

Skripsi Geofisika

**PERBANDINGAN METODE INTERPOLASI SECARA
SPASIAL SERTA EVALUASI KERAPATAN MINIMUM
STASIUN PENGAMAT HUJAN DI SULAWESI SELATAN**



Oleh:

ADE SORAYA PUTERI

H221 15 001

**DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDIN
MAKASSAR**

2019



**PERBANDINGAN METODE INTERPOLASI SECARA SPASIAL SERTA
EVALUASI KERAPATAN MINIMUM STASIUN PENGAMAT HUJAN
DI SULAWESI SELATAN**

Skripsi untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan
Memenuhi Syarat untuk Mencapai Gelar Sarjana



ADE SORAYA PUTERI

H221 15 001

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2019



LEMBAR PENGESAHAN

**Perbandingan Metode Interpolasi Secara Spasial Serta Evaluasi Kerapatan
Minimum Stasiun Pengamat Hujan Di Sulawesi Selatan**

Oleh:

ADE SORAYA PUTERI

H221 15 001

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains

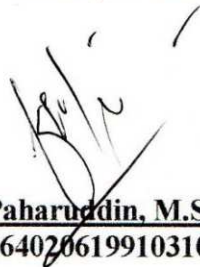
Program Pendidikan Sarjana, Departemen Geofisika Ini

Telah Disetujui Oleh Tim Pembimbing Pada Tanggal

Seperti Tertera di Bawah Ini

Makassar, 26 Desember 2019

Pembimbing Utama



Dr. Paharuddin, M.Si
NIP. 196402061991031002

Pembimbing Pertama



Muhammad Fawzy Ismullah, S.Si, MT
NIP. 199111092019031010





PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya orisinal saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan lainnya, dimanapun, kecuali yang telah dikutip sesuai kaidah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan dibantu oleh pihak pembimbing.

Makassar, 26 Desember 2019

Penulis

Ade Soraya Puteri



ABSTRAK

Hampir setiap wilayah di Indonesia memiliki stasiun pengamat hujan dengan ketinggian yang bervariasi namun tidak semua stasiun memiliki ketersediaan data yang memadai untuk membuat suatu model. Untuk melengkapi data maka perlu dilakukan interpolasi. Selain ketidaklengkapan data, kerapatan stasiun pengamat hujan juga mempengaruhi variabilitas data hujan yang diperoleh. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) dan Kriging, memilih metode yang cocok digunakan untuk interpolasi stasiun pengamat hujan di Sulawesi Selatan serta evaluasi kerapatan minimum stasiun pengamat hujan yang telah ada dengan kerapatan acuan dari *World Meteorological Organization* (WMO). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu interpolasi spasial IDW jenis *variable search radius* dengan *power* 0.1, 0.5, 2, 5 dan Kriging model *semivariogram Spherical* dan model *Gaussian* serta metode poligon *Thiessen* untuk melihat luas daerah per stasiun sebagai kerapatan minimum stasiun pengamat hujan. Data yang digunakan yaitu ketinggian stasiun pengamat hujan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode IDW merupakan metode yang cocok digunakan untuk interpolasi spasial stasiun pengamat hujan di Sulawesi Selatan dengan *error* 0.002 dan hasil evaluasi kerapatan minimum stasiun pengamat hujan memperlihatkan banyak stasiun yang tidak memenuhi standar WMO. Sekitar 1.6% stasiun tidak memenuhi kondisi sulit dan 44.4% stasiun tidak memenuhi kondisi normal.

Kata kunci: Interpolasi, Ketinggian, Stasiun Pengamat Hujan, *Inverse Distance Weighted*, Kriging, *World Meteorological Organization*



ABSTRACT

Almost every region in Indonesia has a rain observer stations with varying topography, but not all stations have availability data to make a model. To complete the data it is necessary to do interpolate. Besides incomplete data, the density of the rain observer stations also affect the variability of the rain data obtained. This study aims to compare the method of interpolation Inverse Distance Weighted (IDW) and Kriging, choosing a suitable method for interpolation of rain observer stations in South Sulawesi and evaluation of the minimum density of existing rain observer stations with reference densities from the World Meteorological Organization (WMO). The method used in this research is IDW spatial interpolation type search radius variable with power 0.1, 0.5, 2, 5 and Kriging with the Spherical semivariogram model and the Gaussian model and Thiessen polygon method to obtain station coverage area as the minimum density of the rain observer station. The data used is the topography of the rain monitoring stations. The results of this study indicate that the IDW method is a suitable method for spatial interpolation of rain observer stations in South Sulawesi with error 0.002 and the results of evaluation of the minimum density of the rain observer stations showed many stations unfulfilling the standards of the WMO. Approximately 1.6% of stations unfulfilling difficult conditions and 44.4% of the stations unfulfilling normal conditions.

Keywords: Interpolation, Topography, Rain Observer Station, Inverse Distance Weighted, Kriging, World Meteorological Organization



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wa Rahmatullaahi Wa Barakaatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamiin. Tidak ada kata yang paling layak penulis ucapkan selain kalimat syukur ini kepada ﷻ *Subhanahu Wa Ta'ala.* Tidak ada Dzat yang dapat membantu penulis melewati segala lika-liku perjuangan sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Perbandingan Metode Interpolasi Secara Spasial Serta Evaluasi Kerapatan Minimum Stasiun Pengamat Hujan Di Sulawesi Selatan**” selain Dia, Dzat Maha Sempurna. Shalawat dan Salam tidak luput untuk selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi ﷺ, keluarga, para sahabat beliau dan pengikutnya yang senantiasa mengikuti sunnah beliau hingga akhir zaman.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis dengan segala keterbatasan, kemampuan dan pengetahuan dapat melewati segala hambatan serta masalah berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-sebesarannya dan penghargaan yang setinggi-tingginya untuk orang tua penulis: Ayahanda yang amat penulis cintai **Adnan Rahman (Alm)** dan Ibunda tercinta Sulfia Kaloso, yang selalu memberi dukungan dan doa untuk penulis disaat ada ujian, memotivasi disaat penulis mulai pesimis, dan selalu mengasihi penulis dengan penuh kasih sayang hingga sampai pada di titik ini. Serta kakak-kakak terkasih dan terhebat **Mahdanul A. Rahman, Mardanus A. Rahman**

. **Asyri A. Rahman** terima kasih atas segala kasih dan dukungan yang pada adik bungsu kalian yang manja ini. Juga terima kasih kepada



keponakan-keponakan: **Nawal, Alham, Ismi** dan **Anis** yang selalu memberikan hiburan-hiburan menggemaskan.

Terima kasih kepada keluarga besar Umar Abd Rahman dan keluarga besar Abd. Rahman Kaloso. Terkhusus kepada **Tri Wahyuni, S.PWK** terima kasih selalu bersedia menjadi tempat berkeluh kesah dan terima kasih atas segala nasehat serta dukungan yang diberikan, *you're the best sister*.

Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak **Dr. Paharuddin, M.Si** dan Bapak **Muhammad Fawzy Ismullah, S.Si, MT** selaku Pembimbing Utama dan Pertama. Terimakasih atas bimbingan, waktu, arahan, dan segala jenis bantuan yang Bapak berikan selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak **Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc** dan Bapak **Dr. Samsu Arif, M.Si** selaku tim penguji. Terimakasih atas kritik dan saran yang telah diberikan sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Eng, Amiruddin, S.Si, M.Si** selaku Dekan Fakultas MIPA dan Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika, serta seluruh Staf Fakultas MIPA dan staf Departemen Geofisika yang telah membantu dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik, terutama selama pengurusan skripsi ini.
4. Bapak **Dr. Lantu, M.Eng.Sc (Alm)** selaku Penasehat Akademik penulis.

Terimakasih atas saran dan nasihat-nasihat yang pernah bapak berikan.
Semoga bapak mendapatkan tempat terbaik disisi Allah SWT. Serta kepada



dosen-dosen yang telah mendedikasikan waktunya sebagai pengajar. Terimakasih atas ilmu yang telah diberikan baik di dalam maupun di luar kelas.

5. Bapak dan Ibu pegawai Instansi BMKG Stasiun Klimatologi Maros yang telah membantu penulis dalam mendapatkan data stasiun pengamat hujan sehingga memudahkan penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Kawan “**HatiBusu**”. **Sucy Sindi Ayu Adam, S.Si** dan **Siti Rahmawati Maadi, S.Kom**, terima kasih atas suka duka yang sudah dilalui bersama, terima kasih selalu bersedia meluangkan waktu ketika penulis sedang resah dengan tugas akhir maupun ketika dilanda *homesick*. Juga kepada orang tua kecil dari “**HatiBusu**”. **Rizaldy** dan **Yuliana**, terima kasih atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis selama berada di tanah rantau ini. *Kalian Kawan Yang Mengagumkan!*
7. Saudara-saudari tak sedarah penulis yaitu **F15IKA (Hafis, Gustamin, JR, Aksa, Bang Yan, Nasri, Diky, Fadil, Pimeng, Edi, Ashadi, Itta, Ryan, Willy, Ali, Alwin, Arjun, Vico, Ahul, Erun, Ika, Kiks, Nyom, Mute, Queen, Abi, Anti, Cans, Pita, April, Aysyah, Muslima, Anas, Purna, Widy, Fatimah, Abhetz, Hariani, Irma, Defa, Devi, Make, Rahmi, Ayu, Eni, Sakinah, Yuli, Yunifa, Lina, Deay, Ari, Bumit, Atna, Uni, Idhats, Wanda, Soim, Nunu, Isna, Achan, Tawaro, Inem, Ammi, Mimy, Fatma, Ani, Arum, Dina, Tika, Mbak Kiki, Ilmi, Nermi, Yulpar, Indah, Uga, dan Justika)**. Terima kasih untuk segala rasa yang telah dibentuk bersama,



terima kasih untuk cerita dan pengalaman yang telah dilalui bersama, *love you from January 24, 2016. SATU DALAM DEKAPAN to the last.*

8. Kanda **Erry Hidayat Saiful, S.I.Kom** yang selalu sabar menghadapi penulis sekaligus mengajarkan banyak hal. Terima kasih telah menularkan ilmu sabar kepada penulis, terima kasih atas bantuan dan dukungan yang luar biasa. Terima kasih untuk 'Aamiin Paling Serious'-nya Kaks!
9. Teman-teman **Wakai Weekend Time** yang selalu siap sedia diajak *nge-trip*. Liburan bersama kalian selalu menyenangkan, terima kasih.
10. Keluarga besar **HIMAFI FMIPA UNHAS** dan **KM FMIPA UNHAS**. Kanda-kanda, teman angkatan serta adik-adik, terima kasih atas kebersamaan, pengalaman dan ilmu organisasi yang bermanfaat. *Jayalah Himafi Fisika Nan Jaya salam Use Your Mind Be The Best.*
11. Teman-teman **KKN Gel.99 Kec. Takkalasi** yang banyak membuat cerita sejak hari pertama KKN hingga selesai. Terima kasih untuk pengalaman 48 harinya.

Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu terima kasih untuk semuanya. Semoga apa yang telah dituliskan penulis dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi sesama dan berguna bagi semesta.

Aamiin Allahumma Aamiin.

Makassar, Desember 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENUNJUK SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Ruang Lingkup	3
I.4 Tujuan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Sistem Informasi Geografis	5
II.2 Metode Interpolasi Spasial	7
II.3 Stasiun Pengamat Hujan	16
II.4 Pedoman World Meteorological Organization (WMO)	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1 Lokasi Penelitian	20
III.2 Alat dan Bahan Penelitian	21
III.3 Tahapan Penelitian	21
III.4 Bagan Alir Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1 <i>Inverse Distance Weighted (IDW)</i>	26
.....ing	29
.....alisis Standar Kerapatan Minimum Stasiun Pengamat Hujan	32



BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan36

V.2 Saran37

DAFTAR PUSTAKA 38

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Data Vektor	6
Gambar 2.2 Data Raster	7
Gambar 2.3 Grafik Semivariogram	13
Gambar 2.4 Poligon <i>Thiessen</i>	18
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	20
Gambar 4.1 Peta Sebaran Stasiun Pengamat Hujan	25
Gambar 4.2 Hasil Interpolasi <i>Inverse Distance Weighted</i>	27
Gambar 4.3 Hasil Interpolasi Kriging	30
Gambar 4.4 Diagram Kerapatan Minimum Stasiun Pegamat Hujan	32
Gambar 4.5 Peta Kerapatan Minimum Stasiun Pegamat Hujan	33



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pedoman Kriteria Kerapatan Minimum Stasiun Pengamat Hujan	19
Tabel 4.1. Statistik Ketinggian Metode IDW Jenis <i>Variable Search Radius</i>	28
Tabel 4.2. Statistik Ketinggian Metode Kriging Berdasarkan Model <i>Semivariogram</i>	30
Tabel 4.3 Hasil Analisis Kerapatan Stasiun Pengamat Hujan Berdasarkan Standar <i>World Meteorological Organization</i> (WMO) Untuk 30 Stasiun	34



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Geofisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang keadaan fisis bumi dari pusat bumi sampai puncak atmosfer. Cabang ilmu geofisika termasuk seismologi, oseanografi, meteorologi dan lain-lain. Cabang meteorologi merupakan aplikasi dari sains dasar yang diterapkan untuk memecahkan masalah atmosfer atau gejala cuaca. Manusia sebagai salah satu makhluk hidup dengan segala aktivitas memberikan pengaruh cukup besar terhadap cuaca, maka fenomena cuaca merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan dalam setiap kegiatan manusia (Tjasyono, 2008).

Dilihat dari letaknya, Indonesia memiliki letak yang cukup strategis dengan luas perairan wilayah maritim sekitar 70%, mengakibatkan jumlah uap air yang terendapkan cukup besar sehingga pembentukan awan pun menghasilkan curah hujan yang semakin berfluktuasi dari tahun ke tahun. Curah hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi berwujud air yang berasal dari penguapan air laut dengan satuan milimeter.

Hampir setiap daerah di Sulawesi Selatan memiliki pos pemantau curah hujan namun tidak semua pos memiliki ketersediaan data yang memadai untuk membuat

model. Sedangkan untuk membuat suatu model fenomena pada suatu daerah diperlukan data pendukung yang mencakup nilai-nilai yang hampir mendekati nilai yang ada pada sekitar daerah tersebut. Untuk menyiasatinya, maka



perlu dilakukan interpolasi data. Selain ketidaklengkapan data, kondisi lingkungan yang tidak memungkinkan juga dapat menjadi penyebab hasil yang tidak akurat. Pramono (2008) mengatakan bahwa dalam pemetaan, interpolasi merupakan proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbuatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah.

Di Provinsi Sulawesi Selatan telah dilakukan berbagai penelitian menggunakan metode interpolasi spasial, salah satunya penelitian oleh Gatot Pramono (2008), menganalisis tentang akurasi metode IDW dan Kriging untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi di wilayah Maros. Pada tahun 2010, Azpurua dan Ramos menganalisis tentang perbandingan metode interpolasi spasial untuk memperkirakan jumlah rata-rata medan elektromagnetik di Venezuela. Dalam sebuah studi tentang akurasi pengukuran curah hujan untuk keperluan hidrologi.

Dengan meningkatnya aplikasi metode interpolasi spasial, lebih dari sepuluh model interpolasi spasial telah dikembangkan di berbagai bidang. *Inverse Distance Weighted* (IDW) dan Kriging merupakan metode yang paling sering digunakan untuk menginterpolasi data spasial yang mana juga sering dikaitkan dengan *Digital Elevation Model* (DEM). Sementara itu tumbuh kekhawatiran mengenai keakurasian IDW dan Kriging. Telah banyak pula literatur yang membandingkan dua metode ini, namun secara khusus hasil yang diberikan bergantung pada bentuk lahan dan pola pengambilan sampel. Meskipun telah banyak dilakukan penelitian

akurasi teknik interpolasi untuk model elevasi digital (DEM), masih belum



ada temuan yang konsisten. Oleh karena itu, sulit untuk memilih metode interpolasi yang sesuai untuk masukan yang diberikan (Tan dan Xu, 2014).

Sampai saat ini masih kurang dilakukan penelitian terkait keakurasian data curah hujan yang ada di Stasiun Meteorologi dan Klimatologi berdasarkan pola stasiun pengamat hujan yang ada, juga mengenai luas cakupan wilayah yang terekam dalam satu pos penakar curah hujan sesuai dengan pedoman *World Meteorological Organization* (WMO). Maka dari itu penulis tertarik melakukan penelitian mengenai perbandingan metode interpolasi secara spasial berdasarkan lokasi stasiun pengamat hujan di Sulawesi Selatan untuk mengetahui tingkat ketelitian data curah hujan yang ada. Penelitian ini juga untuk mengetahui perbandingan metode interpolasi menggunakan parameter *Inverse Distance Weighted* (IDW) dan Kriging.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil perbandingan akurasi dari metode IDW dan metode Kriging?
2. Apa metode yang cocok digunakan untuk interpolasi menggunakan lokasi stasiun pengamat hujan di Sulawesi Selatan?
3. Bagaimana kerapatan stasiun pengamat hujan yang ada dengan kerapatan acuan dari *World Meteorological Organization* (WMO)?



I.3 Ruang Lingkup

Penelitian ini terbatas pada perbandingan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) dan Kriging berdasarkan jarak stasiun pengamat hujan di Sulawesi Selatan yang terletak di $0^{\circ}12' - 8^{\circ}$ LS dan $116^{\circ}48' - 122^{\circ}36'$ BT serta menyesuaikan jarak kerapatan minimum stasiun pengamat hujan yang telah ada dengan kerapatan minimum menurut pedoman *World Meteorological Organization* (WMO). Data yang digunakan diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Klimatologi Maros, Sulawesi Selatan berupa lokasi stasiun pengamat hujan di seluruh kabupaten yang ada di Sulawesi Selatan beserta ketinggiannya.

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui perbandingan akurasi dari metode IDW dan metode Kriging
2. Untuk mengetahui metode terbaik yang dapat digunakan untuk interpolasi berdasarkan lokasi stasiun pengamat hujan di Sulawesi Selatan.
3. Untuk mengetahui kerapatan stasiun pengamat hujan yang ada dengan kerapatan acuan dari *World Meteorological Organization* (WMO).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem komputer yang dirancang untuk menganalisis, mengelola bahkan menyajikan semua jenis data spasial dan geografis (Baros dan Stojanovic, 2015). Menurut Naidu (2017) keakuratan SIG tergantung pada data sumber, dan bagaimana data tersebut disandikan untuk dijadikan rujukan data. Data SIG mewakili objek seperti jalan, penggunaan lahan, saluran air, dll, dengan data digital yang menentukan campuran. Objek nyata dapat dibagi menjadi dua abstraksi: objek diskrit berupa gedung perkantoran dan objek kontinu seperti jumlah curah hujan, atau ketinggian. Sistem Informasi Geografis menyediakan perangkat interpolasi yang berguna dan memberikan kemudahan untuk melakukan berbagai jenis elaborasi (Garnero dan Godone, 2013).

II.1.1 Data Spasial

Data yang diproses dalam SIG disebut data spasial yaitu sebuah data geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai referensi dasar dan memiliki bagian penting sehingga membuat data spasial berbeda dengan data lain, yaitu sebagai berikut (Oktavia, 2012):

- a. Informasi lokasi, disebut juga sebagai informasi spasial yang mana berkaitan dengan koordinat, baik koordinat geografi meliputi lintang dan bujur dan koordinat XYZ, di antaranya meliputi datum dan proyeksi.



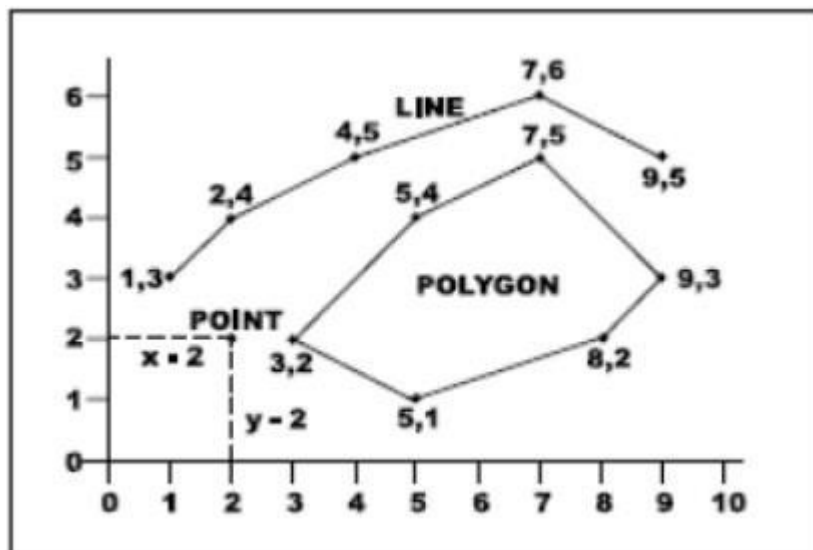
- b. Informasi deskriptif disebut juga informasi atribut atau informasi non spasial dari suatu lokasi memiliki beberapa keterangan yang saling berkaitan, seperti; salinitas air, jenis-jenis vegetasi, curah hujan dan sebagainya.

II.1.2 Format Data Spasial

Dalam sistem informasi geografis, format data spasial dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- a. Data Vektor

Data vektor merupakan bentuk dari muka bumi yang direpresentasikan dengan garis membentuk area yang dibatasi oleh garis yang diawali dan diakhiri pada titik yang sama.



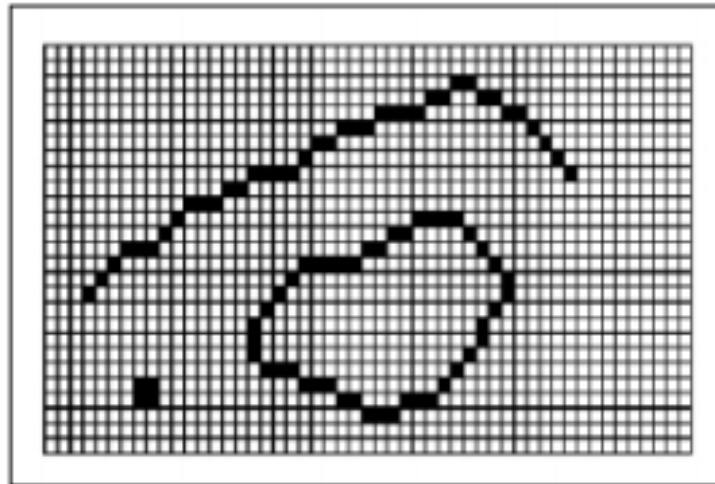
Gambar 2.1 Data Vektor (Oktavia, 2012)

- b. Data Raster

Data raster biasa juga disebut sebagai sel grid merupakan data yang diperoleh dari citra satelit atau penginderaan jauh. Representatif dari objek



geografis pada data raster disebut sebagai struktur sel grid dengan pixel (*picture element*).



Gambar 2.2 Data Raster (Oktavia, 2012)

II.2 Metode Interpolasi Spasial

Interpolasi adalah metode atau fungsi matematika yang memperkirakan nilai pada lokasi yang tidak memiliki ketersediaan nilai/data. Interpolasi spasial merepresentasikan data atribut kontinu pada ruang permukaan. Hal ini memungkinkan estimasi atribut di lokasi mana pun memiliki batas data. Asumsi lainnya yaitu, atribut data spasial menunjukkan nilai-nilai yang lebih dekat akan cenderung lebih mirip dibandingkan dengan nilai yang lebih jauh (Azpurua dan Ramos, 2010)

Interpolasi spasial juga merupakan estimasi nilai atribut yang tidak diketahui atau tidak terukur pada titik-titik tertentu dari pengukuran yang dilakukan di lokasi

sebagai nilai titik sampel yang diketahui. Sebagai alat penting untuk irakan data kontinu spasial, metode interpolasi telah diterapkan pada



berbagai disiplin ilmu yang terkait dengan permukaan bumi. Salah satu penerapan yang paling umum dilakukan dari teknik interpolasi adalah dalam pembangunan model elevasi digital (DEM), kadang-kadang disebut sebagai *Digital Terrain Model* (DTM), yang menggunakan rentang dari aplikasi ilmiah, komersial, industri, teknik hingga aplikasi militer (Tan dan Xu, 2014).

Ikechukwu dkk. (2017) mengatakan bahwa interpolasi dapat diperoleh dari fungsi matematika atau dari fungsi empiris yang dimodelkan dari pengamatan. Oleh karena itu interpolasi spasial bertujuan memperkirakan nilai-nilai dari suatu fenomena atau fungsi spasial seperti suhu, ketinggian, curah hujan dll, pada daerah tidak teramati untuk memberikan nilai-nilai pada daerah tersebut menggunakan nilai dari daerah yang diamati.

Ada dua kategori teknik interpolasi, deterministik dan geostatistik. Teknik interpolasi deterministik membuat permukaan berdasarkan titik yang diukur atau rumus matematika. Metode seperti *Inverse Distance Weight* (IDW) didasarkan pada tingkat kesamaan bobot sementara metode seperti *Trend* membuat permukaan halus didefinisikan oleh fungsi matematika. Teknik interpolasi geostatistik seperti Kriging didasarkan pada statistik dan digunakan untuk memodelkan prediksi permukaan yang mencakup beberapa ukuran akurasi (Childs, 2004).

Teknik yang diterapkan mencakup metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) dan Kriging. Setiap pilihan metode memerlukan nilai data yang tepat sebagai sampel

masuk ke dalam keluaran terakhir. Metode interpolasi spasial ini berbagai parameter keputusan. Namun teknik yang dipilih adalah IDW



dan Kriging, tidak semua metode interpolasi digunakan dalam analisis spasial; tetapi teknik ini merupakan teknik yang paling umum dan paling sering digunakan dalam perangkat lunak GIS (Azpurua dan Ramos, 2010).

II.2.1 *Inverse Distance Weighted (IDW)*

Metode IDW merupakan jenis interpolasi deterministik data dengan menggunakan parameter fungsi *power*. Dimana fungsi *power* menggambarkan bobot sebagai nilai yang tidak sebanding dengan jarak. Metode ini juga merupakan metode yang tidak mengandung data/nilai rata-rata pada suatu titik dan tidak berpengaruh terhadap arah (Rodriguez, 2015).

Metode ini mengasumsikan bahwa nilai pada lokasi yang tidak diketahui dapat diperkirakan sebagai rata-rata dari nilai yang ditentukan pada titik-titik dalam jarak tertentu, atau dari jumlah tertentu dari titik terdekat (biasanya 10 hingga 30). Biasanya bobot pada titik yang diketahui nilainya sebanding dengan titik yang nilainya belum diketahui atau sebanding dengan *power* dari jarak lokasi tidak terukur (Ikechukwu dkk., 2017).

Pada metode interpolasi ini pengaruh relatif dari titik-titik sampel dapat disesuaikan. Nilai *power* pada interpolasi IDW menentukan pengaruh terhadap titik-titik masukan. Pengaruh dari *power* yang diberikan akan lebih besar pada titik terdekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Sebaliknya, pengaruh akan lebih kecil ketika jarak bertambah sehingga permukaan yang

kurang detail. Hariyani dan Pasaribu (2012) mengatakan bahwa jika nilai



power diperbesar maka nilai keluaran menjadi terbatas dan memiliki nilai rata-rata yang rendah.

Fungsi umum IDW adalah pembobotan. Persamaan yang digunakan dalam metode ini yaitu (Azpurua dan Ramos, 2010):

$$Q = \sum_{i=1}^n \omega_i q_i \dots\dots\dots (1)$$

Dengan q_i sebagai nilai data yang ingin diinterpolasi sejumlah n titik dan ω_i adalah bobot.

Bentuk paling sederhana dari metode interpolasi IDW disebut metode Shepard dan menggunakan fungsi bobot (ω_i) seperti di bawah ini (Azpurua dan Ramos, 2010):

$$\omega_i = \frac{r_i^{-\alpha}}{\sum_{i=0}^n r_i^{-\alpha}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\sum_{i=0}^n \omega_i = 1 \dots\dots\dots (3)$$

α merupakan nilai positif yang dapat diubah-ubah disebut juga parameter *power* (biasanya $\alpha = 2$). Nilai pembobotan didapat dari kebalikan jarak dan r_i merupakan jarak dari sebaran titik ke titik interpolasi:

$$r_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \dots\dots\dots (4)$$

Untuk x dan y sebagai koordinat interpolasi sedangkan x_i dan y_i sebagai koordinat sebaran setiap titik interpolasi. Fungsi bobot bervariasi dengan nilai pada sebaran

titik yang paling mendekati nilai nol seiring bertambahnya jarak ke titik.



Secara matematis model IDW dituliskan sebagai (Tan dan Xu, 2014):

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i^\alpha} q_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i^\alpha}} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan,

Q = nilai target pada lokasi tidak terukur

q_i = nilai variabel pada lokasi – lokasi teukur

r_i = jarak antara titik target dengan lokasi terukur

α = bobot pengaruh jarak

n = jumlah data atau titik lokasi yang diperhitungkan dalam interpolasi

Metode ini memiliki dua teknik penentuan luas daerah yang dipengaruhi oleh titik sampel, yaitu *Variable Search Radius* dan *Fixed Variable Radius* (Hariyani dan Pasaribu, 2012).

a) *Variable Search Radius*.

Titik sampel yang digunakan pada teknik ini ditentukan oleh pengamat, sehingga menghasilkan nilai sebaran sampel yang bervariasi pada setiap interpolasi.

b) *Fixed Variable Radius*.

Teknik ini memerlukan jarak lingkungan dan menentukan jumlah titik minimum. Sehingga nilai sebaran sampel pada teknik ini adalah konstan untuk setiap interpolasi.



Kerugian dari metode IDW adalah nilai hasil interpolasi terbatas pada nilai yang ada pada data sampel. Pengaruh dari data sampel terhadap hasil interpolasi disebut sebagai isotropik (Pramono, 2008). Sedangkan kelebihan metode ini menurut Haryani dan Pasaribu (2012) adalah titik-titik masukan dapat dikontrol dengan membatasi titik tersebut sesuai karakteristik interpolasi. Titik yang diperkirakan tidak memiliki korelasi atau memiliki letak yang jauh dengan titik sampel dapat dihapus dari perhitungan.

II.2.2 Kriging

Kriging merupakan metode interpolasi statistik yang sering digunakan dalam berbagai bidang ilmu dan pemodelan. Kriging mengasumsikan jarak atau arah antar titik sampel dapat menghubungkan korelasi spasial yang dapat digunakan untuk menginterpretasi atau memprediksi variasi di permukaan. Metode ini cocok untuk menentukan nilai output untuk setiap lokasi dengan radius tertentu (Childs, 2004).

Metode Kriging merupakan estimasi stokastik yang mirip dengan IDW, menggunakan kombinasi linear dari *weight* (bobot) untuk memperkirakan nilai di antara sampel data. Namun, dalam Kriging, bobot tidak hanya didasarkan pada jarak antara titik yang diukur dan lokasi prediksi tetapi juga pada pengaturan spasial keseluruhan dari titik yang diukur. Dengan beberapa cara khusus Kriging bisa menjadi peningkatan dari metode interpolasi IDW dimana masalah utama interpolasi tersebut sangat bergantung pada jarak terdekat. Metode Kriging dapat

ini dengan sedemikian rupa sehingga bobot estimasi dihitung untuk autokorelasi spasial (Tan dan Xu, 2014).

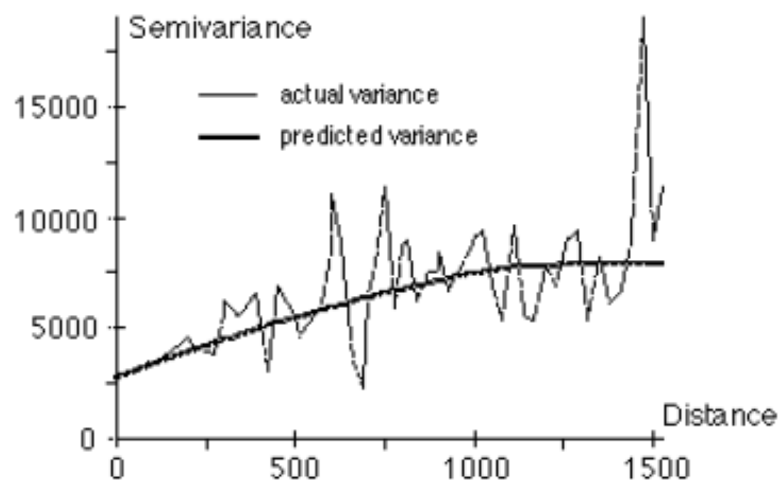


Metode ini biasanya merupakan penggabungan sifat statistik dari data yang diukur (autokorelasi spasial). Pendekatan kriging menggunakan semivariogram untuk mengekspresikan kontinuitas spasial. Semivariogram mengukur daya korelasi statistik sebagai fungsi jarak (Bhunias dkk., 2016). Semivariogram dibedakan menjadi dua yaitu *semivariogram* eksperimental dan *semivariogram* teoritis. *Semivariogram* Eksperimental dapat digunakan untuk mengukur korelasi spasial berupa variansi beda pengamatan pada lokasi x_i dan $x_i + h$. Semivariogram ini menunjukkan bobot yang digunakan dalam interpolasi. Semivariogram pada jarak h dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut (Laksana, 2010):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \{Z(x_i) - Z(x_i + h)\}^2 \dots\dots\dots (6)$$

Dengan,

- h = jarak antar stasiun
- Z(x_i) = nilai pengamatan di titik x_i
- n = jumlah sampel data



Gambar 2.3 Grafik Semivariogram (Pramono, 2008)



Sedangkan *semivariogram* teoritis merupakan bentuk analisis lebih lanjut dari *semivariogram* eksperimental, yang mempunyai bentuk kurva lebih mendekati *variogram* eksperimental. Berikut adalah beberapa model *semivariogram* teoritis yang paling sering digunakan (Laksana, 2010).

a) Model *Spherical*

Bentuk persamaan dari model *spherical* adalah sebagai berikut:

$$\gamma(h) = \begin{cases} C \left[\left(\frac{3h}{2a} \right) - \left(\frac{h}{2a} \right)^3 \right] & h \leq a \\ C & h > a \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

Dengan

h adalah jarak lokasi antar sampel

C adalah *sill*, yaitu nilai variogram untuk jarak dengan besarnya konstan (tetap). Nilai ini sama dengan nilai variansi data.

a adalah *range*, yaitu jarak pada saat nilai variogram mencapai *sill*.

b) Model *Gaussian*

Model ini merupakan bentuk kuadrat dari model *exponential* sehingga menghasilkan bentuk parabolic dalam jarak dekat. Persamaan model *Gaussian* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\gamma(h) = C \left[1 - \exp \left(-\frac{h^2}{a} \right) \right] \dots\dots\dots (8)$$

Pada jarak dekat, semivariogram bernilai kecil. Tetapi pada jarak yang lebih besar,

ogram bernilai tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa variasi dari nilai Z tidak
 ubungan dengan jarak sampel. Kriging juga biasa disebut sebagai



interpolasi optimal yang menghasilkan estimasi terbaik di setiap lokasi dengan menggunakan model semivariogram. Semivariogram digunakan untuk menentukan jarak sehingga nilai-nilai data pengamatan tidak saling berkorelasi (Bohling, 2005).

Estimasi dengan metode interpolasi Kriging memiliki dua langkah, pertama memasang model seperti pembuatan fungsi vektor dan kovarian untuk memperkirakan nilai-nilai ketergantungan statistik yang bergantung pada model autokorelasi. Dan kedua yaitu membuat estimasi-estimasi nilai yang tidak diketahui (Ozturk dan Kilic, 2016).

Metode *Ordinary* Kriging diasumsikan memiliki nilai yang tidak diketahui dan bernilai konstan. Pada metode ini kombinasi linear dapat digunakan untuk menentukan sembarang titik yang tidak terukur berdasarkan variabel acak dan nilai bobot. Secara matematis Metode Kriging dapat dituliskan sebagai berikut (Respatti dkk., 2014):

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \beta_i Z(x_i) \dots\dots\dots (9)$$

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1 \dots\dots\dots (8)$$

Dengan

$Z(x_i)$: nilai pengamatan ke-i

β_i : bobot dari $Z(x_i)$ untuk $i=1,2,..,n$

Salah satu keuntungan dari metode ini adalah dapat menggabungkan variabel dan output yang saling bergantung untuk menentukan kesalahan dari nilai yang



tersedia. Kekurangan dari metode ini yaitu membutuhkan waktu yang lebih lama dan pemodelan yang lebih banyak lagi. Metode ini juga tidak dapat menampilkan puncak, lembah atau perubahan nilai secara ekstrim pada jarak yang dekat.

II.3 Stasiun Pengamat Hujan

Pada setiap Daerah Aliran Sungai (DAS) terdapat alat pengukur hujan yang membentuk jaringan dengan setiap stasiun pengamat hujan di setiap DAS. Adanya stasiun pengamat hujan bertujuan untuk mengetahui keadaan hujan serta dapat memberikan informasi mengenai curah hujan yang mana merupakan syarat utama dalam pemodelan peramalan banjir. Dalam hal ini maka dapat diketahui seberapa besar pengaruh kerapatan stasiun pengamat hujan dengan tingkat akurasi data yang diperoleh stasiun meteorologi.

Variabilitas curah hujan dalam skala kecil dan jaringan stasiun pengamat hujan yang memiliki jarak tidak teratur mengakibatkan data pengukur hujan mengalami kesalahan spasial. Penggunaan interpolasi sering tidak dapat diandalkan untuk mengevaluasi dikarenakan jaringan tidak teratur tersebut (Andiego dkk., 2018).

Di Sulawesi Selatan terdapat sekitar 250 stasiun pengamat hujan tersebar di seluruh kabupaten. Stasiun pengamat hujan ini bekerja sama dengan lembaga-lembaga seperti Departemen Pertanian, Departemen Irigasi, dll. Informasi curah hujan yang diamati setiap hari dikomunikasikan hampir secara *real time* ke kantor pusat Departemen Meteorologi dimana kualitas data curah hujan dikontrol dan

n. Pada saat yang sama data curah hujan juga digunakan dalam layanan hari-hari. Data curah hujan yang diarsipkan digunakan oleh peneliti lokal



maupun luar negeri dan personel ilmiah lain yang terlibat dalam penelitian klimatologis. Selain itu, data ini juga digunakan untuk tujuan klimatologis yang terkait dengan kegiatan pembangunan nasional (Wijemannage dkk., 2018).

Sebagian besar ketidakpastian pengukuran data yang diperoleh dari jaringan pengukur yaitu kesalahan pengukuran titik, dan variabilitas spasial ketika interpolasi dan ekstrapolasi. Sumber ketidakpastian yang lebih rendah juga dapat ditemukan dari variabilitas temporal resolusi tinggi yang tidak ditangkap oleh pembacaan pengukur hujan biasa (mis. Setiap 15 menit). Literatur yang berkaitan dengan ketidakpastian curah hujan mulai dikembangkan dengan baik, khususnya dalam hal kesalahan pengukuran titik, dan mengenai panduan ekstensif tentang kontrol kualitas data. Desain jaringan pengukur hujan optimal untuk meminimalkan kesalahan rata-rata area juga telah dipelajari dengan baik (Mcmillan dkk., 2012).

II.3.1 Kerapatan Minimum Stasiun Pengamat Hujan Poligon *Thiessen*

Kerapatan stasiun pengamat hujan ditentukan berdasarkan metode Poligon *Thiessen*. Poligon *Thiessen* merupakan perhitungan luas wilayah stasiun hujan dengan anggapan bahwa curah hujan memiliki nilai sama dengan yang terjadi pada stasiun hujan terdekat. Metode Poligon *Thiessen* ditentukan dengan membuat poligon segitiga sama sisi antar stasiun. Metode ini biasa digunakan untuk mengetahui nilai curah hujan rata-rata pada suatu wilayah dan juga digunakan ketika sebaran stasiun pengamat hujan tidak merata.



Perhitungan metode Poligon *Thiessen* dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut (Putri dan Perdinan, 2018).

$$P = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \dots + A_nP_n}{n} \dots\dots\dots (9)$$

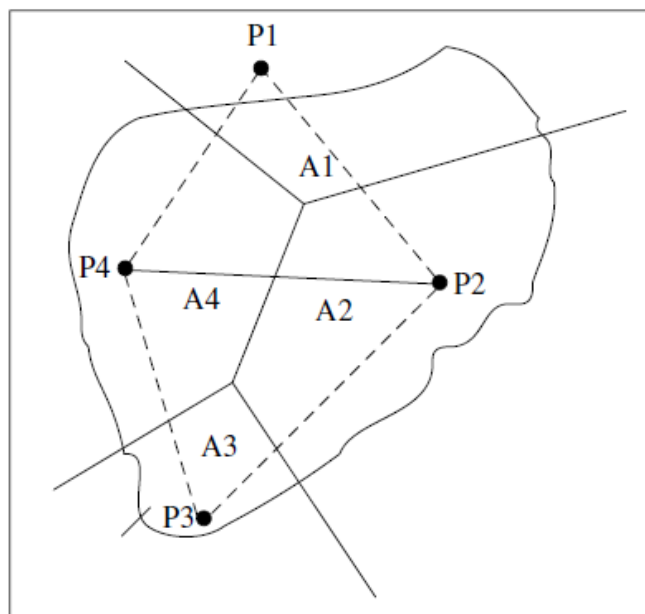
Dengan,

P : Curah hujan rata-rata (mm),

$A_1, A_2, \dots A_n$: Luas wilayah pada stasiun 1,2, ... n

$P_1, P_2, \dots P_n$: Curah hujan pada stasiun 1,2, ... n

n : Jumlah stasiun hujan



Gambar 2.4 Poligon *Thiessen* (Purba, 2016)

II.4. Pedoman *World Meteorological Organization* (WMO)

Menurut Fathoni dkk. (2016), kualitas data curah hujan bergantung pada kondisi

ologi dalam memantau karakteristik hidrologi Daerah Aliran Sungai
 Kepadatan alat pengukur hujan yang diperlukan sangat bergantung pada



tujuan pengumpulan data, yaitu tingkat akurasi yang diinginkan pada variabilitas spasial lokal curah hujan dan karakteristik tangkapan individu. Kepadatan optimal sulit untuk dicapai dalam kenyataan karena berbagai kendala praktis seperti kurangnya dana dan aksesibilitas terbatas serta kurangnya pengetahuan tentang variabilitas curah hujan lokal. Untuk alasan ini, pedoman kerapatan minimum pos pengukur hujan telah ditetapkan untuk pengaturan dan tujuan pemantauan yang berbeda (WMO 2008).

Badan Meteorologi Dunia *World Meteorological Organization* (WMO) menyarankan pedoman untuk kerapatan minimum jaringan stasiun pengamat hujan. Disebutkan pula bahwa untuk daerah tropis seperti Indonesia adalah sebagai berikut (Ismi dan Hadi, 2016):

Tabel 2.1. Pedoman Kriteria Kerapatan Minimum Stasiun Pengamat Hujan (Ismi dan Hadi, 2016).

Luas Daerah (Km ²) Untuk Satu Stasiun Pengamat	
Kondisi Normal	Kondisi Sulit
100-250	250-1000

