JURNAL SAINS TERAPAN VOL. 9 NO.1 2023 e-*ISSN* 2477-5525
p-ISSN 2406-8810

Received : Maret	Accepted: Juni	Published : Juni

Evaluasi Pola Distribusi Stasiun Hujan Kota Medan

Sarra Rahmadani[1*], Rumilla Harahap[2], Ezra Hartarto Pongtuluran[3]
[12]Universitas Negeri Medan
[3]Politeknik Negeri Balikpapan

[*]sarra048@unimed.ac.id

Abstract

The rain station is an important aspect in hydrological analysis which functions as a place to set up a rainfall gauge which can provide information about the amount of rain that falls in an area. The number of rain stations in the regional system must be planned and distributed optimally so that the results obtained are effective and efficient. This research was conducted at three rain stations in Medan, namely Stamar Belawan, Helvetia and BBMKG Wil 1 with the aim of evaluating the distribution pattern or density of rain stations in Medan City. The method used is descriptive evaluative then analyzed with Kagan Rodda. The results of the evaluation of the total area of influence are 39.85 km2 using the Thiessen Polygon and ArcGIS 10.82. In this case the Helvetia station is the station with the largest area of influence, namely 28.30 Km2 or equal to 71% of the total area. Rationalization with Kagan-Rodda produces a side length of the triangle (L) is 3.02 Km. The need for rain stations in Medan City is considered to have been able to represent the entire area of Medan City with an equalization error value of <5% which is 4.83%.

Keywords : Distribution Pattern, Rain Station, Kagan Rodda, Medan City

Abstrak

Stasiun hujan merupakan aspek penting dalam Analisa hidrologi yang berfungsi sebagai tempat didirikannya alat pengukur curah hujan yang mana dapat memberikan informasi mengenai besaran jumlah hujan yang jatuh pada suatu Kawasan. Banyaknya stasiun hujan dalam sistem kawasan harus direncanakan dan didistribusikan dengan optimal agar hasil yang diperoleh efektif dan efisien. Penelitian ini dilakukan di tiga stasiun hujan Medan yaitu Stamar Belawan, Helvetia dan BBMKG Wil 1 dengan tujuan evaluasi pola distribusi atau kerapatan stasiun hujan Kota Medan. Metode yang digunakan adalah deskriptif evaluative kemudian dianalisis dengan Kagan Rodda. Hasil evaluasi luas total daerah pengaruh sebesar 39.85 km^2 dengan menggunakan Poligon Thiessen dan ArcGIS 10.82. Dalam hal ini stasiun helvetia merupakan stasiun dengan luas daerah pengaruh terbesar yaitu 28.30 Km^2 atau sama dengan 71% dari luas total. Rasionalisasi dengan Kagan-Rodda menghasilkan panjang sisi segitiga (L) adalah 3.02 Km. Kebutuhan stasiun hujan Kota Medan dianggap telah mampu mewakili seluruh kawasan Kota Medan dengan nilai kesalahan pemerataan <5% adalah 4.83%.

Kata kunci : Pola Distribusi , Stasiun Hujan , Kagan Rodda, Kota Medan

1. Pendahuluan

Kota Medan merupakan Ibu Kota Provinsi Sumatera Utara dengan luas daerah 26.510 Ha (265,10 km²) atau 3,6% dari keseluruhan wilayah Sumatra Utara. Terdata jumlah penduduknya tahun 2020 sebanyak 2.435.252 jiwa dengan kepadatan 9.522,22 jiwa/km^2, 21 kecamatan dan 151 kelurahan. Kota Medan masih tergolong rentan terjadi bencana banjir. Dikutip dari media massa online Kompas.com, "terdapat sejumlah kawasan di Kota Medan yang dilanda banjir usai hujan deras sejak Kamis hingga Jumat (12/11/2021) dini hari. Laporan yang dirilis Badan Penanggulangan

Bencana Daerah (BPBD) Kota Medan, sekitar 427 rumah di dua kecamatan terendam banjir, dengan ketinggian air 100 cm. Banjir terjadi di tiga kelurahan, yakni Kelurahan Gedung Johor, Kecamatan Medan Johor. Banjir dapat disebabkan oleh banyak faktor, salah satu diantaranya adalah curah hujan. Berikut Gambar 1 dokumentasi banjir yang terjadi di Medan.



Gambar 1. Dokumentasi Banjir Medan

Dalam suatu analisis hidrologi, data curah hujan merupakan masukan utama dalam penyediaan informasi. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penyebaran pos atau stasiun hujan yang merata, yang dapat mewakili peristiwa hujan di berbagai bentuk topografi di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS).

Saat ini Kota Medan telah memiliki beberapa stasiun hujan sebagai tempat didirikannya alat penakar curah hujan dan pemantauan hujan. Perolehan data curah hujan yang baik di dapat dari rekaman yang selalu berada dalam pengawasan. Semakin banyak keberadaan stasiun hujan maka akan semakin detail data curah hujan yang terekam. Tetapi, perlu pula adanya batasan kerapatan antara satu stasiun curah hujan dengan satu stasiun curah hujan lainnya. Jumlah dan letak stasiun hujan menjadi hal yang perlu diperhatikan terkait ketersediaan data hujan. Penentuan titik pemasangan stasiun hujan harus dilakukan secara efektif dan efisien. Hal tersebut perlu dilakukan karena biaya pemasangan yang terbatas dan perawatan alat yang membutuhkan tenaga khusus. Selain itu yang lebih penting adalah karena jumlah hujan yang terjadi dalam satu kawasan akan di *transformed* atau alih ragamkan menjadi aliran pada saluran-saluran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh hujan yang terjadi setiap saat harus terukur secara cermat.

2. Metoda Penelitian

Studi ini menggunakan metode deskriptif evaluatif, dimana metode yang menlakukan evaluasi mengenai kondisi objektif pada suatu keadaan yang sedang menjadi objek studi. Adapun analisis yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif dengan tujuan menggambarkan secara tepat sifat-sifat suatu individu, keadaan atau gejala tertentu dilokasi studi.

Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer melalui survei langsung ke lokasi studi. Ini dilakukan saat menentukan titik koordinat tiap lokasi studi. Pengambilan koordinat ini dibantu dengan alat *Global Positioning System* (GPS). Hasil pembacaan GPS tersebut digunakan sebagai masukan informasi ke aplikasi ArcGis 10.82. dan luarannya adalah peta sebaran stasiun hujan Kota Medan. Data sekunder merupakan data curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi Penelitian yaitu di Kota Medan, tepatnya di Stasiun Hujan Kota Medan. Terdapat 3 lokasi stasiun hujan Kota Medan yaitu Stamar Belawan, Stasiun Helvetia dan BBMKG Wil I Medan.

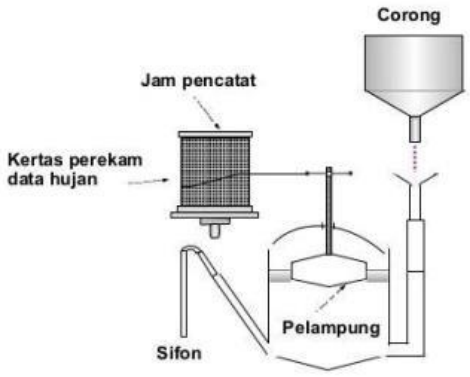
2.2. Curah Hujan dan Pengukurannya

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh pada periode tertentu. Pengukurannya dilakukan dengan satuan tinggi diatas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi penguapan atau infiltrasi, *run off*, atau evaporasi. Curah hujan dengan ketinggian tertentu yang terkumpul menjadi satu dalam penakar hujan, tidak meresap, tidak mengali dan tidak menyerap (utuh dan tidak mengalami kebocoran). Tinggi air yang jatuh dinyatakan dalam satuan milimiter.

Pengukuran curah hujan dapat dilakukan secara langsung dengan menampung air hujan yang jatuh, namun tidak mungkin dilakukan pada seluruh daerah tangkapan air. Pengukuran dapat dilakukan dibeberapa titik yang telah

ditetapkan dengan menggunakan alat pengukur hujan. Hujan yang terukur oleh alat tersebut mewakili suatu luasan daerah disekitarnya. Hujan terukur dapat dinyatakan dengan kedalaman hujan yang jatuh pada suatu interval waktu tertentu. Data intensitas hujan sangat penting untuk memperkirakan debit banjir, seperti dalam perencanaan sistem drainase perkotaan, pengendali banjir, dan sebagainya.

Alat penakar hujan ada dua macam, yaitu manual raingauge yang biasanya juga disebut dengan alat ukur hujan biasa dan automatic raingauge atau penakar hujan otomatis. Gambar 2 merupakan alat penakar hujan otomatis jenis pelampung



Gambar 2. Alat Penakar Hujan Otomatis

2.3. Penetapan Stasiun Hujan

Jaringan stasiun hujan mempunyai fungsi yang sangat penting, yaitu untuk mengurangi variabilitas besaran kejadian atau mengurangi ketidakpastian dan meningkatkan pemahaman terhadap besaran yang terukur maupun terinterpolasi (Harto, 1993). Setiap stasiun hujan memiliki luasan pengaruh (*sphere of influence*) yang merupakan kawasan dari kejadian-kejadian di dalamnya menunjukkan hubungan dengan salah satu kejadian yang diamati stasiun lainnya di dalam kawasan tersebut. Jaringan stasiun hujan (*rainfall network*) harus mencakup kerapatan jaringan serta kemungkinan pertukaran datanya. Salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan penetapan jaringan stasiun hujan primer dan sekunder. Data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan merupakan data hujan lokal yang kemampuannya mewakili pengukuran hujan untuk luas kawasan tertentu. Sehingga untuk menentukan besarnya curah hujan suatu DAS diperlukan beberapa stasiun penakar hujan yang tersebar di dalam DAS yang bersangkutan dengan kerapatan dan pola penyebaran yang memadai.

Kagan-Rodda merupakan metode yang relatif sederhana dalam penerapan titik stasiun hujan. Kelebihan metode ini adalah jumlah pos hujan dapat ditetapkan dalam tingkat ketelitian tertentu, dan juga cara ini sekaligus memberikan pola penempatan dan persebaran stasiun hujan dengan jelas.

Rumus matematis yang digunakan untuk analisis Kagan-Rodda seperti dibawah ini:

$$r_{(d)} = r_{(0)} e^{\frac{-d}{d_{(0)}}}$$

$$Z1 = Cv \sqrt{\frac{1 - r_{(0)} + 0.23 \frac{\sqrt{A}}{d_{(0)}\sqrt{n}}}{n}}$$

$$Z2 = Cv \sqrt{\frac{1}{3}(1 - r_{(0)}) + 0.52 \frac{r_{(0)}}{d_{(0)}} \sqrt{\frac{A}{n}}}$$

$$L = 1.07 \sqrt{\frac{A}{n}}$$

dengan,

$r_{(d)}$: koefisien korelasi jarak stasiun sejauh d
$r_{(0)}$: koefisien korelasi jarak stasiun pendek
d : jarak antar stasiun (km)
$d_{(0)}$: radius korelasi
Cv : koefisien variasi
A : luas DAS (km)
N : jumlah stasiun
Z1, Z2 : kesalahan perataan (%)
O : kesalahan interpolasi (%)
L : jarak antar stasiun (km)

Dari persamaan-persamaan ini dapat diperoleh:
1. hubungan antara jumlah stasiun hujan dengan kesalahan yang terjadi
2. lokasi stasiun hujan sesuai dengan pola jaringan tertentu.

2.4. Kerapatan Stasiun Hujan

Jumlah stasiun hujan bukan merupakan satu-satunya faktor yang berpengaruh terhadap ketelitian dalam memperkirakan kejadian

hujan. Selain dari jumlah, pola penyebaran stasiun-stasiun hujan dalam suatu DAS berperan dalam menentukan ketelitian perhitungan (Sri Harto, 1993). Jaringan stasiun hujan yang relatif renggang cukup untuk hujan besar yang biasa atau untuk menentukan nilai rerata tahunan di atas daerah luas yang datar. Sedangkan jaringan yang sangat rapat dibutuhkan guna menentukan pola hujan dalam hujan yang lebat disertai guntur.

Jaringan stasiun hujan merupakan bagian dari analisa hidrologi yang digunakan sebagai awal tindak suatu perencanaan untuk kepentingan bangunan air. Jaringan stasiun ini memberikan informasi mengenai besaran jumlah hujan yang jatuh pada suatu kawasan atau Daerah Aliran Sungai (DAS). Banyaknya stasiun hujan dalam sistem suatu DAS harus direncanakan dengan baik agar hasil yang diperoleh efektif dan efisien. Organisasi Meteorologi Dunia (*World Meterological Organisation*, WMO) memberikan pedoman tentang sebaran jaringan minimum pada beberapa daerah seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran Jaringan Stasiun Hujan

Daerah	**Kerapatan Jaringan Minimum (Km^2/Sta)**
Daerah datar beriklim sedang, Laut Tengah dan tropis	600 – 900
• Kondisi normal	100 – 250
• Daerah pegunungan	25
Pulau-pulau kecil bergunung (<20.000 km^2)	1.500 – 10.000
Daerah kering dan kutub	

Sumber : Shaw, 1988

Penentuan jumlah optimum stasiun hujan yang dipasang dalam DAS dapat dilakukan secara statistik. Apabila kesalahan yang diijinkan lebih besar, maka diperlukan jumlah stasiun hujan yang lebih kecil, demikan pula sebaliknya. Berdasarkan prinsip statistik tersebut, jumlah optimum stasiun hujan dapat diperoleh dengan persamaan berikut (Garg SK, 1982):

Hujan Rerata dari n stasiun

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{n}$$

Standar deviasi

$$\sigma = \left[\frac{n}{n-1}\left(\overline{P^2} - (\bar{P})^2\right]^{1/2}\right.$$

Koefisien variasi hujan

$$Cv = \frac{100\sigma}{\bar{P}}$$

Jumlah stasiun hujan

$$N = \left(\frac{Cv}{E}\right)^2$$

dengan,

N : jumlah stasiun hujan
C_v : koefisien variasi hujan
E : persentase kesalahan yang diijinkan
p : hujan rerata tahunan (mm)
$\bar{P}$: hujan rerata dari n stasiun (mm)
n : jumlah stasiun hujan yang ada
σ : standar deviasi

2.5. Penentuan Hujan Kawasan

Metode Poligon Thiessen merupakan metode yang penghitungannya lebih baik daripada metode aljabar. Dimana pada metode ini, dilakukan perhitungan pengaruh letak wilayah persebaran curah hujan terhadap stasiun DAS yang sudah ditentukan dan diukur luasnya. Walaupun lebih baik dari metode aljabar, namun metode ini lebih cocok digunakan untuk pada wilayah dengan karakteristik curah hujan sedikit dan tidak merata persebarannya. Hal ini sama dengan metode aljabar, dimana metode ini juga mencari jumlah rata-rata curah hujan, namun perhitungannya dilakukan dengan mengalikan curah hujan stasiun dengan luas daerah (yang sudah ditentukan dan dibatasi) stasiun. Kemudian hasil masing-masing perhitungan setiap stasiun ditotalkan dan dibagi dengan total luas wilayah stasiun yang masuk dalam perhitungan.

3. Hasil Penelitian

3.1. Penempatan Stasiun Curah Hujan

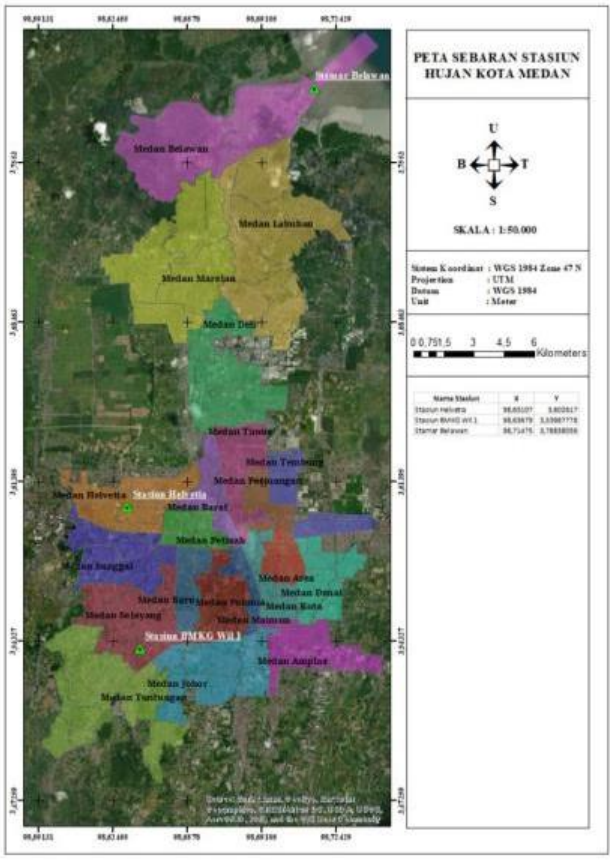
Penelitian ini menganalisis sebaran stasiun hujan yang terdapat di Kota Medan. Analisis yang dilakukan menggunakan data curah hujan yang diperoleh dari Badan

Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Penelitian ini didukung oleh aplikasi ArcGIS 10.82, untuk pemetaan batas wilayah Kota Medan. Tiap stasiun hujan ditentukan koordinatnya menggunakan *Global Positioning System* (GPS) kemudian diplot kedalam peta wilayah Kota Medan di Aplikasi ArcGIS 10.82. Tabel 2 merupakan data lokasi stasiun hujan Medan.

Tabel 2. Lokasi Stasiun Hujan Kota Medan

Stasiun	Lokasi (Kecamatan)	No. Pos	Koordinat	
			Bujur	Lintang
Stamar Belawan	Belawan	12710801a	98.71475	3.78838
Stasiun Helvetia	Medan Helvetia	12710301a	98.63106	3.60261
Stasiun BBMKG Wil I	Medan Selayang	-	98.63679	3.53987

Sumber : Sarra (ICIESC 2022)

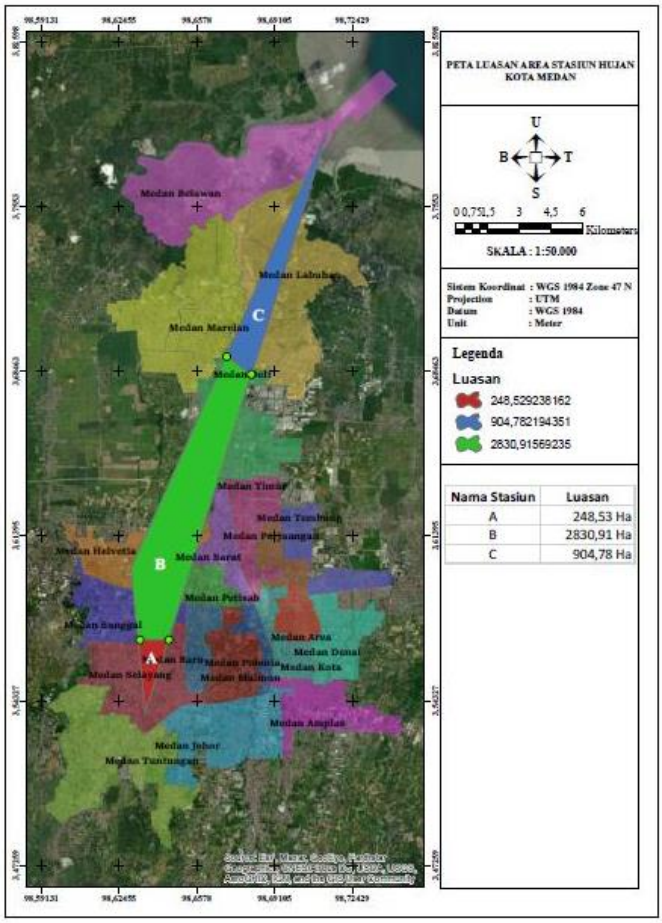


Gambar 3. Sebaran Stasiun Hujan Medan
Sumber : Sarra (ICIESC 2022)

Gambar 3 merupakan sebaran stasiun hujan Kota Medan dengan Aplikasi ArcGIS 10.82.

3.2. Analisis Hujan Kawasan

Analisis yang dilakukan pada penelitian menggunakan metode Polygon Thiessen, yang berguna untuk menentukan hujan kawasan. Berikut Gambar 4 merupakan pemetaan dengan metode polygon.



Gambar 4. Poligon Stasiun Hujan Medan
Sumber : Sarra (ICIESC 2022)

Hasil yang diperoleh dari pemetaan sebaran stasiun hujan Kota Medan dengan metode Polygon Thissen, tampak bahwa sebarannya tidak terlalu merata. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pemerataan pada penempatan stasiun hujan. Akibat yang dapat ditimbulkan dari tidak meratanya penempatan stasiun hujan adalah pencatatan informasi hujan atau data lainnya yang diperoleh dari stasiun kurang optimal dan dapat dikatakan kurang baik untuk mewakili satu kawasan. Hal ini juga yang dapat menjadi faktor penyebab ketidak efektifan data yang diperoleh.

Data hujan merupakan masukan utama yang dibutuhkan para perencana dalam merencanakan bangunan pengendali air, yang dibangunnya dengan tujuan agar air yang ada bisa dialirkan dan terarah supaya tidak terjadi permasalahan seperti kebanjiran ataupun kekurangan air. Berikut Tabel 3 merupakan tabel luas daerah pengaruh stasiun hujan Kota Medan.

Tabel 3. Area Pengaruh Stasiun Hujan

Stasiun	Luas Pengaruh (Km^2)	Persentase (%)
Stamar Belawan	9.05	23
Stasiun Helvetia	28.30	71
BBMKG Wil I Medan	2.50	6
Jumlah	39.85	100

Sumber : Sarra (ICIESC 2022)

Dari hasil analisis data diatas diketahui bahwa Stasiun Helvetia memiliki luas daerah pengaruh terbesar apabila dibandingkan dengan dua stasiun hujan lainnya, yaitu 28.30 Km^2 atau 71% dengan luas total daerah pengaruh seluruh stasiun hujan Kota Medan yaitu 39.85 Km^2. *World Meterological Organization* (WMO) menerapkan standar kerapatan minimum stasiun hujan adalah sebesar 100 – 250 Km^2/ Stasiun. Merujuk dari standar WMO tersebut dapat dinyatakan bahwa ketiga stasiun hujan Kota Medan tidak memenuhi standar untuk kerapatan jaringan antar stasiun hujan.

3.3. Analisa Hidrologi

Pada penelitian ini besaran curah hujan digunakan untuk membentuk korelasi antara stasiun hujan yang ada di Kota Medan. Data curah hujan pada penelitian diperoleh dari BMKG Deli Serdang tepatnya di Kantor BMKG yang berada di jalan Metreologi Kota Medan. Data Curah hujan yang digunakan dalam menyusun suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendali banjir adalah data curah hujan rata – rata per stasiun hujan. Data curah hujan ini disebut data curah hujan wilayah dan dinyatakan dalam satuan millimeter (mm).

Data yang digunakan merupakan data curah hujan maksimum (bulanan) pada ketiga stasiun hujan yang ada di Kota Medan, yaitu Stamar Belawan, Stasiun Helvetia, Stasiun BBMKG Wil I Medan. Priode data yang digunakan yaitu priode 5 tahun terakhir. Berikut Tabel 4 merupakan data curah hujan maksimum (bulanan).

Tabel 4. Curah Hujan Maksimum (Bulanan)

Stasiun	Tahun					Curah Hujan Thn-an (Maks; mm)
	2017	2018	2019	2020	2021	
Stamar Belawan	387	331	292	385	**448**	**448**
Stasiun Helvetia	285	388	376	**411**	309	**411**
Stasiun BBMKG Wil I Medan	458	397	450	**616**	521	**616**

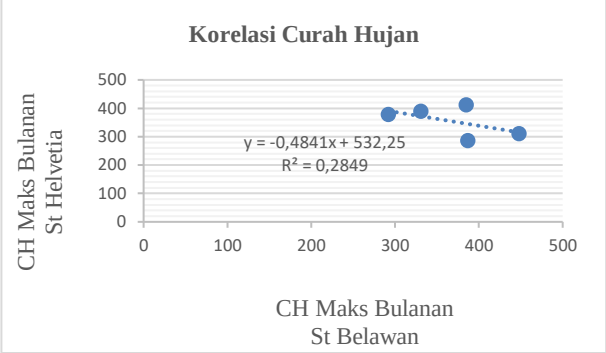
Sumber: BMKG Deli Serdang

Dari data curah hujan yang ditampilkan pada Tabel 4 dapat dinyatakan bahwa besaran nilai curah hujan tahunan (maksimum) yang memiliki nilai tertinggi adalah di stasiun BBMKG Wil I Medan dengan kedalaman hujan yang terjadi sebesar 616 mm terjadi pada tahun 2020. Data ini juga menjelaskan tentang variasi besar curah hujan pada tiap stasiun hujan berpengaruh terhadap analisis dalam pengembangan sumberdaya air. Maka dari itu, perlu adanya pertimbangan dengan menggunakan data stasiun hujan yang ada disekitar kawasan.

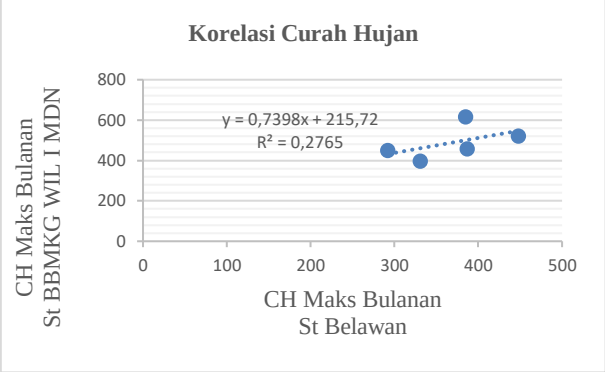
Data yang tersedia dari hasil pengukuran disetiap stasiun hujan merupakan rekaman dari besaran unsur hidrologi yang dalam hal ini adalah curah hujan yang terjadi dalam batas lokasi dan waktu tertentu serta dengan tingkat ketelitian tertentu pula. Besaran curah hujan yang terjadi dan terekam (tercatat) sesungguhnya hanya memberikan gambaran tentang besar curah hujan yang terjadi tepat dilokasi stasiun tersebut dan tidak berlaku untuk titik yang lain. Besaran curah hujan yang terjadi dititik lain dengan jarak tertentu dari stasiun tersebut sebenarnya tidak diketahui kepastiannya. Meskipun demikian, dengan beberapa konsep dan teori yang tersedia dalam ilmu hidrologi, data tersebut dapat digunakan sebagai sarana untuk dasar analisis.

3.4. Korelasi Stasiun Hujan dengan Curah Hujan

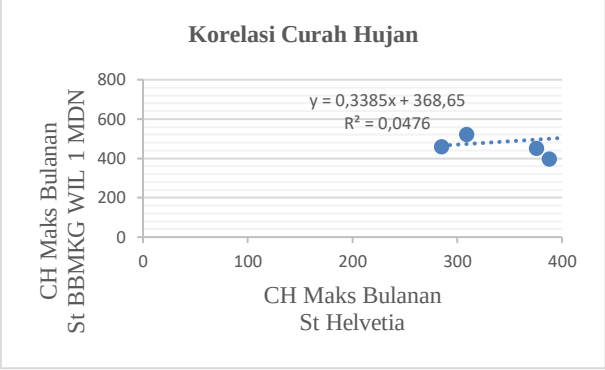
Evaluasi mengenai nilai korelasi antar stasiun hujan direkomendasikan oleh para ahli untuk dilakukan dalam besaran bulan-bulanan. Hal ini dapat diartikan bahwa hanya bulan yang terdapat hujan saja yang digunakan dalam analisis korelasi antar stasiun hujan. Berikut Gambar 5 sampai dengan Gambar 7 merupakan grafik korelasi curah hujan maksimum bulanan.



Gambar 5. Grafik Korelasi Curah Hujan Maksimum Bulanan (St Belawan – St Helvetia)



Gambar 6. Grafik Korelasi Curah Hujan Maksimum Bulanan (St Belawan – St BBMKG Wil I)



Gambar 7. Grafik Korelasi Curah Hujan Maksimum Bulanan (St Helvetia- St BBMKG Wil I)

Hasil dari korelasi curah hujan tiap stasiun direkapitulasi dalam bentuk matriks disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Korelasi Curah Hujan Maksimum antar Stasiun

Stasiun	Korelasi		
	Stamar Belawan	Stasiun Helvetia	Stasiun BBMKG Wil I
Stamar Belawan	1	0.2849	0.2765
Stasiun Helvetia	0.2849	1	0.0476
Stasiun BBMKG Wil I	0.2765	0.0476	1

Nilai korelasi antar stasiun hujan diperoleh dari pembuatan grafik regresi linier dengan menghubungkan data curah hujan bulanan maksimum antar stasiun hujan yang tersedia. Tabel 6 menampilkan jarak antar stasiun hujan.

Tabel 6. Jarak Antar Stasiun

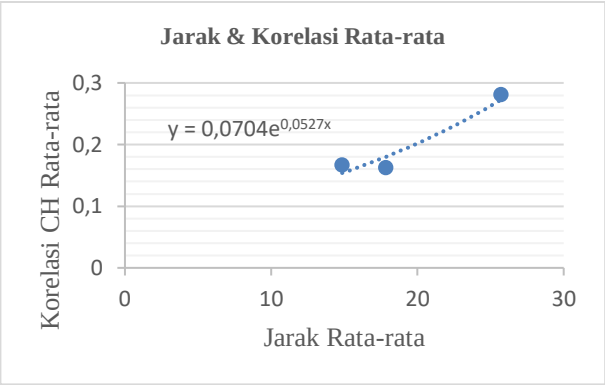
Stasiun	Jarak antar Stasiun (Km)		
	Stamar Belawan	Stasiun Helvetia	Stasiun BBMKG Wil I
Stamar Belawan	0	22.7	28.7
Stasiun Helvetia	22.7	0	7
Stasiun BBMKG Wil I	28.7	7	0

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh bahwa jarak yang paling jauh antar stasiun adalah Stasiun BBMKG Wil I Medan – Stamar Belawan, dengan jarak 28.7 Km, sedangkan jarak terdekat adalah stasiun BBMKG Wil I Medan – Helvetia yaitu 7 Km. Jarak antar stasiun hujan ini digunakan untuk menghitung jarak rata-rata stasiun hujan yang ditampilkan pada Tabel 7 Data ini digunakan sebagai pembanding dalam perhitungan kesalahan untuk memperoleh jumlah stasiun hujan yang ideal.

Tabel 7. Jarak Rata-rata (d) antar Stasiun

Stasiun	Jarak Rerata (Km)	Nilai Korelasi CH Rerata
Stamar Belawan	25.7	0.280
Stasiun Helvetia	14.85	0.166
Stasiun BBMKG Wil I	17.85	0.162

e-*ISSN* 2477-5525
p-ISSN 2406-8810



Gambar 8. Grafik Jarak dan Korelasi Curah Hujan Rerata

Hubungan antar jarak stasiun hujan rata-rata terhadap curah hujan rata-rata diaplikasikan dalam grafik eksponensial (Gambar 5.6). Dari grafik tersebut diperoleh nilai r (0) = 0.0704, dan d (0) = 20. Nilai d (0) diperoleh dari 1/0.05. Nilai ini digunakan untuk analisis perhitungan kesalahan terhadap pemerataan dan kesalahan interpolasi dalam menentukan kebutuhan jumlah stasiun hujan.

3.5. Pembahasan Evaluasi Penempatan Stasiun Hujan

Jumlah stasiun hujan dalam suatu kawasan sangat mempengaruhi tingkat kepastian dari informasi hujan yang akan diperoleh dan digunakan dalam suatu analisis hidrologi. Semakin tinggi kerapatan stasiun hujan akan makin tinggi pula ketelitian data yang akan diperoleh. Namun, penentuan jumlah stasiun hujan juga semestinya perlu dipertimbangkan dari segi biaya pengadaan yang sangat tinggi.

Pada suatu evaluasi jaringan stasiun hujan, rasionalnya adalah semakin banyak stasiun yang terpasang maka nilai Z1 (kesalahan perataan) dan Z2 (kesalahan interpolasi) akan semakin kecil. Hal ini menujukkan hubungan yang berbalik antara jumlah stasiun hujan dengan nilai Z1 maupun Z2. Perhitungan kesalahan perataan (Z1) dan interpolasi (Z3), diawali dengan menentukan nilai koefisien variasi (CV), dimana nilai koefisien variasi (CV) dapat diperoleh dari analisis perhitungan parameter statistik data curah hujan dengan memperhitungan standar deviasi terlebih dahulu. Setelah memperoleh nilai koefisien variasi (CV), dilakukan analisis terkait dengan persen kesalahan perataan dan interpolasi. Analisis ini dapat dilakukan dengan mempertimbangkan faktor luas kawasan dan hubungan faktor korelasi jarak stasiun terhadap curah hujan. Berikut Tabel 8 merupakan data rekapitulasi dari kesalahan pemerataan dan interpolasi.

Tabel 8. Rekapitulasi Kesalahan Pemerataan dan Interpolasi

n	Cv	r (0)	A (Km^2)	d (0)	Z1 (%)	Z3 (%)
1	0.139	0.07	39.84	20	13.92	7.88
2	0.139	0.07	39.84	20	9.74	7.84
3	0.139	0.07	39.84	20	7.91	7.82

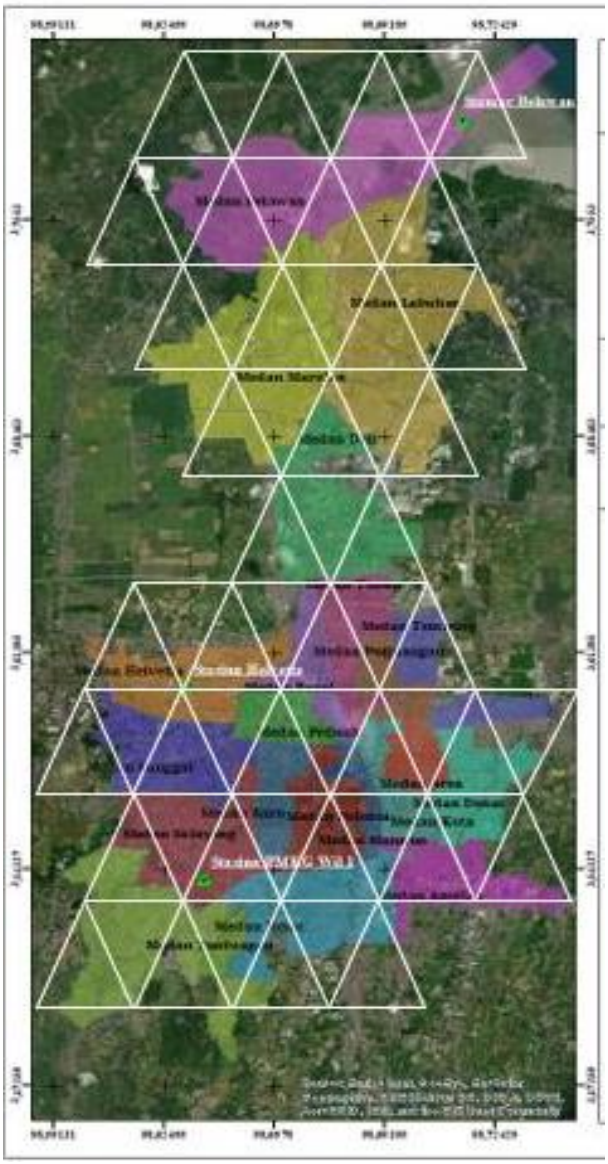
Dari tabel diatas terlihat kesalahan perataan (Z1) sangat besar atau > 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah stasiun eksisting saat ini belum dapat dikategorikan baik dalam pengumpulan data hujan, maka penyebaran lokasi stasiun hujan tersebut harus ditinjau kembali berdasarkan metode Kagan-Rodda. Hasil analisis perhitungan jarak stasiun metode Kagan-Rodda dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Jarak antar Stasiun (Kagan-Rodda)

Koefisien Awal	A (Km^2)	n	L (Km)
1.07	39.84	3	3.9

Data pada Tabel 9 menyatakan panjang jarak antar stasiun (L) berdasarkan Metode Kagan-Rodda adalah sebesar 3.9 Km. Pola penempatan Kagan-Rodda, dengan jumlah stasiun 3 dapat dioptimalkan dengan baik dan diletakkan secara merata di seluruh Kota Medan berdasarkan pola penempatan yang sudah tersedia.

Berikut Gambar 9 merupakan rekomendasi pola penempatan Kagan-Rodda dengan berpusat dari Stasiun Helvetia. Rekomendasi ini digunakan jika ingin melakukan penempatan ulang atau menambahkan jumlah stasiun hujan Kota Medan.



Gambar 9. Pola Penempatan Kagan-Rodda

4. Kesimpulan

Dari penelitian analisis sebaran stasiun hujan kota medan yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pola distribusi stasiun hujan Kota Medan tersebar merata dengan luas total 39.85 Km^2. Stasiun Helvetia yang memiliki luas pengaruh terbesar 71% dengan luas daerah pengaruh 28.3 Km^2.
2. Kondisi kerapatan penempatan jaringan stasiun hujan belum memenuhi standar minimum *World Meterological Organisation* (WMO), maka diperlukan pola penempatan melalui metode Kagan-Rodda dengan Panjang jarak (L) 3.02 Km.
3. Kebutuhan stasiun hujan dianggap telah cukup mewakili seluruh Kawasan dengan luas total 39.85 Km^2 dimana kesalahan dalam perataan < 5% adalah 4.83%.
4. Stasiun hujan di Kota Medan dengan 3 Stasiun hujan dapat dioptimalkan dengan baik dan diletakkan secara merata di seluruh Kota Medan berdasarkan dengan pola penempatan Kagan-Rodda dengan Panjang (L) 3.02 Km.

5. Saran

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan maka saran yang dapat disumbangkan adalah:

1. Data hujan yang dianalisis sebaiknya memiliki rentan waktu yang lebih Panjang dari 5 tahun. Hal ini dapat membantu hasil penelitian lebih akurat.
2. Selain menggunakan data hujan dikota yang diteliti, bisa juga ditambahkan dengan data yang diperoleh dari daerah sekitar penelitian, misalnya stasiun Deli Serdang.
3. Alat penakar curah hujan pada stasiun perlu perawatan agar pencatatan data optimal dan sesuai dengan kondisi sebenarnya.
4. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan beberapa faktor yang dapat dijadikan perbandingan dan dapat dianalisis.

6. Daftar Pustaka

[1] Zulfikar.R, Alfirman, Lily M., Limantara, Sri W. S. “rasionalisasi : kerapatan pos hujan menggunakan metode kagan-rodda di sub das Lesti” *J. Teknik Sipil.*, vol. VIII, No. 2, Universitas Brawijaya, 2019.

[2] Rahmadani. S, “Analysis Of Distribution Patterns Of Rain Stasion In Medan City”in *Proceedings of the 4th International Conference on Innovation in Education, Science and Culture, ICIESC 2022, 11 October 2022, Medan, Indonesia*.

[3] Kagan, R. L.: *Precipitation Statistical Principles,*WHO Bulletin, No. 324, 1972.
[4] Harto. S. : Hidrologi, Nafiri Offset, Yogyakarta. 2009
[5] Harto. S. : Analisa *Hidrologi,* Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 1993
[6] World Meteorological Organization : "Guide to Hydrologycal Practices, 4 Edition" Genewa Switzerland : WMO 1981.