

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Analisis Hidrologi

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung didalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya. Ukuran dan karakter bangunan-bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi. Sebelum ada informasi yang jelas tentang sifat-sifat dan besaran hidrologi diketahui, hampir tidak mungkin dilakukan analisis untuk menentukan berbagai sifat dan besaran hidrauliknya. Demikian pula pada dasarnya bangunann-bangunan tersebut harus dirancang berdasar suatu patokan perancangan yang benar, yang diharapkan akan dapat menghasikan rancangan yang memuaskan. Pengertian memuaskan dalam hal ini adalah bahwa bangunan hidraulik tersebut harus dapat berfungsi baik struktural maupun fungsional dalam jangka waktu yang ditetapkan (Harto, 1993).

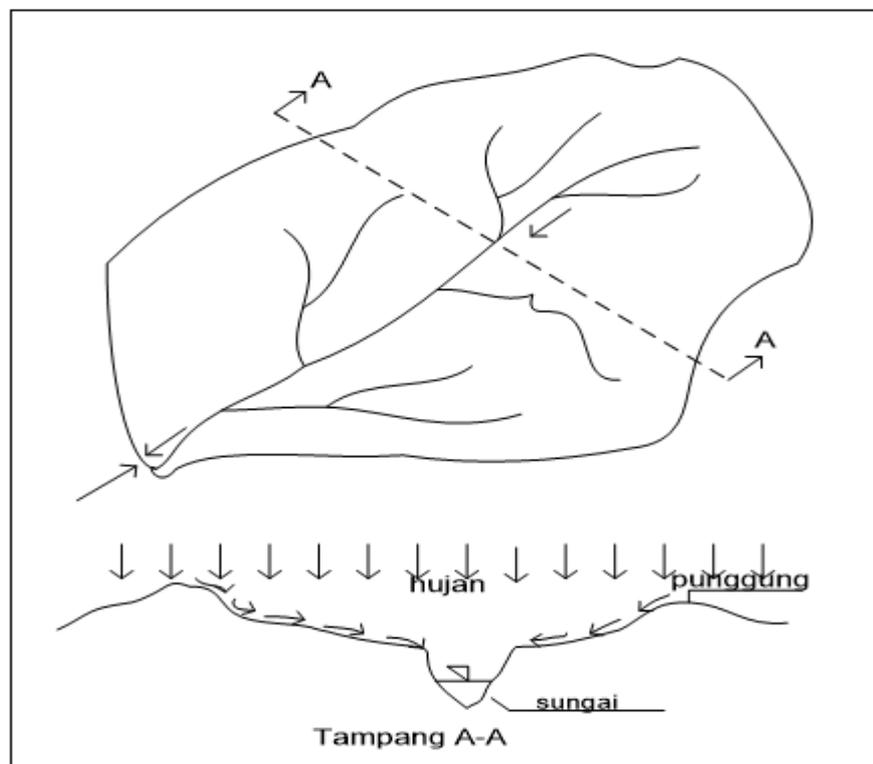
Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
2. Menentukan luas pengaruh daerah stasiun –stasiun hujan.
3. Menentukan curah hujan maksimum harian rata-rata DAS dari data curah hujan yang ada.
4. Pengukuran dispersi.
5. Pemilihan jenis sebaran.
6. Uji kecocokan sebaran yang digunakan.
7. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
8. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

3.1.1. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik /stasiun yang ditinjau. DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur, garis kontur digunakan sebagai penentuan suatu DAS untuk menentukan arah dari limpasan permukaan yang berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalir menuju sungai utama yang ditinjau, sedang yang jatuh diluar DAS akan mengalir ke sungai lain disebelahnya (Triadmojdo, 2008).

Luas DAS diperkirakan dengan mengukur daerah pada peta topografi. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai, pada umumnya semakin besar DAS semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai.



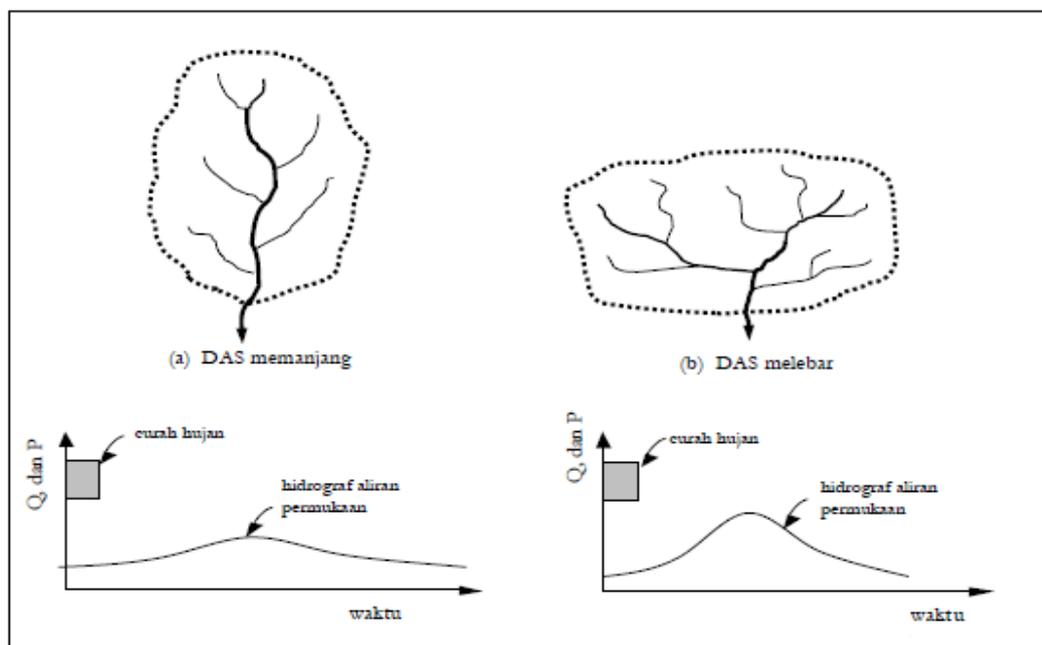
Gambar 3.1 Daerah Aliran Sungai

Karakteristik DAS yang berpengaruh besar pada aliran permukaan meliputi:

1. Luas DAS dan bentuk DAS

Laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Tetapi apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah dari total DAS, melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambahnya luasan DAS. Ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol (waktu konsentrasi) dan juga penyebaran atau intensitas hujan.

Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran dalam sungai. Pengaruh bentuk DAS terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan memperhatikan hidograf-hidograf yang terjadi pada dua DAS yang bentuknya berbeda namun mempunyai luas yang sama dan menerima hujan dengan intensitas yang sama.



Sumber : Penggunaan Check Dam Dalam Usaha Menanggulangi Erosi Alur. Prasetyo, A., dan Afilani, N.E.

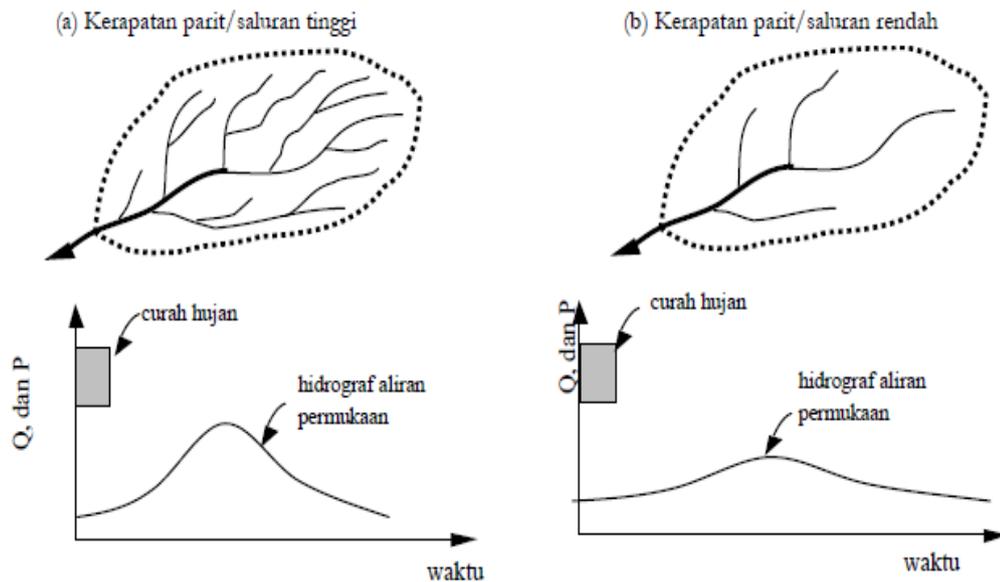
Gambar 3.2 Pengaruh Bentuk DAS Pada Aliran Permukaan

Bentuk DAS yang memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar atau melingkar. Hal ini terjadi karena waktu konsentrasi

DAS yang memanjang lebih lama dibandingkan dengan DAS yang melebar, sehingga terjadinya konsentrasi air dititik kontrol lebih lambat yang berpengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. Faktor bentuk juga dapat berpengaruh pada aliran permukaan apabila hujan yang terjadi tidak serentak diseluruh DAS, tetapi bergerak dari ujung yang satu ke ujung lainnya. Pada DAS memanjang laju aliran akan lebih kecil karena aliran permukaan akibat hujan di hulu memberikan kontribusi pada titik kontrol ketika aliran permukaan dari hujan dihilir telah habis, atau mengeci. Sebaliknya pada DAS melebar, datangnya aliran permukaan dari semua titik di DAS tidak terpantau.

2. Topografi

Topografi atau tampakan rupa muka bumi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan kemiringan curam disertai saluran yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai dengan saluran yang jarang dan adanya cekungan-cekungan. Pengaruh kerapatan saluran, yaitu per satuan luas DAS, pada aliran permukaan adalah memperpendek waktu konsentrasi, sehingga memperbesar laju aliran permukaan.



Sumber : Penggunaan Check Dam Dalam Usaha Menanggulangi Erosi Alur. Prasetyo A., Dan Afilani N,E.

Gambar 3.3 Pengaruh Kerapatan Saluran Pada Hidograf Aliran Permukaan

3. Tata Guna Lahan

Pengaruh tata guna lahan (*land use*) pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 sampai 1. Nilai $C = 0$ menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai $C = 1$ menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan.

3.2. Program ArcGIS

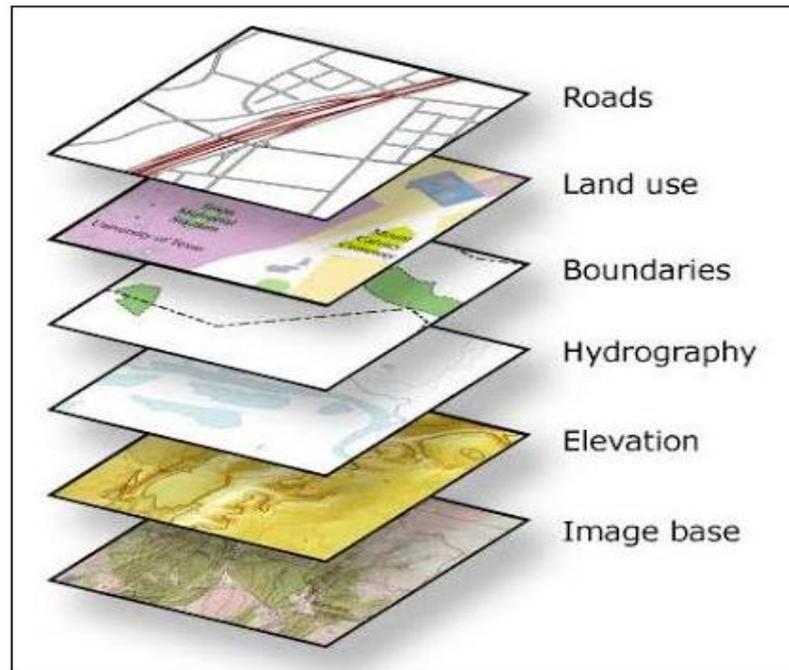
ArcGIS adalah suatu *software* yang dikembangkan oleh *ESRI* (*Environment Science & Research Institute*) yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam *software GIS* yang berbeda seperti *GIS desktop*, *server*, *GIS berbasis web*. Software ini mulai dirilis oleh *ESRI* pada tahun 2000. Produk

utama dari *ArcGIS* adalah ArcGIS desktop, dimana *ArcGIS desktop* merupakan *software GIS* profesional yang komprehensif. *ArcGIS* desktop dikelompokkan menjadi 5 komponen yaitu:

1. *ArcMap*, adalah aplikasi utama untuk kebanyakan proses *GIS* dan pemetaan dengan komputer. *ArcMap* memiliki kemampuan untuk visualisasi, membangun database spasial yang baru, memilih (*query*), editing, membuat layout peta, analisis dan pembuatan tampilan akhir dalam laporan-laporan kegiatan.
2. *ArcEditor*, memiliki kemampuan sebagaimana *ArcView* dengan tambahan peralatan untuk memanipulasi berkas *shapefile* dan *geodatabase*.
3. *ArcCatalog*, adalah aplikasi yang berfungsi mengatur/ mengorganisasi berbagai macam data spasial yang digunakan dalam pekerjaan *SIG*. Fungsi ini meliputi *tools* untuk menjelajah (*browsing*), mengatur (*organizing*), membagi (*distribution*) dan menyimpan (*documentation*) data-data *SIG*.
4. *ArcGlobe*, berfungsi untuk menampilkan peta secara 3D ke dalam bola dunia dan dapat dihubungkan langsung dengan internet.
5. *ArcScene* berfungsi untuk mengolah dan menampilkan peta-peta kedalam bentuk 3D.
6. *ArcToolbox*, terdiri dari kumpulan menu yang berfungsi sebagai *tools*/perangkat dalam melakukan berbagai macam analisis keruangan.

3.2.1. Overlay Data Pada ArcGIS

Overlay merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang berbeda atau dengan kata lain penggabungan beberapa peta seperti kontur, *landuse*, pemukiman, jalan, dan lainnya menjadi satu peta yang memiliki informasi atribut dari beberapa peta tersebut.



Sumber: <http://resources.arcgis.com/encommunities/geodata/071>.

Gambar 3.4 Overlay Peta

Ada beberapa fasilitas yang dapat digunakan untuk menggabungkan beberapa peta yang berbeda (*overlay*), yaitu:

1. *Dissolve*

Dissolve adalah suatu proses untuk menghilangkan batas antara poligon yang mempunyai data atribut yang identik atau sama dalam poligon yang berbeda. Kegunaan *dissolve* untuk menghilangkan garis-garis poligon dan menggabungkan poligon-poligon yang terpisah menjadi sebuah poligon besar dengan atribut yang sama.

2. *Merge*

Merge adalah proses penggabungan dua atau lebih layer menjadi satu buah layer dengan atribut yang berbeda dan atribut-atribut tersebut saling mengisi dan layer-layernya saling menempel satu sama lain.

3. *Clip*

Clip adalah proses penggabungan layer/ pemotongan layer namun dalam wilayah yang kecil.

4. *Intersect*

Intersect yaitu suatu operasi yang berfungsi untuk memotong sebuah layer yang memiliki data dari kedua layer.

5. *Union*

Union berfungsi untuk menggabungkan layer/ peta dengan layer lainnya.

3.3. Kerapatan Pos Hidrologi

Di dalam suatu jaringan hidrologi jumlah minimum pos duga air paling sedikit satu pos duga air primer (utama) dan satu pos klimatologi dalam satu unit fisiografi, karena sifat aliran sungai ditentukan oleh sifat iklim, topografi vegetasi dan geologi dari daerah aliran sungai yang bersangkutan. Alur sungai yang melewati lebih dari satu unit fisiografi disarankan untuk dipasang pos duga air primer atau sekunder (pembantu). Misalnya saja alur sungai yang melewati daerah pegunungan kemudian masuk dataran alluvial dapat mempunyai sifat aliran yang berbeda, perbedaan tersebut dapat dikaji berdasarkan aliran sungai dari suatu pos duga air.

Tabel 3.1 Jaringan Pos Hidrologi di Indonesia

No.	Provinsi	Pos Duga Air		Klimatologi	Hujan Otomatik
		Sungai	Tanah		
1.	D.I Aceh	53	-	7	22
2	Sumatera utara	44	-	14	31
3	Sumatera Barat	50	-	18	25
4	Riau	38	-	16	14
5	Jambi	37	-	10	13
6	Sumatera Selatan	43	-	7	10
7	Bengkulu	45	-	5	41
8	Lampung	45	-	18	36
9	DKI	-	6	-	-
10	Jawa Barat	154	6	34	83
11	Jawa Tengah	181	11	20	10
12	D.I Yogyakarta	33	-	8	24

Tabel 3.1 Lanjutan Jaringan Pos Hidrologi di Indonesia

No.	Provinsi	Pos Duga Air		Klimatologi	Hujan Otomatik
		Sungai	Tanah		
13	Jawa timur	60	-	19	27
14	Bali	55	-	3	5
15	Nusa Tenggara Barat	-	6	14	13
16	Nusa Tenggara Timur	-	9	14	10
17	Timor Timur	6	-	3	8
18	Kalimantan Barat	78	-	11	1
19	Kalimantan Tengah	26	-	7	10
20	Kalimantan Selatan	68	-	12	14
21	Kalimantan Timur	25	-	6	14
22	Sulawesi Utara	30	-	5	18
23	Sulawesi Tengah	34	-	6	11
24	Sulawesi Selatan	111	-	18	15
25	Sulawesi Tenggara	20	-	10	10
26	Maluku	17	-	7	20
27	Irian Jaya	21	-	10	13
Jumlah		1335	23	289	501

Sumber : Puslitbang Pengairan, 1990

Dari jumlah pos duga air pada Tabel 3.1, tidak berarti telah mencakup di seluruh DPS di Indonesia. Pos duga air di Tabel 3.1 kebanyakan dibangun untuk menunjang pelaksanaan pembangunan nasional, dengan demikian di Indonesia masih diperlukan penambahan pos duga air, apabila di setiap DPS harus ada pos duga airnya.

Di samping uraian diatas, ada juga sementara ahli hidrologi yang menyajikan suatu indikasi tentang kerapatan jaringan hidrologi dari suatu wilayah, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Kerapatan Pos Hidrologi Yang Direkomendasikan WMO

No.	Tipe	Luas Daerah (km ²) Per satu pos hujan	
		Kondisi normal	Kondisi sulit
1	Daerah dataran tropis mediteran dan sedang	1000 – 2500 (600 – 900)	3000 – 9000
2	Daerah pegunungan tropis mediteran dan sedang	300 – 1000 (100 – 250)	1000 – 5000
3	Daerah kepulauan kecil bergunung dengan curah hujan bervariasi	140 – 300 (25)	
4	Daerah arid dan kutub	5000 - 20000 (1500 – 10000)	

Keterangan : 1. Tanda kurung untuk jaringan curah hujan
2. Sumber : L.Horst, 1981

Pada umumnya suatu pos duga air dibedakan menjadi tiga, yaitu jenis pos duga air :

1. Pos duga air primer (utama)

Pos duga air ini dioperasikan secara permanen dalam jangka waktu yang terbatas agar dapat diketahui sifat dari aliran sungai yang bersangkutan, oleh karena itu pencatatannya harus lengkap dan teliti. Data yang diperoleh sebagai data dasar dalam membuat buku publikasi sedimen, datanya terutama untuk keperluan analisa statistik hidrologi dalam menunjang pembangunan nasional. Misalnya saja pos duga air Citarum – Nanjung, Cimanuk – Monjot, Citanduy – Cirahong, Serayu – Banjarnegara, B. Solo – Napel, Brantas – Kediri.

2. Pos duga air sekunder (pembantu)

Pos duga air ini dioperasikan dalam waktu terbatas untuk mengetahui sifat aliran sungai suatu sub daerah pengaliran sungai dan berfungsi sebagai pembantu pos duga air utama. Jangka waktu lamanya pengoperasiannya tergantung dari pada sifat korelasi datanya dengan data aliran sungai dari pos duga air utamanya.

Pada umumnya dalam jangka waktu 25 tahun sudah cukup untuk membuat koeralasi tersebut, misalnya korelasi data debit rata-rata

bulanannya, untuk kemudian pos duga air sekunder tersebut dapat diberhentikan pengoperasiannya.

3. Pos duga air spesial (khusus)

Pos duga air ini dapat sebagai pos duga air primer atau sekunder, dapat dioperasikan dalam jangka waktu tidak terbatas atau terbatas tergantung dari pada kebutuhan data aliran sungai.

Di dalam merencanakan jaringan pos duga air primer dan sekunder dan spesial harus dipandang secara keseluruhan, karena pos duga air primer dan sekunder kadang-kadang dapat berfungsi juga sebagai pos duga air spesial. Sebagai contoh pos duga air di DPS Citarum hulu, yaitu pos Citarum – Majalaya, fungsi semula adalah pos duga air primer di Citarum-Nanjung, akan tetapi pos duga air tersebut dalam perkembangannya berfungsi juga sebagai pos duga air spesial sebagai salah satu pos pengamatan aliran banjir di daerah Bandung Selatan.

Samapai saat ini di dalam membuat rancangan jaringan pos duga air masih sulit dirumuskan secara matematis, karena di sebabkan oleh keragaman daerah pengaliran sungainya dan keragaman faktor-faktor lainnya. Keadaan ini merupakan tantangan para ahli hidrologi, terutama di Indonesia.

3.3.1. Curah Hujan Rerata Daerah Harian Maksimum Poligon Thiessen

Metode poligon *Thiessen* ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode poligon *Thiessen* digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari setiap stasiun.

Cara pembentukan poligon *Thiessen* adalah sebagai berikut:

- a. Stasiun pencatat hujan digambarkan pada peta DAS yang ditinjau termasuk stasiun hujan diluar DAS yang berdekatan.
- b. Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus (garis terputus) sehingga membentuk segitiga-segitiga yang sebaiknya mempunyai sisi dengan panjang yang kira-kira sama.

- c. Dibuat garis pada sisi-sisi segitiga seperti ditunjukkan dengan garis penuh.
- d. Garis-garis berat tersebut membentuk poligon yang mengelilingi tiap stasiun. Setiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon.
- e. Luas tiap poligon diukur dan kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di stasiun yang berada di dalam poligon.
- f. Jumlah dari hitungan pada butir e untuk semua stasiun dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan hujan rerata daerah tersebut, yang dalam bentuk matematik mempunyai bentuk sebagai berikut:

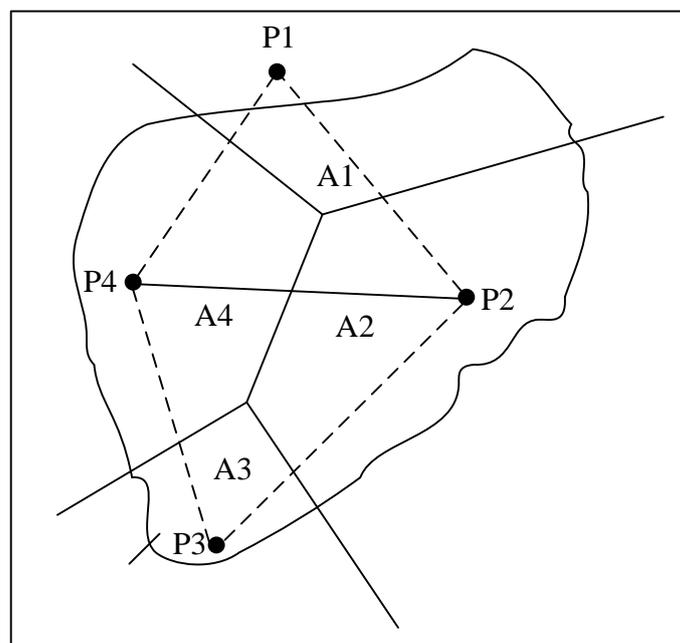
$$P = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + A_3P_3 \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 \dots + A_n} \quad (3.1)$$

Dengan:

P = hujan rata-rata DAS.

P_1, P_2, \dots, P_n = hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n .

$A_1 + A_2 \dots + A_n$ = jumlah stasiun.



Gambar 3.5 Poligon Thiessen

3.3.2. Analisis Kerapatan dan Pola Penyebaran Stasiun Hujan Metode Kagan-Rodda

Penetapan jaringan stasiun hujan tidak hanya terbatas pada penetapan jumlah stasiun yang di butuhkan dalam suatu DAS, namun tempat dan pola penyebarannya, petunjuk yang bersifat kualitatif diberikan oleh Rodda (1970), yaitu dengan memanfaatkan koefisien korelasi hujan (Harto, 1993). Hal ini masih harus dikaitkan dengan keadaan sekitarnya yang menyangkut masalah ketersediaan tenaga pengamat dan pola penyebarannya.

Pada penelitian yang dilakukan Kagan (1972), untuk hujan daerah tropis yang hujannya bersifat setempat dengan luas penyebaran yang sangat terbatas mempunyai variasi ruang untuk hujan dengan periode tertentu adalah sangat tidak menentu meskipun sebenarnya menunjukkan suatu hubungan sampai tingkat tertentu (Harto, 1993). Persamaan-persamaan yang dipergunakan untuk analisis jaringan Kagan-Rodda adalah sebagai berikut (Harto, 1993) :

$$R(d) = r(o) e^{-d/d(o)} \quad (3.2)$$

$$Z_1 = C_v \cdot \sqrt{(1 - r(o)) + \left(\frac{0,23\sqrt{A}}{d(o)\sqrt{n}}\right)} \quad (3.3)$$

$$Z_2 = C_v \cdot \sqrt{\frac{1}{3}(1 - r(o)) + \frac{0,52r(o)\sqrt{A}}{d(o)}} \quad (3.4)$$

$$L = 1,07 \sqrt{\frac{A}{n}} \quad (3.5)$$

Dengan:

$R(d)$ = Koefisien korelasi untuk jarak stasiun sejauh d

$R(o)$ = Koefisien korelasi untuk jarak yang sangat dekat

d = Jarak antar stasiun (km)

$d(o)$ = Radius korelasi, yaitu jarak antar stasiun dimana korelasi berkurang dengan

A = luas DAS, dalam km^2 ,

n = jumlah stasiun

- Z1 = Kesalahan perataan, dalam %
 Z2 = Kesalahan interpolasi, dalam %,
 L = Jarak antar stasiun

Cara Kagan ini dapat digunakan dalam dua keadaan:

1. Apabila di dalam DAS sama sekali belum ada stasiun hujan, maka cara yang dapat ditempuh hanyalah mencoba memanfaatkan data hujan di daerah sekitarnya, untuk dapat mengetahui tingkat variabilitasnya (nilai koefisien variasi). Sudah barang tentu setelah dalam beberapa tahun pengoperasian, jaringan ini perlu diuji kembali untuk meningkatkan kualitasnya.
2. Apabila di dalam DAS telah tersedia jaringan stasiun hujan, maka cara ini dapat dipergunakan untuk mengevaluasi apakah jaringan yang ada telah mencukupi (untuk tingkat ketelitian yang dikehendaki), atau dapat pula digunakan untuk memilih stasiun-stasiun yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya. Dalam kaitan ini jaringan pengukuran hujan yang telah ada dibandingkan dengan jaringan yang diperoleh dengan cara Kagan. Apabila ternyata bahwa jumlah stasiun yang telah ada masih lebih kecil dibandingkan dengan jumlah stasiun yang dituntut dengan cara Kagan, maka jaringan Kagan dapat dipergunakan, dengan menambahkan stasiun-stasiun yang lain. Akan tetapi apabila jumlah stasiun hujan yang telah ada ternyata lebih besar dibandingkan dengan jumlah stasiun yang dituntut berdasarkan cara Kagan, maka stasiun-stasiun tertentu dapat tidak dipergunakan dalam analisis selanjutnya.

Cara ini dipandang wajar, karena pemilihan stasiun-stasiun yang akan dipergunakan dalam analisis dengan cara sebarang dapat mengakibatkan hal-hal yang tidak diinginkan. Hal ini akan disinggung dalam analisis frekuensi.

Dalam analisis hujan di Jawa (Indonesia) hendaknya memperhatikan bahwa nilai korelasi antar stasiun untuk hujan harian sangat kecil. Nilai radius-korelasi ($r_{(0)}$) untuk hujan harian hanya bervariasi antara 0,06 dan maksimum 0,59, sedangkan untuk hujan bulanan angka itu bervariasi antara 0,67 dan 0,94.

Pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap cara Kagan dengan cara di atas terhadap jaringan stasiun hujan di beberapa DAS di Pulau Jawa menunjukkan bahwa untuk hujan harian, hampir semua DAS yang ditinjau tidak memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Kagan, untuk kesalahan sebesar 5%, sedangkan untuk kesalahan 10%, hanya 10% DAS yang memenuhi syarat. Apabila ditinjau hujan bulanan, maka 10% dari jumlah DAS memenuhi patokan Kagan untuk kesalahan 5%, sedangkan untuk kesalahan 10% semua DAS yang ditinjau ternyata memenuhi syarat (Sri Harto dan Vermeulen, 1987). Pengertian “memenuhi syarat” di sini baru dalam pengertian jumlah stasiun hujan, akan tetapi belum mencakup pola penyebarannya di dalam DAS tersebut. Selanjutnya terungkap pula dari penelitian-penelitian tersebut, bahwa meskipun pada dasarnya andaian yang mendasari teori Kagan tersebut tidak sesuai dengan sifat hujan di Jawa (Indonesia), akan tetapi cara Kagan dapat disarankan untuk digunakan dalam mengevaluasi kualitas jaringan. Penelitian yang menyangkut hal ini masih terus akan dilakukan, mengingat bahwa secara teoretik hal ini dipandang sangat mendasar dan penting.

Secara umum, terdapat hubungan erat antara jumlah stasiun hujan dengan ketelitian yang dapat dicapai. Dalam hal ini, apabila andaian dalam teori Kagan dapat digunakan, maka terdapat dua persamaan untuk memperkirakan ketelitian hitungan hujan rata-rata di Pulau Jawa (Sri Harto, Vermeulen, 1987)

$$E_D = 100,3187 N^{-0,5395} \quad (3.6)$$

$$E_M = 22,4504 N^{-0,5231} \quad (3.7)$$

Dengan :

E_D = Kesalahan hujan harian, dalam %

E_M = Kesalahan hujan bulanan, dalam %

N = Jumlah stasiun hujan.

3.4. Penentuan Pos Hidrologi

Penentuan lokasi pos hidrologi harus memperhatikan kriteria-kriteria sebagai berikut:

1. Kriteria umum

- a. Memperhatikan hasil evaluasi kerapata jaringan pos hidrologi yang telah ada.
- b. Didasarkan pada hasil kajian kebutuhan rehab/penambahan/pembangunan pos berdasarkan tingkat akurasi yang telah ditetapkan dengan mempertimbangkan pendanaan dan sumber daya manusia yang tersedia serta rencana pengembangan sumber daya air.
- c. Penentuan jenis pos hidrologi (alat biasa/otomati/telemetry) perlu memperhatikan tujuan, ketelitian data yang diinginkan dan rencana pengembangan sumber daya air.
- d. Telah ada kesepakatan dengan pemilik tanah/lahan yang akan digunakan sebagai lokasi pos hidrologi (status tanah dalam sengketa).
- e. Lokasi pos diusahakan dekat dengan permukiman penjaga pos/penduduk dan mudah jangkauannya (untuk tujuan keamanan dan kemudahan dalam pelaksanaan pencatatan/inspeksi pos).
- f. Tidak membangun pos pada lokasi yang sama/berdekatan dengan pos hidrologi milik instansi lain.
- g. Ada lahan tambahan untuk membangun pos jaga yang berfungsi sebagai ruang kerja penjaga pos dalam menjalankan tugas-tugasnya (khusus pos klimatologi).
- h. Untuk pos berbasis *Global Standard For Mobile Communications (GSM)*, lokasi yang dipilih harus mempertimbangkan kekuatan *signal provider* yang akan digunakan.
- i. Pos/stasiun hidrologi yang dibangun agar dilengkapi:
 1. Bangunan pos hidrologi.
 2. Pagar pengaman.
 3. Papan informasi pos.
 4. Patok *benchmark* (BM).

2. Kriteria Khusus:

a. Pos hujan dan iklim:

1. Lokasi pos dapat mewakili gambaran distribusi hujan DAS.
2. Ada ruang terbuka diatas lokasi pos sebesar 45° yang diukur dari garis tengah pos.
3. Jarak pos dengan pohon/bangunan terdekat minimal sama dengan tinggi pohon/bangunan tersebut.
4. Diusahakan berada pada lahan datar.

b. Pos Duga air:

1. Lokasi pos pada saat banjir air sungai tidak melimpah.
2. Pada lokasi pos tidak terpengaruh pengempangan (arus balik), pasang surut atau aliran lahar.
3. Tersedia penampang kendali (*section control*).
4. Terletak pada alur sungai lurus sepanjang 4 kali lebar sungai rata-rata pada saat banjir.
5. Penampang melintang sungai yang *uniform* sehingga penyebaran airan merata dalam satu palung sungai.
6. Penampang sungai mempunyai struktur geologi yang stabil.
7. Tersedia lokasi pengukuran debit dan muka air pada saat air rendah sampai dengan muka air tinggi.
8. Tersedia lokasi untuk pemasangan sarana pengukuran debit, misalnya untuk *cable way* dan kereta gantung.
9. Memungkinkan untuk ditingkatkan menjadi pos telemetri.

c. Pos pemantuan kualitas air

Penentuan dan pemilihan lokasi pos pemantuan kualitas air perlu mempertimbangkan:

1. Kegunaan data yang akan dipantau (tujuan dan pemeriksaan).
2. Pemanfaatan sumber-sumber air.
3. Lokasi sumber pencemar baik yang sumber titik (*point sources*) maupun tersebar (*non point sources*) untuk sumber pencemar dari kegiatan permukiman, industri, pertanian dan kehutanan.

4. Bangunan air yang sudah ada/sarana pengambilan contoh air (misalnya adanya jembatan, pos duga air dan bendung).
5. Pemilihan lokasi pemantauan kualitas air minimal ada yang mewakili sebagai *baseline station* (lokasi pos pemantauan yang terletak pada daerah yang belum terpengaruh aktivitas manusia), *impact station* (lokasi pos pemantauan yang terletak pada daerah yang sudah terpengaruh aktivitas manusia dan pemanfaatan sumber air) dan lokasi pemantauan khusus untuk sumber pencemar zat-zat berbahaya.

Pemilihan tipe bangunan khusus untuk pos duga air ditetapkan berdasarkan ketentuan sebagai berikut:

- a. Tipe konsol
Tebing sungai mudah dicapai, curam, stabil, dan terdiri dari batuan keras.
- b. Tipe pembilas
Tebing sungai landai, tidak terdiri dari batuan keras dan air sungai tidak berkadar sedimen tinggi.
- c. Tipe kerangka
Tebing sungai landai dan alirannya tidak membawa sampah.