

Evaluasi Rasionalisasi Stasiun Hujan Metode Kagan Rodda dengan Mempertimbangkan Kriteria Penentuan Lokasi Pembangunan Stasiun Hujan

Evaluation of Rain Gauges Rationalization Using Kagan Rodda Method by Considering the Criteria in Determining the Location of Rain Gauges

Reza Renaldhy^{1*)}, I Wayan Yasa¹, Ery Setiawan¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

kagan, rasionalisasi, stasiun hujan

Keywords:

kagan, rationalization, rain gauge

Article history:

Received: 26-10-2020

Accepted: 30-05-2021

*Koresponden email:

rezarenaldhy4@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi rasionalisasi pos stasiun hujan menggunakan metode Kagan. Metode ini menghasilkan jumlah pos stasiun dan letak penempatan jaringan pos stasiun hujan di suatu wilayah. Hasil evaluasi yang dilakukan di Wilayah Sungai Sumbawa menunjukkan bahwa jumlah stasiun hujan yang perlu ditambahkan sebanyak 152 buah stasiun. Namun, setelah dievaluasi menggunakan *Google Earth software* untuk melihat kesesuaian lokasi terhadap kriteria lokasi pembangunan stasiun hujan, hanya 50 titik yang memenuhi kriteria. Untuk mengoptimalkan metode tersebut, titik-titik rekomendasi yang tidak memenuhi syarat dipindahkan ke lokasi bangunan air terdekat, seperti bendungan, embung, atau bendung. Jumlah titik yang dipindahkan ke bangunan air terdekat sebanyak 31 titik dan 70 titik lainnya tidak direkomendasikan untuk dibangun stasiun hujan. Hal ini membuktikan bahwa rekomendasi jumlah dan titik penempatan dari hasil analisis rasionalisasi metode Kagan tidak bisa langsung diaplikasikan di lapangan. Rekomendasi yang diberikan harus dievaluasi kembali dengan memperhatikan kaidah-kaidah dalam penentuan lokasi pembangunan pos stasiun hujan.

Abstract

This study aims to evaluate the rationalization of rain gauges using Kagan method. The output of this method is the number of rain gauges and the placement of rain gauge network in a region. In field applications, the recommended placement points do not meet the location criteria to build rain gauges. The evaluation conducted in WS Sumbawa shows that 152 rain gauges need to be added. However, after being evaluated using *Google Earth software* to see the suitability of rain gauge locations against the location criteria, only 50 rain gauge locations meet the criteria. Therefore, to optimize it, the unmet points are moved to the nearest hydraulic structures, such as reservoirs, small dams (embung), or weirs. The number of rain gauge locations moved to the nearest hydraulic structures are 31 points, while the other 71 points are not the ideal locations. This proves that the recommended number of rain gauges and placement points of the rationalization using the Kagan method cannot be applied directly in the field. The recommendations given must be re-evaluated by considering the principles in determining the locations of the rain gauge.

1. Pendahuluan

Data hidrologi seperti data hujan, debit dan klimatologi merupakan data primer yang sangat berperan penting dalam kegiatan pengelolaan dan pengembangan Sumber Daya Air (SDA) di suatu wilayah (Oktaviansyah 2017). Hampir seluruh pembangunan infrastruktur keairan dan berbagai analisis hidrologi membutuhkan data-data tersebut sebagai data dasar dalam melakukan perhitungan (Pratiwi, Suhartanto, and Chandrasasi 2015). Selain digunakan dalam bidang SDA, data hidrologi juga digunakan di bidang pertanian, penerbangan, dan pembangunan infrastuktur lainnya.

Data hidrologi dapat diperoleh dan dipantau melalui pos-pos hidrologi yang terpasang di suatu wilayah. Namun, stasiun-stasiun hidrologi tersebut belum tentu menghasilkan data-data yang tepat dan akurat (Arifah, Suhartanto, and Chandrasasi 2018). Kualitas serta ketelitian pengukuran data hidrologi di suatu daerah sangat dipengaruhi oleh jumlah dan sebaran pos hidrologi yang ada di daerah tersebut, semakin tinggi kerapatan stasiun hujan yang digunakan maka akan semakin tinggi pula ketelitian data yang diperoleh (Junaidi 2015). Perkiraan jumlah dan lokasi stasiun pengukur hujan sangat diperlukan untuk memberikan informasi yang memadai tentang curah hujan di suatu daerah tangkapan (Bakhtiari, Kermani, and Bordbar 2013). Guna mendapatkan lokasi, jumlah, serta penyebaran pos hidrologi yang efektif dan efisien maka perlu dilakukan rasionalisasi stasiun hujan di suatu wilayah. Saat ini terdapat beberapa metode dalam kegiatan rasionalisasi jaringan hidrologi, namun metode-metode tersebut belum dapat diaplikasikan sepenuhnya sehingga diperlukan beberapa penyesuaian agar hasil rekomendasi dapat diterapkan di lapangan.

Metode Kagan Rodda merupakan salah satu metode rasionalisasi stasiun hujan yang sering digunakan, karena relatif sederhana dalam pemakaian (Mulya 2015). Metode ini dapat memberikan hasil berupa titik-titik koordinat yang menjadi rekomendasi lokasi pembangunan stasiun hujan berdasarkan segitiga-segitiga Kagan, namun kelemahannya adalah titik rekomendasi tersebut belum tentu berada pada posisi dan kondisi yang sesuai dengan syarat-syarat lokasi yang baik untuk membangun sebuah stasiun hujan, oleh karena itu dibutuhkan penyesuaian terhadap titik tersebut dengan melakukan tinjauan menggunakan bantuan citra satelit salah satunya pada *software Google Earth* yang dapat digunakan untuk mengamati objek-objek di permukaan bumi yang disesuaikan dengan informasi tutupan lahan yang dibutuhkan untuk berbagai bidang aplikasi, seperti aplikasi bidang pertanian, kehutanan, kelautan, dan keairan (Hartono 2016).

Studi ini dilakukan di Wilayah Sungai (WS) Sumbawa. WS Sumbawa, bersama dengan WS Lombok di sebelah baratnya adalah termasuk dalam wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) yang terletak antara $08^{\circ}10'$ - $09^{\circ}05'$ Lintang Selatan dan $115^{\circ}46'$ - $119^{\circ}05'$ Bujur Timur (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2017). Kondisi kerapatan jaringan stasiun hujan di WS Sumbawa saat ini masih terbilang rendah, selain itu kondisi topografi WS Sumbawa yang bergunung-gunung menyebabkan analisis hidrologi di WS Sumbawa kurang akurat. Oleh sebab itu diperlukan rasionalisasi jaringan stasiun hujan di WS Sumbawa untuk mendapatkan jumlah dan tata letak stasiun hujan yang optimal guna mendukung pengelolaan SDA di WS Sumbawa. Dalam studi ini, hasil rasionalisasi menggunakan metode Kagan Rodda dievaluasi dengan mempertimbangkan kriteria penentuan lokasi pembangunan stasiun hujan yang bertujuan agar hasil rasionalisasi yang didapatkan dapat diimplementasikan langsung di lapangan, karena dari beberapa studi sebelumnya hasil rasionalisasi menggunakan metode Kagan tidak dapat langsung diterapkan di lapangan karena titik rekomendasi yang dihasilkan tidak sesuai dengan persyaratan untuk lokasi pembangunan stasiun hujan.

2. Bahan dan Metode

Lokasi studi berada di WS Sumbawa dengan luas $15.416,5 \text{ km}^2$ dan terdiri dari 555 Daerah Aliran Sungai (DAS) (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2015).

Data-data yang digunakan dalam studi ini di antaranya adalah data hujan bulanan, koordinat stasiun hujan, koordinat bangunan air (bendungan, embung dan bendung) dan peta WS Sumbawa. Data hujan yang digunakan berasal dari stasiun hujan Dompu 1, Semongkat, Utan, Rea Atas, Pungkit Atas, Kadindi, Paradowane, Sumi, Gapit, Tawali, Kumbe, Plampang, Godo, dan Dompu BWS dengan panjang data selama 10 tahun. Untuk peta lokasi studi, stasiun hujan dan bangunan air dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta WS Sumbawa dengan prasarana sumber daya air

2.1 Rasionalisasi Stasiun Hujan Metode Kagan

Berdasarkan beberapa cara penetapan jaringan pos curah hujan yang ada, metode Kagan ini relatif sederhana, baik dalam pengertian maupun prosedur perhitungannya. Selain dapat menghasilkan jumlah pos yang dibutuhkan dengan tingkat ketelitian tertentu, metode Kagan juga dapat memberikan pola penempatan pos curah hujan dengan jelas (Harifa et al. 2020).

Pada dasarnya metode ini menggunakan analisis statistik dengan mengaitkan kerapatan jaringan pos curah hujan, kesalahan interpolasi, dan kesalahan perataan. Dari analisis ini diperoleh hubungan antara jarak pos dengan tingkat kesalahan perataan maupun interpolasi sehingga akan didapat jarak optimal untuk tingkat kesalahan yang dapat diterima. Selanjutnya, dari jarak optimal tersebut dibentuk jaringan segitiga sama sisi yang titik-titik simpulnya merupakan letak ideal teoritis penempatan pos hujan. Fungsi korelasi tersebut dapat disajikan seperti pada persamaan sebagai berikut (R.L. Kagan 1966; World Meteorological Organization 1972) :

$$R_{(d)} = R_{(o)} e^{-d/d_{(o)}} \quad (1)$$

$$Z_1 = Cv \sqrt{[1-r_{(o)} + (0,23 \sqrt{A}) / d_{(o)} \sqrt{n}] / n} \quad (2)$$

$$Z_3 = Cv \sqrt{(1-r_{(o)}) / 3 + 0,52 r_{(o)} / d_{(o)} \sqrt{A/n}} \quad (3)$$

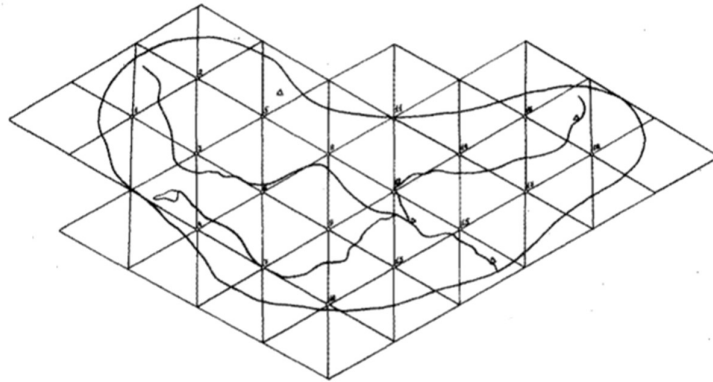
$$L = 1,07 \sqrt{A/n} \quad (4)$$

Dengan $R_{(d)}$ = koefisien korelasi untuk jarak d (km), $R_{(o)}$ = koefisien korelasi antar stasiun diekstrapolasi, Cv = koefisien variasi, d = jarak antar stasiun (km), $d_{(o)}$ = radius korelasi, A = luas DAS (km²), n = jumlah pos, Z_1 = kesalahan interpolasi (%), Z_3 = kesalahan perataan (%), dan L = jarak antar stasiun (km).

Langkah-langkah untuk menentukan kerapatan jaringan pos hujan dengan metode Kagan adalah (R.L. Kagan 1966; World Meteorological Organization 1972) :

1. Menghitung nilai koefisien variasi (Cv) berdasarkan data hujan dari pos yang tersedia baik harian maupun bulanan, sesuai keperluan.
2. Mencari hubungan antara jarak pos dengan koefisien korelasi, baik untuk hujan harian maupun bulanan.

3. Membuat hubungan antara jarak pos dengan korelasi dalam bentuk lengkung eksponensial mengikuti persamaan fungsi korelasi. Selanjutnya, diperoleh besaran $R_{(0)}$ dan d dengan pemedanan terhadap persamaan tersebut.
4. Menghitung parameter Z_1 dan Z_3 setelah menentukan besarnya tingkat ketelitian yang digunakan.
5. Setelah jumlah pos pada suatu wilayah ditetapkan, menentukan penempatan pos dengan menghitung jarak antar stasiun. Selanjutnya, menggambar jaring-jaring segitiga sama sisi dengan panjang sisi sama dengan L , seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Segitiga sama sisi metode Kagan

2.2 Penetapan Lokasi Pembangunan Stasiun Hujan

Berdasarkan peta usulan jaringan pos klimatologi/curah hujan (hasil studi rasionalisasi jaringan hidrologi), maka dilakukan survei detail untuk menetapkan lokasi pembangunan stasiun yang sesuai dengan ketentuan dan persyaratan teknis pemilihan lokasi pos klimatologi/curah hujan, yaitu (PT Virama Karya and Associated 2010) :

1. Lokasi pos klimatologi harus berada pada lahan yang terbuka serta bebas dari bangunan, pepohonan, dan tanaman tinggi yang dapat menutup, menghalangi, atau mengganggu operasional alat ukur.
2. Jarak minimal antara bangunan dan pepohonan dengan pos klimatologi adalah sama dengan tinggi bangunan dan pepohonan tertinggi disekitar lokasi pos (minimal membentuk sudut 45°).
3. Sebaiknya terletak di dekat perkampungan dan aman dari gangguan manusia maupun binatang.
4. Lokasi pos tidak berada di punggung bukit (puncak bukit) untuk menghindari pengaruh tiupan angin puyuh.
5. Bilamana memungkinkan, lokasi pos menggunakan tanah milik pemerintah atau desa.
6. Apabila lokasi pos merupakan tanah milik rakyat, maka diperlukan surat kesepakatan/ perijinan dengan pemilik lahan dan diketahui oleh aparat setempat yang menyatakan bahwa lahan dapat digunakan untuk pembangunan pos.
7. Adanya penjaga/pengamat pos, yaitu penduduk yang bertempat tinggal di sekitar pos serta mampu membaca dan menulis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Rasionalisasi Metode Kagan

Langkah awal dalam analisis menggunakan Metode Kagan adalah menentukan jarak dan korelasi antar stasiun yang dijadikan referensi. Perhitungan jarak antar stasiun hujan referensi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak antar stasiun hujan (km)

	Semongkat	Utan	Rea Atas	Pungkit	Kadindi	Paradowane	Sumi	Gapit	Dompu 2	Dompu 1	Plampang	Godo	Kumbe	Tawali
Semongkat	0													
Utan	31	0												
Rea Atas	14	44	0											
Pungkit	22	53	14	0										
Kadindi	65	75	69	59	0									
Paradowane	138	166	130	117	110	0								
Sumi	185	211	178	165	147	50	0							
Gapit	69	99	59	47	67	71	120	0						
Dompu 2	100	76	108	121	151	238	285	167	0					
Dompu 1	113	140	107	93	82	28	72	50	213	0				
Plampang	51	78	45	31	45	88	134	25	150	63	0			
Godo	120	148	112	99	95	19	68	53	219	15	70	0		
Kumbe	159	183	153	140	117	36	31	98	258	48	108	50	0	
Tawali	175	199	170	156	131	51	24	114	274	64	125	66	17	0

Setelah melakukan perhitungan jarak antar stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian, selanjutnya adalah melakukan analisis korelasi terhadap data hujan yang terdapat pada masing-masing stasiun hujan, data hujan yang digunakan untuk analisis dapat dilihat pada Tabel 2.

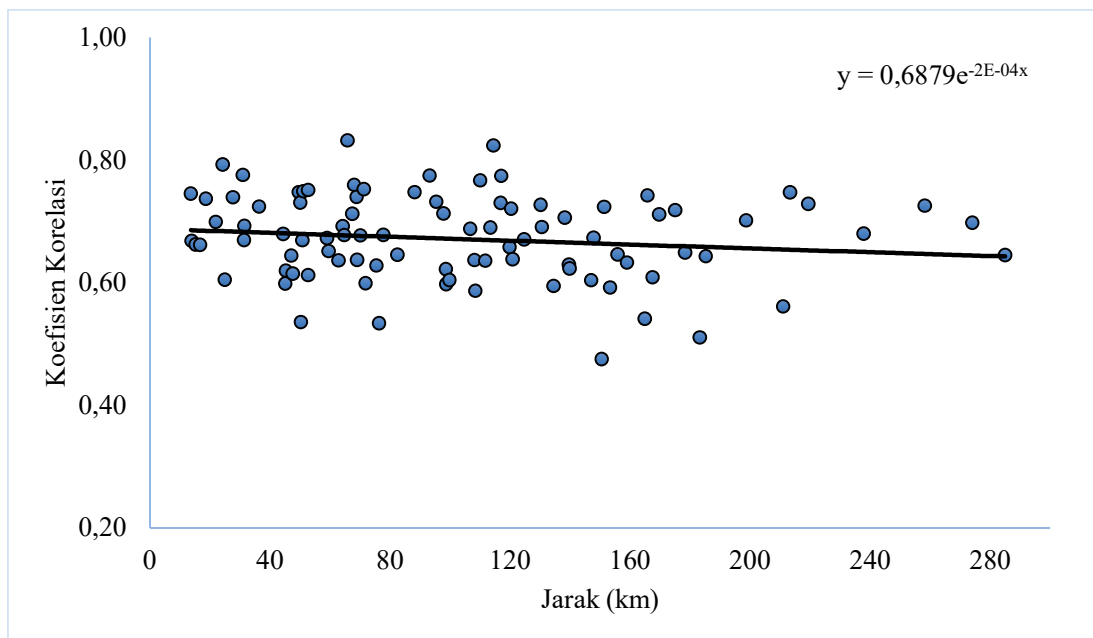
Tabel 2. Data hujan retata bulanan untuk analisis koefisien korelasi

	Jan mm	Feb mm	Mar mm	Apr mm	Mei mm	Jun mm	Jul mm	Agt mm	Sep mm	Okt mm	Nov mm	Des mm
Semongkat	293	267	221	147	78	23	10	6	16	65	171	207
Utan	165	186	136	111	48	42	8	0	0	39	70	144
Rea Atas	273	212	247	139	78	27	19	6	12	64	152	238
Pungkit	213	226	171	109	44	17	9	1	7	25	153	232
Kadindi	260	183	182	162	76	40	32	3	4	42	127	242
Paradowane	266	203	200	91	40	31	17	9	10	22	97	242
Sumi	323	199	130	62	20	15	9	0	0	9	57	122
Gapit	243	208	168	66	51	19	17	1	8	22	78	138
Dompu 2	248	177	145	135	46	7	11	5	8	52	113	302
Dompu 1	233	208	149	108	28	14	1	0	10	46	132	244
Plampang	301	325	300	125	20	50	4	0	0	26	120	169
Godo	154	139	107	46	23	5	2	1	0	19	44	125
Kumbe	239	145	131	84	43	8	13	0	9	12	115	155
Tawali	306	180	138	69	15	17	11	1	1	10	32	193

Tabel 3. Koefisien korelasi antar stasiun hujan

	Semongkat	Utan	Rea Atas	Pungkit	Kadindi	Paradowane	Sumi	Gapit	Dompu 2	Dompu 1	Plampang	Godo	Kumbe	Tawali
Semongkat	1,00													
Utan	0,67	1,00												
Rea Atas	0,75	0,68	1,00											
Pungkit	0,70	0,61	0,67	1,00										
Kadindi	0,68	0,63	0,64	0,67	1,00									
Paradowane	0,71	0,74	0,73	0,77	0,77	1,00								
Sumi	0,64	0,56	0,65	0,54	0,60	0,73	1,00							
Gapit	0,74	0,62	0,65	0,64	0,71	0,75	0,72	1,00						
Dompu 2	0,60	0,53	0,64	0,64	0,72	0,68	0,65	0,61	1,00					
Dompu 1	0,69	0,62	0,69	0,77	0,65	0,74	0,60	0,54	0,75	1,00				
Plampang	0,67	0,68	0,62	0,69	0,60	0,75	0,59	0,61	0,48	0,64	1,00			
Godo	0,66	0,67	0,64	0,60	0,73	0,74	0,76	0,75	0,73	0,66	0,68	1,00		
Kumbe	0,63	0,51	0,59	0,63	0,73	0,72	0,78	0,71	0,73	0,61	0,59	0,75	1,00	
Tawali	0,72	0,70	0,71	0,65	0,69	0,75	0,79	0,82	0,70	0,69	0,67	0,83	0,66	1,00

Dari hasil perhitungan jarak dan koefisien korelasi antar stasiun hujan pada Tabel 3 kemudian dapat digambarkan grafik eksponensial seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dari grafik tersebut, diperoleh nilai $R_{(0)}$ sebesar 0,6879 dan $d_{(0)}$ sebesar $-0,0004$.

**Gambar 3.** Grafik hubungan jarak stasiun hujan dengan korelasi di WS Sumbawa

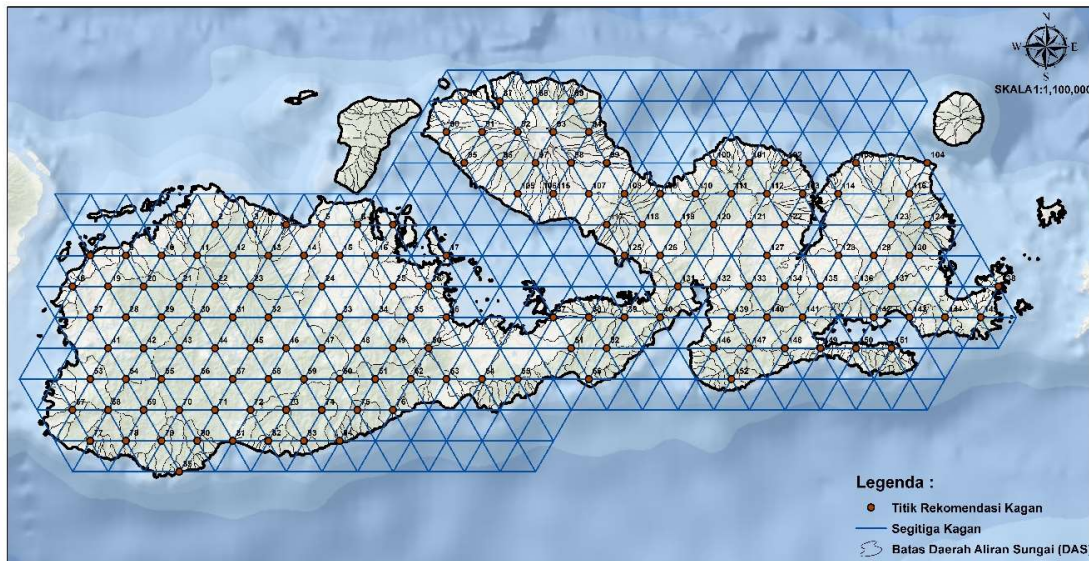
Nilai-nilai yang telah diperoleh dimasukkan ke dalam persamaan (2) dan (3), setelah sebelumnya menentukan besaran jumlah stasiun yang dibutuhkan untuk tingkat kesalahan perataan (Z_1) dan kesalahan interpolasi (Z_3). Setelah itu, melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai panjang sisi-sisi segitiga Kagan dan dilanjutkan dengan membuat segitiga Kagan dengan kesalahan interpolasi sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%.

Dalam studi ini, digunakan kesalahan interpolasi yang terkecil agar hasil yang didapatkan lebih baik, yaitu sebesar 1%. Hasil perhitungan untuk nilai Z_1 , Z_3 dan L ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan antara n, Z_1 , Z_3 dan L

N	Z_1 (%)	Z_3 (%)	L (km)
7	5	7,88	50
11	4	7,83	40
19	3	7,79	30
44	2	7,74	20
174	1	7,69	10

Dari tabel tersebut, diperoleh jumlah stasiun hujan yang diperlukan untuk kesalahan interpolasi sebesar 1% adalah 174 buah. Namun, mengingat adanya stasiun hujan eksisting di WS Sumbawa, maka stasiun rekomendasi yang perlu digunakan ialah sebanyak 152 stasiun karena beberapa titik rekomendasi dari hasil analisis rasionalisasi metode Kagan sudah terwakili oleh stasiun hujan eksisting. Peta rasionalisasi stasiun hujan dengan metode Kagan Rodda di WS Sumbawa dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta rasionalisasi stasiun hujan metode Kagan Rodda di WS Sumbawa

3.2 Evaluasi Titik Rekomendasi Metode Kagan Menggunakan Google Earth

Setelah titik rekomendasi didapatkan, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi titik-titik tersebut menggunakan *Google Earth* dengan cara memasukkan titik-titik rekomendasi tersebut ke dalam *software Google Earth* untuk melihat apakah titik-titik rekomendasi tersebut sudah sesuai dengan kriteria yang berlaku untuk tata letak pembangunan stasiun hujan. Kriteria-kriteria yang harus diperhatikan antara lain adalah lokasi pos diusahakan dekat dengan permukiman penjaga pos/penduduk dan mudah jangkauannya (untuk tujuan keamanan dan kemudahan dalam pelaksanaan pencatatan/inspeksi pos), terdapat ruang terbuka di atas lokasi pos sebesar 45° yang diukur dari garis

tengah pos, jarak pos dengan pohon/bangunan terdekat minimal sama dengan tinggi pohon/bangunan tersebut, serta berada pada lahan datar.

3.3 Hasil Evaluasi Titik Rekomendasi Metode Kagan

Berdasarkan hasil evaluasi kriteria persyaratan pembangunan stasiun hujan menggunakan perangkat lunak *Google Earth* yang ditunjukkan pada Gambar 5, 66% titik rekomendasi tersebut tidak memenuhi syarat karena lokasinya berada pada daerah perbukitan/tidak pada lahan yang datar dan terdapat banyak sekali pepohonan. Titik rekomendasi yang dapat memenuhi syarat dibangunnya stasiun hujan hanya 31% dari jumlah titik yang direkomendasikan, sedangkan sisanya sebesar 3% hanya memenuhi satu kriteria persyaratan untuk dibangunnya stasiun hujan.



Gambar 5. Hasil *plotting* titik rekomendasi stasiun hujan dengan metode Kagan pada *software Google Earth*

3.4 Pemindahan Titik Rekomendasi Metode Kagan

Guna memenuhi kebutuhan data hidrologi di WS Sumbawa, titik rekomendasi hasil analisis metode Kagan yang tidak memenuhi syarat untuk lokasi pembangunan stasiun hujan perlu digeser/dipindahkan lokasinya ke bangunan-bangunan air terdekat dari titik yang direkomendasikan sebelumnya. Dari hasil analisis tersebut, jarak rerata pemindahan titik awal ke bangunan air terdekat yang didapatkan adalah 2,29 km dengan jarak pemindahan titik terjauh adalah sejauh 4,5 km. Selain itu, titik rekomendasi yang dapat dipindahkan ke bangunan air terdekat adalah sebanyak 30 titik sedangkan 71 titik lainnya tidak dapat dipindahkan sama sekali karena tidak ada bangunan air terdekat. Berdasarkan hasil analisis tersebut, total jumlah stasiun hujan yang dapat dibangun setelah melakukan evaluasi pemindahan titik yang tidak sesuai dengan persyaratan ke lokasi bangunan air terdekat adalah berjumlah 81 titik dari rekomendasi awal sebanyak 152 titik. Titik rekomendasi berdasarkan hasil analisis rasionalisasi menggunakan metode Kagan Rodda dan titik rekomendasi yang dipindahkan ke lokasi bangunan air terdekat dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

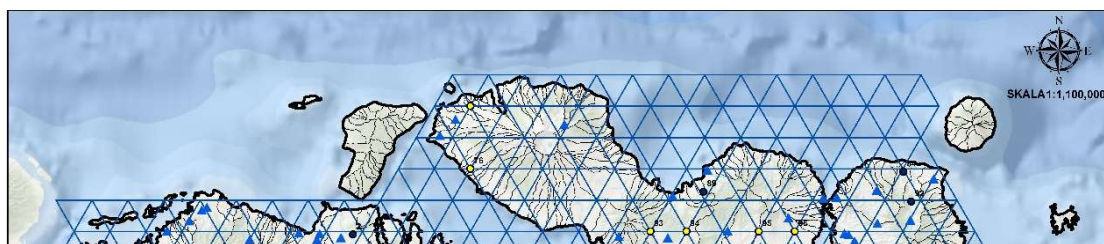
Tabel 5. Titik rekomendasi berdasarkan analisis Kagan Rodda

Titik	UTM (X)	(UTM Y)	Titik	UTM (X)	(UTM Y)
4	538111	9063946	109	643216	9072613
5	548121	9063946	113	683257	9072612
8	483056	9055277	118	638211	9063944
9	493066	9055277	119	648221	9063944
10	503076	9055277	120	658232	9063943
14	543116	9055277	121	668242	9063943
15	553126	9055277	122	678252	9063943
18	478051	9046608	125	633206	9055275
24	548121	9046608	126	643216	9055275
25	568141	9046608	128	693267	9055274
26	578151	9046606	129	703277	9055274
28	493066	9037940	131	648221	9046606
34	563136	9037940	132	658231	9046606
35	573146	9037937	134	678252	9046605
36	583156	9037937	135	688262	9046605
37	613186	9037937	137	708282	9046605
39	633206	9037937	139	663237	9037936
40	643216	9037937	141	683257	9037936
41	488061	9029271	142	703277	9037936
53	483056	9020602	143	713287	9037936
64	593166	9020599	144	723297	9037936
66	623196	9020599	147	668242	9029267
71	518091	9011933	148	678252	9029267
81	523096	9003264	149	688262	9029267
86	588161	9098619	151	708282	9029267
95	588161	9081281			

Tabel 6. Titik rekomendasi berdasarkan letak bangunan air terdekat dengan simpul Kagan

Titik	UTM (X)	(UTM Y)	Nama Bangunan Air Terdekat	Jarak Pemindahan (km)
1	508457	9064589	Bendung Batu Soan	0,75
3	525030	9065805	Bendung Aik Putik	2,6
6	555554	9063114	Embung Songker	2,5
13	534850	9052176	Bendung Batu Lanteh	3,5
16	561832	9056042	Embung Olat Rawa	1,8
19	487952	9047897	Bendung Seniri	1,3
20	496363	9044527	Bendung Tiu Bulu	2,8
27	481180	9037987	Bendung Lamunga	1,9
33	556144	9039789	Bendung Ird Lito Jam	3
44	517701	9030363	Bendung Kemangkung	1
45	530391	9033184	Bendung Dewa Bara	4,5
46	539280	9030483	Bendung Orong Lowe	1,7
48	558768	9030258	Bendung Buin Bujir	1
50	580155	9032335	Embung Muer	3,5
54	490843	9022099	Bendung Matayang	2,6
60	554682	9020541	Bendung Pasiring	1,6
63	580388	9022890	Embung Labangka	3,5
67	474989	9009900	Bendung Plampo'o	3,6
72	526428	9009805	Bendung Kuang Rako	2,7
77	483431	9002829	Bendung Senutuk	0,7
90	581973	9090459	Bendung Latonda	1,2
100	658636	9082389	Embung Lasi	1,6
110	652896	9074943	Bendung Enca	2,3
114	690482	9073223	Embung Lombe	3
116	710618	9072216	Bendung Nunggi	2,6
127	671944	9056411	Bendung Le'bo	1,7
130	714671	9055539	Bendung Bamabaina	1,3
133	669349	9049201	Embung Woro	2,5
140	669350	9036146	Embung Paradokanca	4
146	657261	9030882	Embung Madawa	2,2

Peta lokasi titik rekomendasi berdasarkan hasil rasionalisasi menggunakan metode Kagan Rodda dan titik rekomendasi yang dipindahkan ke lokasi bangunan air terdekat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta rekomendasi stasiun hujan dengan metode kagan dengan lokasi alternatif

4. Kesimpulan

Analisis rasionalisasi stasiun hujan dengan menggunakan metode Kagan secara teoritis merupakan metode yang baik digunakan untuk menganalisis rasionalisasi sebaran stasiun hujan di suatu wilayah karena mampu memberikan hasil berupa lokasi penempatan stasiun hujan yang merata. Namun, dalam penerapannya di lapangan, lokasi yang direkomendasikan dari hasil analisis tersebut tidak memenuhi kriteria persyaratan lokasi pembangunan stasiun hujan sesuai dengan pedoman yang berlaku. Dari hasil analisis yang dilakukan, hanya 51 titik yang direkomendasikan jumlah stasiun yang dapat direkomendasikan untuk dibangun sesuai dengan ketentuan dan persyaratan teknis pemilihan lokasi pembangunan stasiun hujan dari total 152 titik yang direkomendasikan, sedangkan hasil pemindahan titik rekomendasi yang tidak memenuhi persyaratan teknis ke bangunan air terdekat adalah 30 titik sehingga total jumlah pos yang dapat dibangun sesuai dengan teori dan persyaratan teknis penempatan pos hujan adalah 81 buah.

Daftar Pustaka

- Arifah, Shabrina, Ery Suhartanto, and Dian Chandrasasi. 2018. "Rasionalisasi Jaringan Pos Stasiun Hujan Pada DAS Kemuning Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Kagan-Rodda." *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan* 1(2): 15.
- Bakhtiari, B, M Nekooamal Kermani, and M H Bordbar. 2013. "Rain Gauge Station Network Design for Hormozgan Province in Iran." 18: 45–52.
- Harifa, Ayisya Cindy, Moh Charits, Joko Setiono, and Moch Khamim. 2020. "Evaluasi Jaringan Stasiun Hujan Di Wilayah Sungai Dumoga Sangkub." 5(1): 37–50.
- Hartono, Rudi. 2016. "Identifikasi Bentuk Erosi Tanah Melalui Interpretasi Citra Google Earth Di Wilayah Sumber Brantas Kota Batu." *Jurnal Pendidikan Geografi* 21(1): 30–43.
- Junaidi, Rahmad. 2015. "Kajian Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Pada Ws Parigi-Poso Sulawesi Tengah Dengan Metode Kagan Rodda Dan Kriging." *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem* 11(1): 22–31.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 04/Prt/M/2015 Tentang Kriteria Dan Penetapan Wilayah Sungai.*
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. *Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Sumbawa.*
- Mulya, Happy. 2015. "Studi Rasionalisasi Jaringan Hidrologi Pulau Seram Provinsi Maluku." *Media Komunikasi Teknik Sipil* 20(1): 71–82.
- Oktaviansyah, Aulia Rahman. 2017. "Analisis Rasionalisasi Jaringan Pos Hidrologi Pada Wilayah

- Sungai/DAS Sampea.” *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem* 13(3): 23–34.
- Pratiwi, Nurul, Ery Suhartanto, and Dian Chandrasasi. 2015. “Hujan Dengan Metode Kriging Dan Analisa Pembobotan Di Wilayah Sungai Parigi-Poso Provinsi.”
- PT Virama Karya and Associated. 2010. *Modul Pelatihan Pengelolaan Hidrologi I*.
- R.L. Kagan. 1966. “An Evaluation of the Representativeness of Precipitation Data.” *Works of the Main Geophysical Observatory USSR*. 191.
- World Meteorological Organization. 1972. “Precipitation - Statistical Principles.” *In: the Casebook on hydrological network design practice* (324).