

EVALUASI KERAPATAN JARINGAN STASIUN HUJAN TERHADAP KETELITIAN PERKIRAAN HUJAN RANCANGAN PADA SWS NOELMINA DI PULAU TIMOR

Denik Sri Krisnayanti *)

ABSTRACT

Raining is the main component of hydrology process. The quality and quantity of the raining data determine the degree of precision on the planning and preservation of water resources. To get the accurate data, there are many things will be focused such as the condition of raining station data, density and scattered station and the accurate recording itself. In this research, the pattern of the net of raining recording station that will be used is the Kagan Net Method and the triangles of Kagan will be drawn by using AutoCAD 2007.

Timor island has two catchment area according to the river such as Benanain's catchment area and Noelmina's catchment area which have so many raining recording stations scattering around it. This research will focus on Noelmina river flow area (2.036,544 km²) which has six raining recording stations.

Based on analytical results, the coefficient of correlation on daily raining is 0,389 and monthly raining is 0,555. These values are the mean values of all raining recording station on Noelmina river flow area. Based on WMO (World Meteorological Organisation) for tropical zone such as Indonesia, the density of the nets should be 250-1000 km²/station, so that the density of the nets now has enough the standard that is 339,424 km²/station, but the amount of existing station is less than the amount of station required by Kagan method and it's necessary to get more raining stations. For each error of minimum values 5% and 10% for daily raining are needed 39 stations with the density 52,219 km²/station and 11 stations with the density 185,140 km²/station. Meanwhile for each error minimum values 5% and 10% for monthly raining are needed 37 stations with the density 55,042 km²/station and 10 stations with the density 203,654 km²/station. The amount of stations is not the only one factor that effecting the precision of raining forecasting, but also there would be the pattern of scattering of raining recording stations.

Keywords : *raining station, density, Kagan's Net/Pattern*

ABSTRAKSI

Komponen masukan utama dalam proses hidrologi adalah hujan. Kualitas dan kuantitas data hujan menentukan kualitas ketepatan perencanaan dan pengelolaan sumber daya air sehingga untuk memperoleh data yang akurat perlu diperhatikan kondisi stasiun hujan, jumlah stasiun hujan, kerapatan dan pola penyebaran serta ketelitian pencatatannya. Pada penelitian ini metode pola jaringan yang digunakan yaitu metode jaringan Kagan dan penggambaran simpul-simpul segitiga Kagan menggunakan AutoCAD 2007.

Pulau Timor memiliki dua wilayah sungai yakni Wilayah Sungai (WS) Benanain dan Wilayah Sungai (WS) Noelmina dengan jumlah pos stasiun hujan yang cukup banyak dan menyebar. Penelitian dikhususkan pada DAS Noelmina yang mempunyai enam pos stasiun hujan dengan luas areal 2.036,544 km².

Berdasar dari hasil analisis, didapatkan koefisien korelasi untuk hujan harian 0,389 dan hujan bulanan 0,555. Nilai koefisien korelasi ini adalah nilai rata-rata pada semua stasiun hujan pada DAS Noelmina. Berdasar pedoman yang dikeluarkan WMO (*World Meteorological Organisation*) untuk daerah tropik seperti Indonesia, dalam keadaan yang sulit dianjurkan kerapatan sebesar 250-1000 km²/stasiun sehingga kerapatan stasiun hujan untuk kondisi DAS Noelmina sekarang cukup memenuhi syarat yakni 339,424 km²/stasiun, namun jumlah stasiun yang ada masih lebih kecil dibandingkan dengan jumlah stasiun yang dituntut dengan cara Kagan sehingga diperlukan penambahan jumlah stasiun. Untuk masing-masing kesalahan perataan minimum 5% dan 10% pada hujan harian, dibutuhkan 39 stasiun hujan dengan kerapatan 52,219 km²/stasiun dan 11 stasiun hujan dengan kerapatan 185,140 km²/stasiun. Sedangkan, untuk masing-masing kesalahan perataan minimum 5% dan 10% pada hujan bulanan dibutuhkan 37 buah stasiun hujan dengan kerapatan 55,042 km²/stasiun dan 10 buah stasiun hujan dengan kerapatan 203,654 km²/stasiun.

Kata Kunci : Stasiun Hujan, Kerapatan, Jaringan Kagan

1. Pendahuluan

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Salah satu data hidrologi yang penting dalam analisis hidrologi adalah curah hujan yang didapat dari pengukuran pada pos stasiun hujan, sehingga data curah hujan yang diperoleh diharapkan mempunyai ketelitian yang cukup.

Dalam mempersiapkan data untuk analisis hidrologi sering timbul dua masalah pokok yaitu 1) ketetapan tentang jumlah stasiun hujan dan stasiun hidrometri (stasiun pengamatan) yang akan digunakan dalam analisis, termasuk didalamnya pola penyebaran stasiun dalam DAS yang bersangkutan, 2) berapa besar ketelitian yang dapat dicapai oleh suatu jaringan pengamatan dengan kerapatan tertentu.

Memperhatikan hal tersebut, maka perlu perencanaan jaringan pengamatan (dan pengukuran) yang bisa menghasilkan informasi yang maksimum sehingga dengan pengukuran dari satu set stasiun dapat diperoleh besaran hidrometeorologi di semua titik dengan ketelitian yang cukup. Pulau Timor memiliki dua wilayah sungai yakni WS Benanain dan WS Noelmina dengan jumlah pos stasiun hujan yang cukup banyak dan menyebar. Untuk itu penelitian dikhususkan hanya pada Wilayah Sungai (WS) Noelmina dengan luas areal 2.036,544 km² dan mempunyai tujuh stasiun hujan dan perlu dikaji bagaimana (1) Evaluasi koefisien korelasi terhadap jarak antara pos stasiun hujan pada WS Noelmina di Pulau Timor, (2) penentuan pos stasiun hujan yang ideal untuk WS Noelmina di Pulau Timor. Oleh karena itu dilakukan analisis dalam upaya

mendeskripsikan berbagai koefisien korelasi terhadap jarak antar pos stasiun hujan yang ideal untuk WS Neolmina di Pulau Timor dan Penempatan pos stasiun hujan yang ideal untuk WS Noelmina di Pulau Timor terhadap ketelitian perkiraan hujan rancangan secara komprehensif.

II. Materi dan Metode

Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan

Dalam mempersiapkan data untuk analisis hidrologi untuk berbagai kepentingan pengembangan sumber daya air terdapat dua masalah pokok, yaitu :

- a. Ketetapan tentang jumlah stasiun hujan dan stasiun hidrometri (stasiun pengamatan) yang akan digunakan dalam analisis, termasuk didalamnya pola penyebaran stasiun dalam Wilayah Sungai yang bersangkutan.
- b. Berapa besar ketelitian yang dapat dicapai oleh suatu jaringan pengamatan dengan kerapatan tertentu.

Jaringan dalam pengertian ini dimaksudkan sebagai satu sistim yang terorganisasi untuk mengumpulkan data (hidrologi) secara optimum untuk berbagai kepentingan. Dalam kaitan antara tercapainya kerapatan jaringan yang optimum dan informasi maksimum, ada beberapa hal penting yang tersirat, antara lain:

- a. Kerapatan optimum mengandung arti jumlah yang mencukupi dan penyebaran yang memadai di seluruh DAS.
- b. Kerapatan hendaknya sedemikian rupa sehingga tidak terlalu tinggi karena akan mengangkut biaya pengadaan dan pengoperasian serta pemeliharaan yang sangat mahal
- c. Penyebaran hendaknya dilakukan sedemikian rupa sehingga variabilitas ruang DAS dapat teramati dengan baik
- d. Perencanaan jaringan yang dipandang terbaik adalah yang didasarkan pada analisis ekonomi, baik dalam kaitannya dengan pengembangan fisik jaringannya sendiri maupun kaitannya dengan nilai ekonomi kecermatan data/ informasi yang didapat.

Memperhatikan hal tersebut, satu set stasiun hujan atau stasiun hidrometri dapat disebut sebagai jaringan (*network*) bila terdapat keterikatan (*coherence*) observasi dalam tingkat tertentu dari kejadian-kejadian (*phenomena*) yang diukur. Keterikatan tersebut akan meningkat dengan meningkatnya kerapatan jaringan.

Kerapatan jaringan dinyatakan dalam satu stasiun tiap luas tertentu, misalnya 1 stasiun 200 km². Dalam merencanakan jaringan, terdapat dua hal penting yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Menentukan berapa jumlah stasiun yang diperlukan
2. Lokasi stasiun-stasiun itu akan dipasang

Hal tersebut diperlukan, karena dalam jaringan stasiun hujan, perbedaan jumlah stasiun yang digunakan dalam memperkirakan besar hujan yang terjadi dalam suatu DAS memberi perbedaan dalam besaran hujan yang didapat. Selain itu pola penyebaran stasiun hujan dalam DAS yang bersangkutan juga ternyata mempunyai pengaruh yang nyata terhadap ketelitian hitungan hujan rata-rata DAS.

Evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan

Pada dasarnya cara Kagan menggunakan analisis statistik dan mengaitkan kerapatan jaringan pengukur hujan dengan kesalahan interpolasi dan kesalahan perataan (*interpolation error and averaging error*). Persamaan-persamaan yang dipergunakan :

$$r_{(d)} = r_{(0)}e^{-d/d(0)} \dots\dots\dots (1)$$

$$Z_1 = C_v \sqrt{\frac{1 - r_{(0)} + 0,23 \frac{\sqrt{A}}{d_{(0)} \sqrt{N}}}{N}} \dots\dots\dots (2)$$

$$Z_3 = C_v \sqrt{\frac{(1 - r_{(0)})/3 + 0,52 r_{(0)} / d_{(0)} \sqrt{A/N}}{N}} \dots\dots\dots (3)$$

$$l = 1,07 \sqrt{A/N} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

$r_{(d)}$ = koefisien korelasi untuk jarak d km

$r_{(0)}$ = koefisien korelasi untuk jarak sangat dekat

d = jarak antar stasiun, dalam km

$d_{(0)}$ = radius korelasi, yaitu jarak antar stasiun dimana korelasi berkurang dengan faktor e.

Z_1 = kesalahan perataan, dalam %

C_v = koefisien variasi

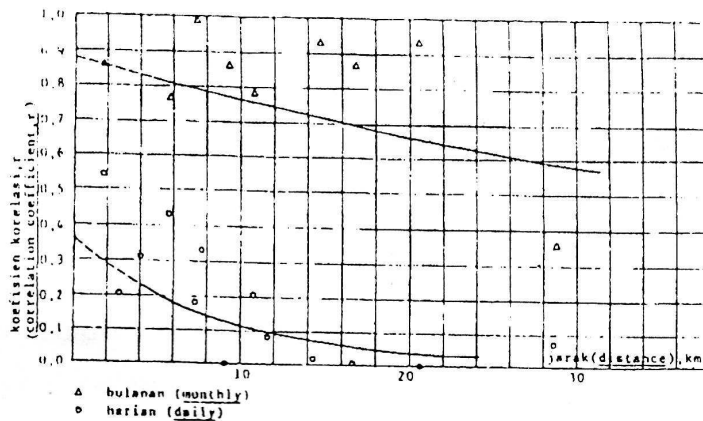
A = luas Daerah Aliran Sungai (DAS), dalam km²

N = jumlah stasiun

Z_3 = kesalahan interpolasi, dalam %

l = jarak antar stasiun

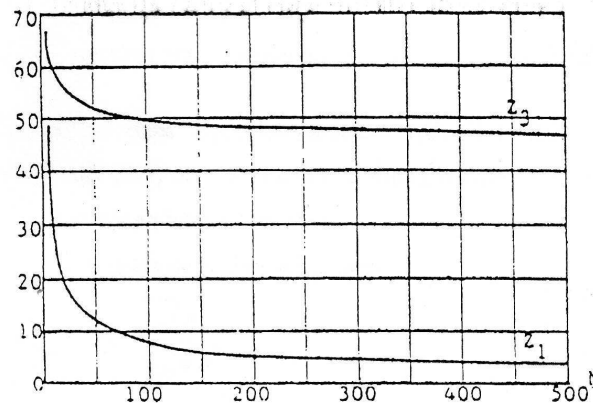
Dari hubungan antara jarak antar stasiun dan koefisien korelasi (r), dapat digambarkan grafik lengkung eksponensial, seperti yang nampak pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Korelasi antar stasiun hujan pada Suatu DAS

Sumber : Sri Harto Br, 2000

Berdasarkan persamaan (2) dan (3), dapat diperoleh grafik hubungan antara jumlah stasiun dan ketelitian yang diperoleh baik untuk hujan harian maupun hujan bulanan sebagai berikut.



Gambar 2. Kesalahan sebagai fungsi jumlah stasiun pada suatu DAS

Sumber : Sri Harto Br, 2000

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut. (Chay Asdak, 2004 : 296)

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

Cv = koefisien variasi

S = deviasi standar

\bar{x} = rata-rata hitung

Cara Kagan ini dapat digunakan dalam dua keadaan yaitu :

1. Untuk mengevaluasi jaringan yang telah ada, dan untuk mendapatkan kerapatan jaringan optimum. Cara ini ditempuh dengan membandingkan kerapatan jaringan yang telah ada, dengan kerapatan jaringan yang diperoleh dengan cara Kagan. Apabila kerapatan yang telah ada lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan menurut patokan Kagan, maka jumlah stasiun yang ada dapat dikurangi sehingga menurunkan biaya operasional. Atau tidak semua stasiun hujan diperlukan dalam analisis. Stasiun-stasiun yang digunakan selanjutnya adalah hanya stasiun-stasiun yang terdekat dengan simpul-simpul jaringan Kagan, sedangkan stasiun yang jauh dari simpul, dapat dihilangkan atau ditutup atau tidak perlu digunakan untuk analisis lanjutan. Sebaliknya bila kerapatan jaringan yang ada ternyata lebih rendah dengan kerapatan jaringan sesuai dengan patokan Kagan, maka perlu ditambah stasiun-stasiun baru di simpul jaringan Kagan.
2. Untuk merencanakan jaringan stasiun hujan dalam satu DAS yang belum mempunyai stasiun hujan sama sekali. Hal tersebut dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :
 - a. Menetapkan secara acak jumlah dan pola penempatan stasiun hujan awal (*pilot networks*). Selanjutnya setelah berfungsi beberapa lama, misalnya 5 tahun, kemudian dievaluasi, dengan cara-cara yang telah disebutkan terdahulu.
 - b. Menetapkan jaringan awal dengan cara Kagan, dengan meminjam karakter hujan DAS lain terdekat sebagai acuan sementara. Selanjutnya apabila telah beroperasi beberapa lama, misalnya lima tahun, kemudian dievaluasi lagi dengan cara Kagan.

Untuk pendekatan awal (Sri Harto dan Vermeulen, 1987) mengemukakan rumus berikut :

$$EH = 100,3187 N^{-0.5395} \dots\dots\dots (6)$$

$$EB = 22,4504 N^{-0.5231} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

EH = kesalahan perataan hujan harian, dalam % dan

N = jumlah stasiun yang ada

EB = kesalahan perataan hujan bulanan, dalam %

Metode Penelitian

Analisis yang biasanya digunakan dalam pengelolaan data hidrologi adalah analisis statistik.

Secara garis besar langkah-langkah yang ditempuh sebagai berikut ini :

1. Menentukan stasiun – stasiun hujan yang aktif pada DAS Nolmina
2. Menentukan curah hujan maksimum harian dan curah hujan maksimum bulanan pada stasiun – stasiun hujan yang aktif pada DAS Noelmina
3. Menghitung jarak antar stasiun hujan
4. Menghitung korelasi antar stasiun curah hujan, baik untuk hujan harian maupun hujan bulanan, sesuai dengan yang diperlukan. Dalam penetapan hubungan ini tidak perlu diperhatikan orientasi arahnya, karena tidak berpengaruh terhadap besarnya korelasi, sedangkan korelasi hanya dilakukan untuk hari-hari yang dikedua stasiun terjadi hujan
5. Dari jaringan stasiun hujan yang telah tersedia, dapat dihitung nilai koefisien variasi (Cv) baik harian maupun bulanan, sesuai dengan yang diperlukan.
6. Hubungan yang diperoleh di atas digambarkan dalam sebuah grafik lengkung eksponensial, dari grafik ini dapat diperoleh besaran $d_{(0)}$ dengan menggunakan nilai rata-rata d dan $r_{(d)}$.
7. Dengan besaran tersebut, maka kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi dapat dihitung dengan persamaan (2) dan (3), setelah tinggi ketelitian ditetapkan. Atau sebaliknya, dapat dicari grafik hubungan antara jumlah stasiun hujan dengan ketelitian yang diperoleh, baik untuk hujan harian maupun hujan bulanan.
8. Setelah jumlah stasiun ditetapkan untuk Daerah Aliran Sungai tersebut maka penetapan stasiun hujan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (4) dan menggambarkan jaring-jaring segitiga sama sisi dengan panjang sisi sama dengan 1.

Penggambaran simpul-simpul Kagan menggunakan program komputer AutoCAD 2007

III. Hasil dan Pembahasan

Daerah Aliran Sungai (DAS) Noelmina merupakan DAS lintas kabupaten yang meliputi wilayah Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Kabupaten Kupang. Bagian hulu Sungai Noelmina terletak di Gunung Mutis, wilayah perbatasan Kabupaten TTS dan Kabupaten TTU dan bermuara ke Samudera Indonesia. DAS Noelmina yang terdiri dari delapan Sub DAS dan enam stasiun hujan aktif serta memiliki luas daerah tangkapan air sebesar 2.036,544 km² dengan curah hujan rata-rata tahunan sebesar 1.380 mm. Sungai Noelmina sendiri mempunyai panjang sungai 43,75 km dan lebar rata-rata sungai 53,00 m dengan kemiringan rata-rata sungai 0,023 %.

Kerapatan stasiun hujan eksisting pada DAS Noelmina rata-rata :

$$= \frac{\text{Luas DAS Noelmina}}{\text{Jumlah Stasiun}}$$

$$= \frac{2.036,544}{6} = 339,424 \text{ km}^2/\text{Stasiun}$$

Menghitung Jarak dan Curah Hujan

Dari hasil studi pustaka, diperoleh informasi bahwa Pada DAS Noelmina terdapat 7 Stasiun curah hujan MRG (*Manual Rain fall Gauge*), dan yang berfungsi saat ini hanya 6 stasiun hujan. Sedangkan 1 stasiun hujan lainnya dinyatakan rusak akibat tidak dirawat dengan baik. Daftar stasiun curah hujan pada DAS Noelmina dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Stasiun Curah Hujan Pada DAS Noelmina

No.	Nama Stasiun	Jenis Stasiun	Keterangan
1.	St. Batinifukoko	Manual Rainfall Gauge (MRG)	Aktif
2.	St. Hueknutu	Manual Rainfall Gauge (MRG)	Aktif
3.	St. SMU Karya-So'e	Manual Rainfall Gauge (MRG)	Aktif
4.	St. Kumlol	Manual Rainfall Gauge (MRG)	Aktif
5.	St. Oelbiuin	Manual Rainfall Gauge (MRG)	Aktif
6.	St. Panite	Manual Rainfall Gauge (MRG)	Aktif
7.	St. Oelbubuk	Manual Rainfall Gauge (MRG)	Tidak Aktif

Sumber : Hasil Penelitian, 2010

Jarak antar stasiun curah hujan

Jarak antar stasiun curah hujan di ukur dari satu stasiun ke stasiun yang lain dan sebaliknya, sehingga didapat jarak semua stasiun dalam DAS Noelmina, seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Jarak Antar Stasiun Hujan

No	Lokasi	Tinjauan Jarak Stasiun Hujan Terhadap Lokasi (km ²)					
		Batinifukoko	Hueknutu	SMU Karya-So'e	Kumlol	Oelbiuin	Panite
1	Batinifukoko	0	22,149	25,821	33,681	39,213	41,663
2	Hueknutu	22,149	0	23,999	11,703	17,104	27,599
3	SMU Karya-So'e	25,821	23,999	0	28,473	35,299	20,190
4	Kumlol	33,681	11,703	28,473	0	6,884	22,896
5	Oelbiuin	39,213	17,104	35,299	6,884	0	27,593
6	Panite	41,663	27,599	20,190	22,896	27,593	0

Sumber : Hasil Perhitungan, 2010

Menghitung curah hujan harian dan bulanan

Curah hujan maksimum harian dan bulanan pada masing-masing stasiun curah hujan yang berada pada DAS Noelmina, seperti pada tabel 3 dan tabel 4 di bawah ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Harian

No.	POSHUJAN	CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM (mm)										CURAH HUJAN HARIAN MAX. TAHUNAN (mm)
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
		TGL/BLN	TGL/BLN	TGL/BLN	TGL/BLN	TGL/BLN	TGL/BLN	TGL/BLN	TGL/BLN	TGL/BLN	TGL/BLN	
1	BATINIFUKOKO	27-Dec	16-Feb	19-Dec	19-Jan	20-Apr	12-Jan	9-Apr	7-Feb	18-Mar	24-Mar	139,00
		101,00	77,00	95,00	106,00	78,00	105,00	139,00	82,00	80,00	77,00	
2	HUEKNUTU	25-Dec	5-Mar	6-Dec	-	17-Feb	18-Jan	26-Nov	24-Dec	31-Jan	17-Jan	154,31
		121,00	97,00	91,40	154,31	120,00	115,20	38,00	100,00	67,00	51,00	
3	SMU KARYA-SO'E	20-Dec	15-Dec	9-Apr	21-Jan	4-May	22-Jan	6-Apr	24-Dec	27-Jan	20-Mar	223,00
		88,00	95,00	120,00	100,00	121,00	156,00	175,00	223,00	78,00	70,00	
4	KUMLOL	1-Dec	10-Dec	25-Nov	19-Jan	5-Jan	18-Jan	27-Nov	25-Jan	18-Mar	28-Dec	385,00
		208,00	70,00	200,00	208,00	56,00	252,50	74,00	385,00	93,30	105,00	
5	OELBIUIN	3-Apr	1-Mar	21-Jan	5-Feb	17-Feb	27-Nov	2-Mar	19-Dec	4-Feb	16-Mar	157,00
		157,00	105,00	115,00	96,00	120,00	108,00	73,00	107,00	78,00	95,00	
6	PANITIE	13-Mar	4-Jun	5-Mar	6-Apr	10-Dec	14-Feb	13-Nov	4-Apr	29-Jan	10-Mar	136,00
		90,00	136,00	80,00	94,00	90,00	112,00	87,00	86,00	110,00	104,00	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2010

Tabel 4. Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Bulanan

No.	POSHUJAN	CURAH HUJAN BULANAN MAKSIMUM (mm)										CURAH HUJAN BULANAN MAX. TAHUNAN (mm)
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
		BLN	BLN	BLN	BLN	BLN	BLN	BLN	BLN	BLN	BLN	
		CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	
1	BATINIFUKOKO	Feb 549,00	Feb 672,00	Des 578,00	Jan 671,50	April 470,50	Jan 369,00	Jan 471,00	Feb 387,00	Jan 390,20	Maret 376,60	672,00
2	HUEKNUTU	Des 1351,00	Feb 738,00	Nov 613,40	- 651,79	Feb 610,00	Jan 1156,50	Des 145,00	Des 531,00	Feb 306,00	Jan 234,60	1351,00
3	SMU KARYA-SO'E	Des 489,00	Feb 535,00	Nov 438,00	Jan 596,00	April 512,00	Mar 686,00	Jan 814,00	Des 1166,00	Jan 643,00	Mar 486,00	1166,00
4	KUMLOL	Des 595,00	Feb 483,00	Nov 669,00	Jan 747,00	Nov 287,00	Jan 1743,50	Des 157,00	Jan 1290,00	Mar 573,00	Des 544,00	1743,50
5	OELBIUIN	Mar 621,00	Feb 286,00	Jan 228,50	Feb 465,00	Jan 335,00	Jan 432,00	Feb 250,00	Des 645,00	Feb 436,50	Des 330,00	645,00
6	FANITIE	Mar 456,00	Juni 239,00	Jan 237,00	Mar 432,00	Des 456,00	Feb 857,00	Nov 488,00	Mar 566,00	Mei 972,00	Feb 476,00	972,00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2010

Korelasi Antar Stasiun Hujan

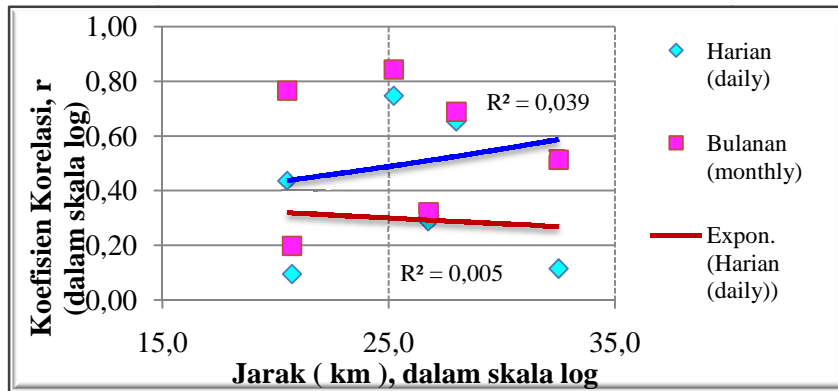
Perhitungan analisis korelasi antar stasiun untuk curah hujan harian dan curah hujan bulanan ditunjukkan pada tabel 5, sebagai berikut :

Tabel 5. Jarak Rata-rata Semua Stasiun terhadap Stasiun yang Ditinjau dan Korelasi Masing-masing Stasiun pada DAS Noelmina

Stasiun Hujan	Jarak Rata-rata Stasiun Lainnya Terhadap Stasiun Hujan (Km ²)	r _{harian}	r _{bulanan}
Batinifukoko	32,506	0,114	0,513
Hueknutu	20,511	0,436	0,766
SMU Karya-So'e	26,757	0,286	0,321
Kumlol	20,727	0,095	0,197
Oelbiuin	25,219	0,747	0,843
Panite	27,988	0,653	0,688
Rata-rata		0,389	0,555

Sumber : Hasil Perhitungan, 2009

Selanjutnya hubungan antara jarak antar stasiun dan koefisien korelasi untuk hujan harian maupun hujan bulanan untuk semua stasiun pada DAS Noelmina dapat dilihat pada gambar 3, sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Koefisien Korelasi Stasiun Batinifukoko
 Sumber : Hasil Perhitungan,2010

Koefisien Variasi Antar Stasiun Hujan

Penghitungan statistik hujan bulanan maupun harian (rata-rata DAS) menggunakan cara garis isohyet. Dari data curah hujan maksimum harian dan maksimum bulanan masing-masing stasiun di plot ke dalam peta stasiun sebagai tinggi curah hujan masing-masing stasiun. Dari data tinggi curah hujan tersebut, digambar garis isohyet dengan cara menginterpolasi antara tinggi curah hujan di stasiun yang satu dengan stasiun yang lain.

Interval untuk curah hujan harian adalah 25 mm dan interval untuk curah hujan bulanan adalah 150 mm. Garis isohyet merupakan batas ketinggian curah hujan yang dipengaruhi oleh penakar hujan. Dari garis-garis isohyet tersebut dihitung luas untuk masing-masing interval curah hujan harian maupun curah hujan bulanan dan dihitung koefisien variasi (Cv) dan diperoleh koefisien variasi (Cv) harian = 0.305 dan koefisien variasi (Cv) bulanan = 0.296

Kesalahan Perataan dan Kesalahan Interpolasi

Berdasar persamaan (2) dan (3) dapat dihitung masing-masing kesalahan perataan (Z_1) dan kesalahan interpolasi (Z_3) untuk curah hujan harian dan bulanan sebagai berikut :

1. Kesalahan perataan (Z_1) dan kesalahan interpolasi (Z_3) untuk curah hujan harian

Kesalahan perataan (Z_1) untuk curah hujan harian

$$Cv \text{ harian} = 0,305$$

$$r_{(0)} \text{ harian} = 0,071$$

$$A = 2.036,544 \text{ km}^2$$

$$d_{(0)} = 20,511$$

$$N = 6 \text{ stasiun}$$

$$Z_1 = 0,305 \sqrt{\frac{1 - 0,071 + 0,23 \frac{\sqrt{2.036,544}}{20,511 \sqrt{6}}}{6}} = 0,3653 = 36,537 \%$$

Kesalahan interpolasi (Z_3) untuk curah hujan harian

$$Z_3 = 0,305 \sqrt{(1 - 0,071) / 3 + 0,52 \frac{0,071}{20,511} \sqrt{\frac{2.036,544}{6}}} = 0,19069 = 19,069 \%$$

2. Kesalahan perataan (Z_1) dan kesalahan interpolasi (Z_3) untuk curah hujan bulanan

Kesalahan perataan (Z_1) untuk curah hujan bulanan

$$Cv \text{ bulanan} = 0.296$$

$$r_{(0)} \text{ bulanan} = 0.071$$

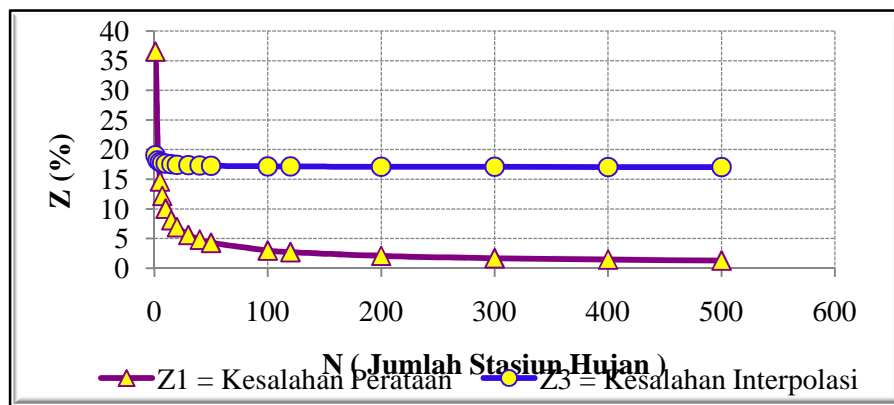
$$A = 2.036,544 \text{ km}^2$$

$$d_{(0)} = 20,511$$

$$N = 6 \text{ stasiun}$$

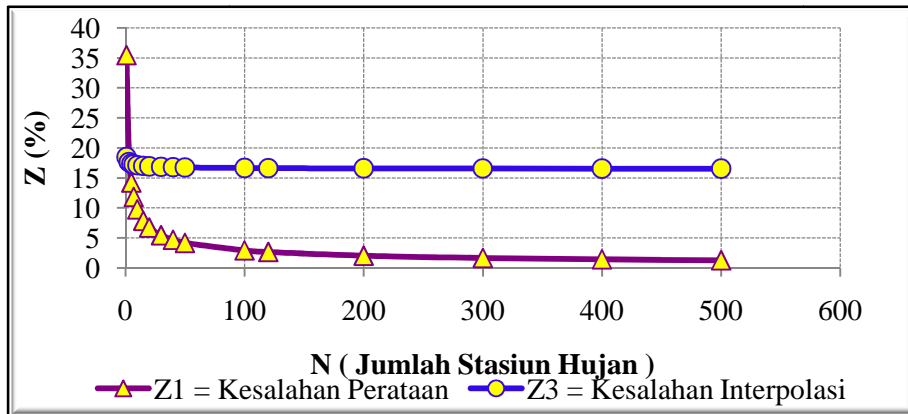
Didapatkan nilai $Z_1 = 35,458\%$ dan $Z_3 = 18,506\%$

Apabila ditetapkan jumlah stasiun yang bervariasi, maka persamaan tersebut dapat digunakan untuk memperoleh kesalahan-kesalahan tersebut, yang hasilnya dapat dilihat dalam Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Jumlah Stasiun Hujan dan Kesalahan Rata-Rata Harian Pada Noelmina

Sumber : Hasil Perhitungan, 2010



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Jumlah Stasiun Hujan dan Kesalahan Rata-Rata Bulanan Pada DAS Noelmina
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2010

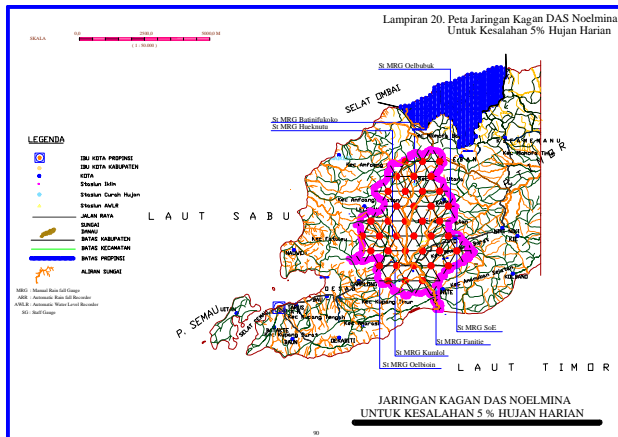
Berdasar gambar tersebut, atau persamaan (2) dapat ditetapkan jumlah stasiun hujan yang diperlukan apabila besar kesalahan yang diperlukan dapat ditetapkan. Untuk kesalahan 5% dan 10%, jaringan stasiun hujan harian memerlukan masing-masing 39 dan 11 buah stasiun hujan. Apabila didasarkan pada hujan bulanan diperoleh masing-masing 37 dan 10 buah stasiun. Berdasarkan jumlah stasiun yang diperlukan, maka jaringan Kagan dapat ditetapkan yaitu jaringan segitiga sama sisi, dengan panjang sisi l yang dihitung dengan persamaan (4) sebagai berikut:

- a. Untuk hujan harian dengan kesalahan 5 % didapat $l = 7,732$ km.
- b. Untuk hujan harian dengan kesalahan 10 % didapat $l = 14,559$ km.
- c. Untuk hujan Bulanan dengan kesalahan 5 % didapat $l = 7,938$ km.
- d. Untuk hujan Bulanan dengan kesalahan 10 % didapat $l = 15,270$ km.

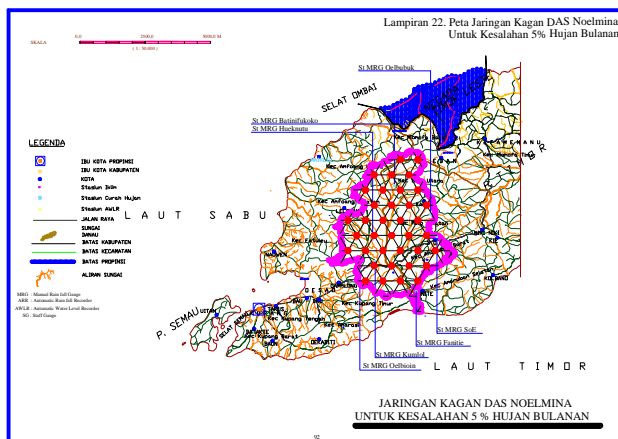
Evaluasi Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan pada DAS Noelmina

Data yang telah dihitung dan dilakukan analisis dengan cara Kagan menunjukkan bahwa jumlah stasiun yang ada belum memenuhi untuk hujan harian dan hujan bulanan. Jumlah stasiun yang ada masih lebih kecil dibandingkan dengan jumlah stasiun yang dituntut dengan cara Kagan. Sehingga perlu penetapan jumlah stasiun hujan dan memilih stasiun-stasiun yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya. Untuk kesalahan 5% pada hujan harian memiliki kerapatan $52,219 \text{ km}^2/\text{stasiun}$ dan kesalahan 10% memiliki kerapatan $185,140 \text{ km}^2/\text{stasiun}$, sedangkan kesalahan 5% pada

hujan bulanan memiliki kerapatan 55,042 km²/stasiun, dan kesalahan 10% untuk hujan bulanan memiliki kerapatan 203,654 km²/stasiun.



Gambar 6. Peta DAS Noelmina untuk Curah Hujan Harian dengan Kesalahan 5%



Gambar 7. Peta DAS Noelmina untuk Curah Hujan Harian dengan Kesalahan 5%

Berdasar pedoman yang dikeluarkan WMO (*World Meteorological Organisation*) untuk daerah tropik seperti Indonesia diperlukan kerapatan minimum sebesar 100-250 km² tiap stasiun dalam keadaan normal, sedangkan dalam keadaan yang sulit dianjurkan kerapatan sebesar 250-1000 km² tiap stasiun. Kerapatan stasiun hujan untuk kondisi DAS Noelmina sekarang cukup mencukupi syarat bila ditinjau dengan pedoman yang dikeluarkan WMO yakni 339,424 km²/stasiun untuk kondisi sulit. Namun masih perlu adanya penambahan 1 – 2 pos stasiun hujan lagi dan perlunya pola penyebaran yang lebih merata pada tiap wilayah dalam satu DAS yang ada.

IV. Simpulan

- 1 . Koefisien korelasi rata-rata hujan harian adalah 0,389 dan hujan bulanan 0.555. Nilai koefisien korelasi ini adalah nilai rata-rata semua stasiun pada DAS Noelmina.

- 2 . Pada DAS Noelmina saat ini terdapat 7 stasiun hujan dan 6 stasiun hujan yang dinyatakan masih berfungsi dengan baik. Sehingga untuk kesalahan 5% pada hujan harian dibutuhkan stasiun hujan 39 buah dan hujan bulanan dibutuhkan 37 buah stasiun hujan. Nilai kesalahan 10% untuk hujan harian dibutuhkan 11 buah stasiun hujan dan hujan bulanan dibutuhkan 10 buah stasiun hujan. Kebutuhan stasiun hujan yang didapat, jumlahnya lebih kecil dari stasiun hujan yang sudah ada, Sehingga perlu penetapan jumlah stasiun hujan dan memilih stasiun-stasiun yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya. Untuk itu perlu penambahan jumlah stasiun dan mengoperasikan kembali stasiun-stasiun yang tidak berfungsi dengan baik, dengan memperhatikan pola penyebaran.
3. Kerapatan jaringan stasiun hujan pada DAS Noelmina sekarang adalah 339,424 km². Untuk perencanaan penempatan stasiun hujan dengan cara Kagan didapatkan, untuk kesalahan 5% pada hujan harian memiliki kerapatan 52,219 km²/stasiun dan kesalahan 10% memiliki kerapatan 185,140 km²/stasiun, sedangkan kesalahan 5% pada hujan bulanan memiliki kerapatan 55,042 km²/stasiun, dan kesalahan 10% untuk hujan bulanan memiliki kerapatan 203,654 km²/stasiun. Jumlah stasiun bukan satu-satunya faktor yang berpengaruh terhadap tingkat ketelitian perkiraan hujan, namun pola penyebaran juga berperan dalam menentukan tingkat ketelitian hitungan. Sehingga dengan jumlah yang optimum dan penempatan merata dapat memberikan hasil perkiraan hujan yang lebih baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim. 1998. *Studi Optimasi Pola Umum Pengembangan Sumber Daya Air Propinsi NTT*, Depertemen PU, PSAPB, Nusa Tenggara Timur.
- Chay Asdak. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Soemarto CD. 1987. *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Jilid 1*, Penerbit Nova , Bandung
- Sri Harto Br. 1993. *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Sri Harto Br. 2000. *Hidrologi, Teori Masalah Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta
- Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.