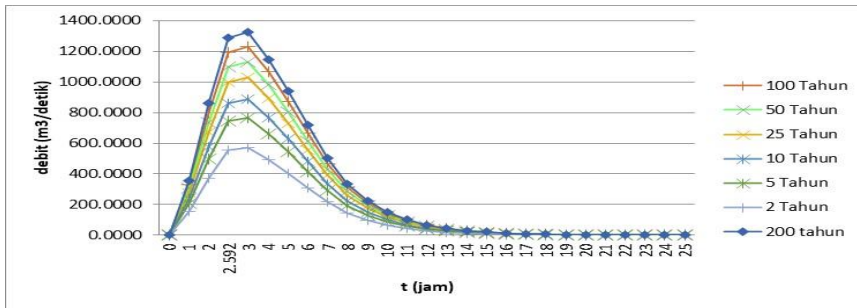
Metode HSS Nakayasu

Perhitungan Debit Maksimum Menggunakan HSS Nakayasu Data-data yang diketahui adalah sebagai berikut Luas DAS 504 km², Panjang Sungai 24,395 km, a (konstanta) 2.00, Ro (hujan satuan) 1.00 mm C (koefisien aliran) 0.75.



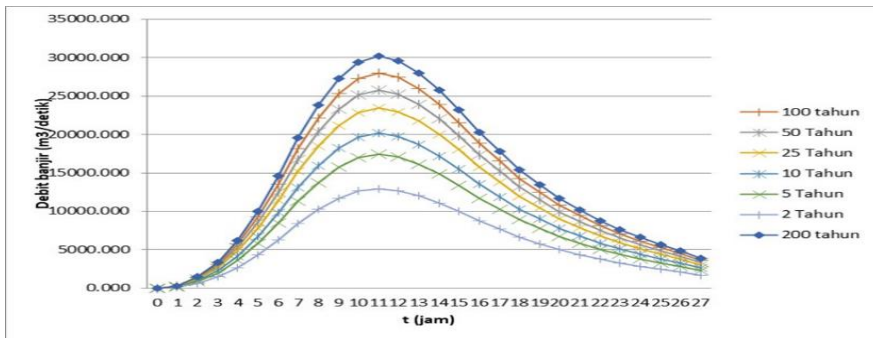
Gambar 7 Hidrograf Debit Banjir Metode Nakayasu Hss Limantara

Diketahui Luas DAS: 504 km², Panjang aliran sungai: 24 km², Panjang sungai dari bagian hilir ke titik berat : 12 km Koefisien n : 0.75 Kemiringan dasar sungai : 0.0029



Gambar 8 Hidrograf Debit Banjir Metode HSS Limantara Metode HSS SCS

Data – data yang diketahui : Luas DAS (A) 504 km², Panjang sungai terpanjang (L) 24 km, Kemiringan rerata (S) 0.0111 % Beda tinggi titik terjauh (AH) 231 m, Koefisien C 0.7, Ro 1.00, Tinggi hujan 1.00 Tr.



Gambar 9 Hidrograf Debit Banjir Metode HSS SCS

Table 8 Kala ulang Debit Banjir Rancangan sebelum dan setelah Metode Kagan Rodda menggunakan HSS Nakayasu, HSS Limantara, HSS SCS.

Kala Ulang	Sebelum menggunakan WMO			Setelah menggunakan WMO		
	HSS Limantara Q (m3/dt)	HSS Nakayasu Q (m3/dt)	HSS SCS Q (m3/dt)	HSS Limantara Q (m3/dt)	HSS Nakayasu Q (m3/dt)	HSS SCS Q (m3/dt)
2 Tahun	774.176	1077.610	17609.0862	493.12	793.02	12958.61
5 Tahun	1004.958	1398.874	22858.372	662.49	1065.4	17409.48
10 Tahun	1149.012	1599.362	26134.963	767.15	1233.71	20159.85
25 Tahun	1319.2785	1790.625	30007.770	892.23	1399.12	23446.81
50 Tahun	1439.627	2003.882	32745.175	980.81	1577.31	25774.64
100Tahun	1555.076	2164.580	35371.114	1065.54	1713.58	28001.38

200 Tahun	1667.7887	2321.470	37934.840	1147.91	1846.04	30165.9
--------------	-----------	----------	-----------	---------	---------	---------

g. Kesalahan Relatif

Analisis untuk perhitungan kesalahan relatif menggunakan data-data sebelum eksisting dan setelah eksisting. Data-data yang digunakan digunakan nilai maks pada metode HSS Limantara, HSS Nakayasu dan HSS SCS dapat dilihat pada table berikut.

Table 9 Rata- rata Kesalahan Relatif dari 3 Metode

Kala C ulang	Kesalahan Relatif (%)	Kesalahan Relatif (%)	Kesalahan Relatif (%)
	Metode HSS Nakayasu	Metode HSS Limantara	Metode HSS SCS
2	26.41	36.304	26.41
5	23.838	34.078	23.838
10	22.863	33.234	22.863
25	21.864	32.37	21.864
50	21.287	31.871	21.287
100	20.835	31.48	20.835
200	20.48	31.172	20.48
		25.984	
Rata-rata %			

Berdasarkan standar WMO bahwa kesalahan relatif yang dibutuhkan adalah 5% (Lubna 2020). Diperoleh hasil dengan menggunakan tiga metode yaitu HSS Nakayasu, HSS Limantara, HSS SCS Kesalahan relatif yang diperoleh sebesar 25,98%. Artinya pola penyebaran stasiun pada DAS Bila tidak memenuhi syarat WMO. Diperlukan penyesuaian pola penyebaran stasiun sehingga dapat memenuhi syarat WMO.

D. Kesimpulan

Berdasarkan analisis karakteristik gelombang akibat wind setup di pantai punaga maka, dapat diambil suatu kesimpulan bahwa :

1. Nilai debit banjir rancangan ketika menggunakan metode HSS SCS pada priode kala ulang 2 tahun yaitu 17609.0862 m³/dtk, kala ulang 5 tahun 22858.372 m³/dtk , kala ulang 10 tahun 26134.963 m³/dtk, kala ulang 25 tahun 30007.770 m³/dtk, kala ulang 50 tahun 32745.175 m³/dtk, kala ulang 100 tahun 35371.114 m³/dtk dan kala ulang 200 tahun 37934.840 m³/dtk,
2. Penyebaran stasiun hujan di DAS Bila tergolong relative banyak dimana saat ini terdapat 6 stasiun hujan yaitu Matajang 187 km², Barukku 89 km², Betao 61 km², Bila Riase 34 km², Wala 57 km², Pallae 76 km² , Sedangkan menurut WMO cukup diwakili oleh 2 stasiun saja yaitu stasiun Matajang 187 km² dan stasiun Barukku 89 km². Tetapi pada perhitungan kesalahan relative pada DAS bila <5% artinya pola penyebaran stasiun pada DAS Bila tidak memenuhi syarat WMO maka diperlukan penyesuaian pola penyebaran stasiun sehingga dapat memenuhi syarat WMO.

E. Referensi

- Dermawan, V., Hoesein, A. A., & Firmasyah, W. (2012). Analisa Metode Kagan-Rodda Terhadap Analisa Hujan Rata-Rata Dalam Menentukan Debit Banjir Rancangan Dan Pola Sebaran Stasiun Hujan Di Sub Das Amprong. *Jurnal Teknik Pengairan*, 1(2), 67–75.
- Ega Hermawan, O., Montarcih Limantara, L., & Suhartanto, E. (2020). Analisis Sebaran Jaringan Penakar Hujan Dengan Metode Stepwise, Kriging & WMO Di DAS Serang Jawa Tengah. *Jurnal*
- Gunawan, A., Syaputra, I., Studi, P., Pengairan, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., Selatan, S., Sintetis, H. S., & Hujan, S. (2023). PENGARUH SEBARAN STASIUN HUJAN TERHADAP DEBIT BANJIR mendapatkan informasi yang akurat dianalisis dengan menggunakan persamaan . Sumber Data. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 01(04), 1–11.
- Harto BR, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Teknik Pengairan, 11(2), 137–146. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.02.07>

- Limantara, L.M., 2010, Hidrologi praktis, Lubuk Agung, Bandung.
- Metode, D., Das, K. D. I., & Dan, B. (2020). *Analisis Penyebaran Stasiun Hujan*.
- Pariarta, P. (2012). Analisis Pola Penempatan Dan Jumlah Stasiun Hujan Berdasarkan Persamaan Kagan Pada Das Keduang Waduk Wonogiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 16(1), 100–106.
- Prawati, E., & Dermawan, V. (2018a). Analisa Penyebaran Stasiun Hujan Terhadap Debit Banjir Rancangan Pada DAS Kedunglarangan (Kabupaten Pasuruan Jawa Timur). *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 24, 1–11. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3566/2672>
- Prawati, E., & Dermawan, V. (2018b). Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Menggunakan Metode Kagan Rodda Dengan Memperhitungkan Faktor Topografi Pada Das Sarokah Kabupaten Sumenep (Pulau Madura, Jawa Timur). *Tapak*, 8(1), 79–90.
- Qadri, W., Sholichin, M., & Sisingsih, D. (2016). Studi Penanganan Banjir Sungai Bila Kabupaten Sidrap. *Jurnal Teknik Pengairan*, 7(2), 277–288. <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/304%0A>
- Rodhita, M. (2012). Rasionalisasi Jaringan Penakar Hujan Di Das Kedungsoko Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Pengairan*, 3(2), 185–194. <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/163>
- Sarminingsih, A. (2018). Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(1), 53. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i1.53-61>
- Sidrap, K., & Irfan, A. (2024). *Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) Korelasi antara Debit Aliran dan Analisis Sedimen di Sungai Bila*. 2(1).