



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

Analisis Hidrologi dan Drainase

Analisa Data Hujan

20.02.2020

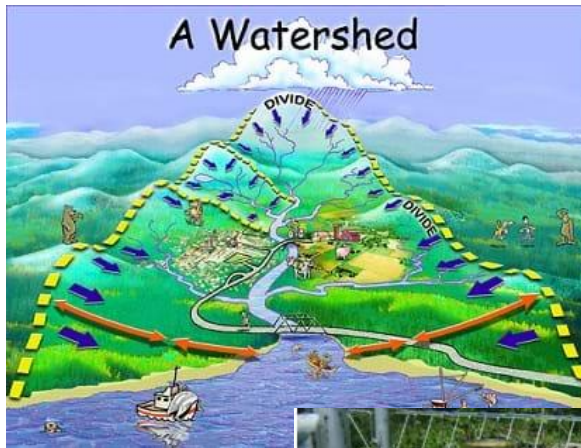
Dr. Eng. Wakhidatik Nurfaida

Website: <http://wakhidatik.staff.ugm.ac.id/>

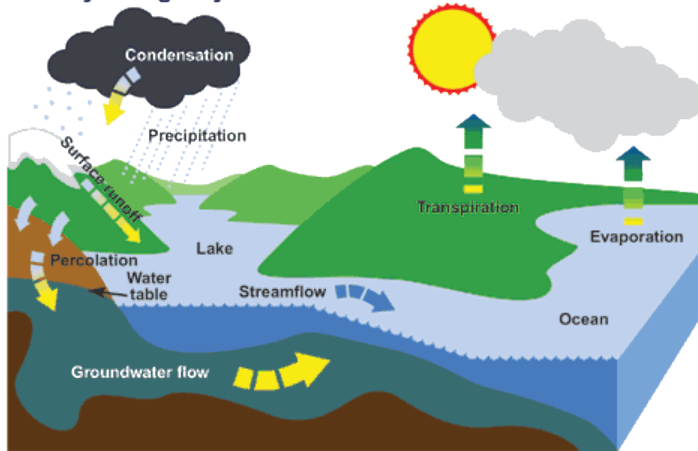
Review

Last week's review

- Siklus hidrologi
- Pencatatan data hujan
- Konsep baru drainase
- watershed



The hydrologic cycle



Drainase Berwawasan Lingkungan

Resapkan Air

Air hujan dapat dialirkan kedalam tanah (diresapkan kedalam tanah) sehingga membantu mengisi air tanah dan dapat digunakan pada musim kemarau, yaitu dengan sumur resapan selain itu juga Air Hujan dapat kita tampung

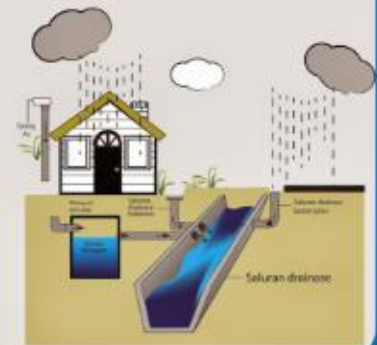


Simpan Air

Agar air hujan tidak seluruhnya terbangun ke saluran drainase, maka kita bisa memanennya untuk berbagai macam kebutuhan, air minum, pengairan, dan cadangan air di musim kemarau

Alirkan Air

Air hujan dialirkan melalui Saluran Drainase sehingga tidak mengganggu dan mengganggu aktivitas masyarakat



Konsep Drainase

Perubahan Paradigma

Pengatusan

Konvensional:

Secepatnya mengalirkan/mengatuskan air permukaan /genangan ke badan air terdekat.

impact:

- ✓ beban di sungai banyak → banjir di musim hujan
- ✓ Infiltrasi & perkolasi sedikit → kekeringan

Berwawasan lingkungan

Eko-drainase:

Mengurangi runoff dengan memperbanyak infiltrasi air hujan ke dalam tanah
→ “**modifikasi hidrograf banjir**”

impact:

- ✓ Limpasan air tidak langsung menuju sungai
- ✓ Menambah infiltrasi & kemungkinan perkolasi → kemungkinan menambah groundwater

Beberapa metode drainase ramah lingkungan yang dapat dipakai di Indonesia:

- kolam konservasi,
- sumur resapan → hanya untuk air hujan (bukan limbah),
- Mempertahankan flood plain
- pengembangan areal perlindungan air tanah (ground water protection area).

→ **Note: perlu mempertimbangkan juga karakteristik daerahnya.**

Pengertian²

- **Drainase** adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima.
- **Kolam detensi** adalah prasarana drainase yang berfungsi untuk menampung sementara air hujan di suatu wilayah
- **Bangunan pelengkap** adalah bangunan air yang melengkapi system drainase berupa gorong-gorong, bangunan pertemuan, bangunan terjunan, siphon, talang, tali air/*street inlet*, pompa dan pintu air
- **Banjir rancangan** (design flood) adalah salah satu besaran rancangan untuk suatu rencana pembuatan bangunan air atau bangunan yang keberadaannya (fungsi operasi dan stabilitas) dipengaruhi oleh karakteristik aliran banjir.
- Etc..

Retention vs. Detention

Two different kinds of ponds are often used for flood control and stormwater runoff treatment: wet ponds and dry ponds. Both systems function to settle suspended sediments and other solids typically present in stormwater runoff. Wet ponds are also called retention ponds and they hold back water similar to water behind a dam. The retention pond has a permanent pool of water that fluctuates in response to precipitation and runoff from the contributing areas. Maintaining a pool discourages resuspension and keeps deposited sediments at the bottom of the holding area.



Retention ponds maintain a pool of water throughout the year and hold stormwater runoff following storms.



Detention ponds hold water for a short period of time; this pond temporarily holds water before it enters the stream.

<https://www.lccdnet.org/wp-content/uploads/Ponds.pdf>

Retention pond = retarding basin

Analisa Data Hujan

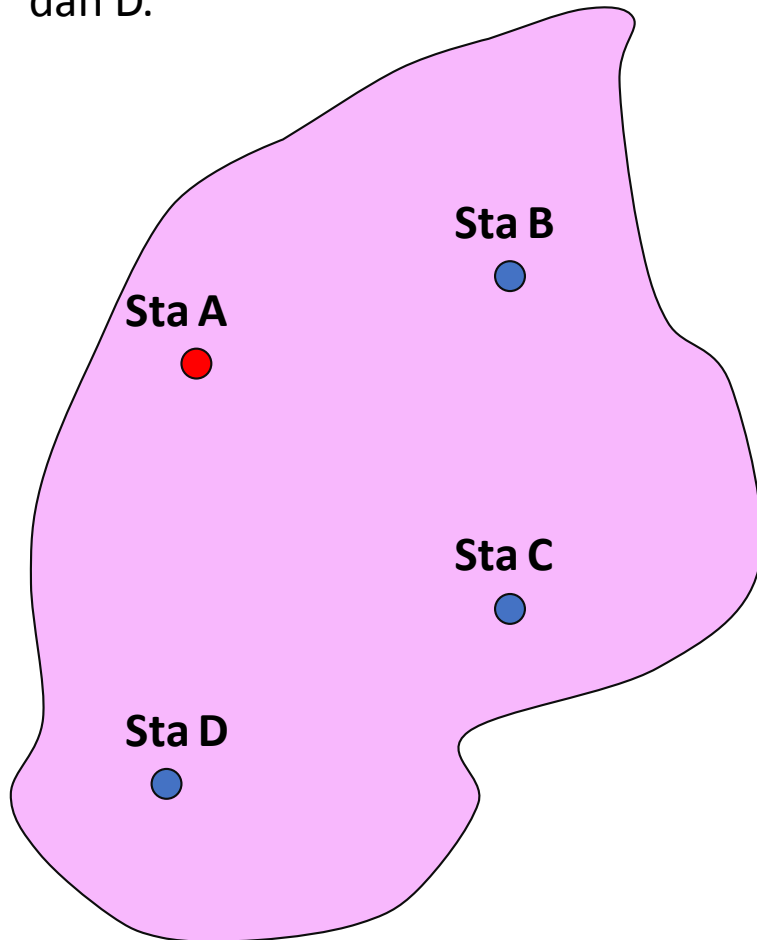
Uji Kepanggahan

Uji Kepanggahan Data /Homogeneity /Consistency Test

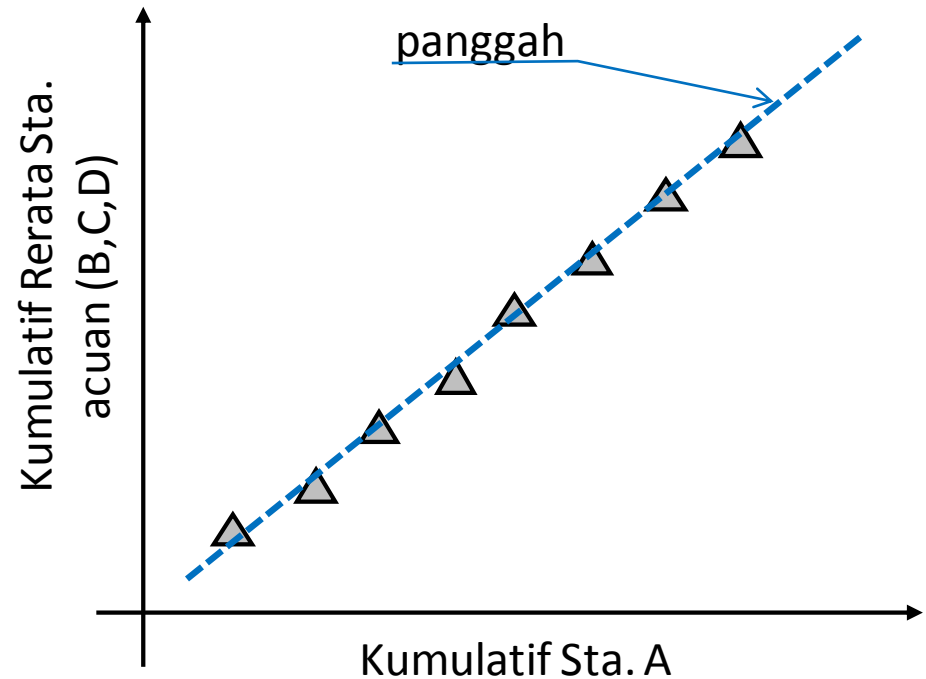
- Menguji apakah suatu seri data hujan memiliki kepanggahan (consistency) atau tidak.
- Penyebab ketidakpanggahan:
 - Alat ukur diganti dengan spesifikasi yang berbeda
 - Alat ukur diganti dengan spec. yg sama, tapi patokan aturan berbeda
 - Alat ukur dipindahkan dari tempat semula, tetapi secara administrative nama, stasiun tersebut tidak diubah
 - Alat ukur sama, tidak dipindah, tetapi lingkungannya berubah.
- Uji kepanggahan → seri data di sebuah stasiun diuji dengan seri data stasiun² di sekitarnya
- Data hujan yang tidak panggah, perlu dikoreksi (atau di-exclude dari analisis)

Double mass curve analysis

Contoh: dalam suatu DAS, akan dilakukan uji kepanggaan atas stasiun A dengan acuan stasiun B, C, dan D.

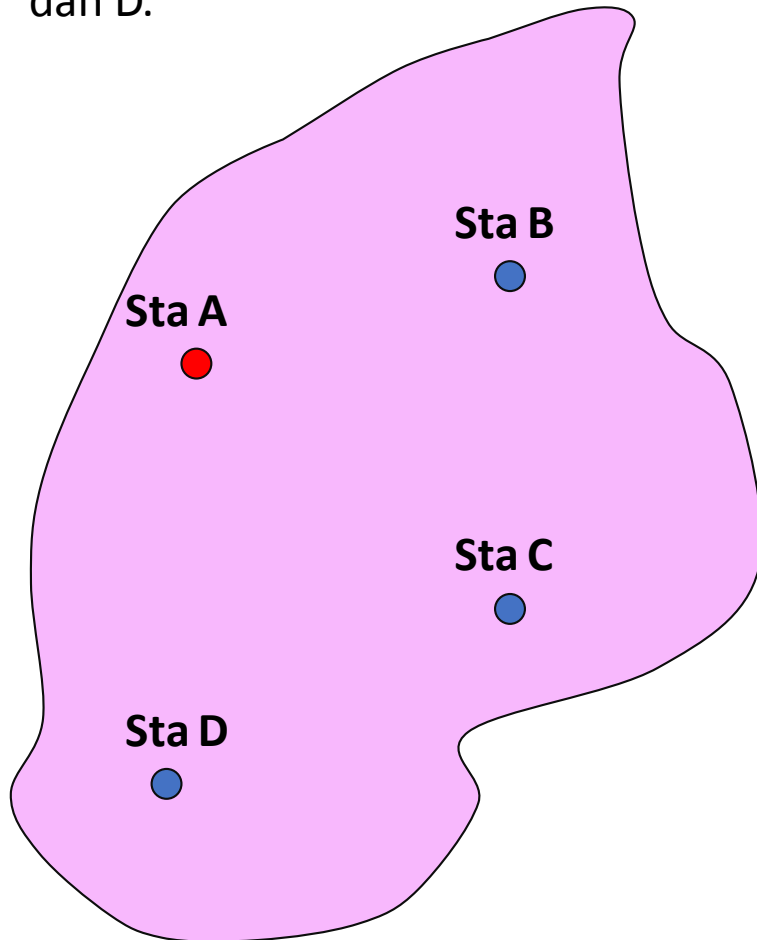


Konsep:

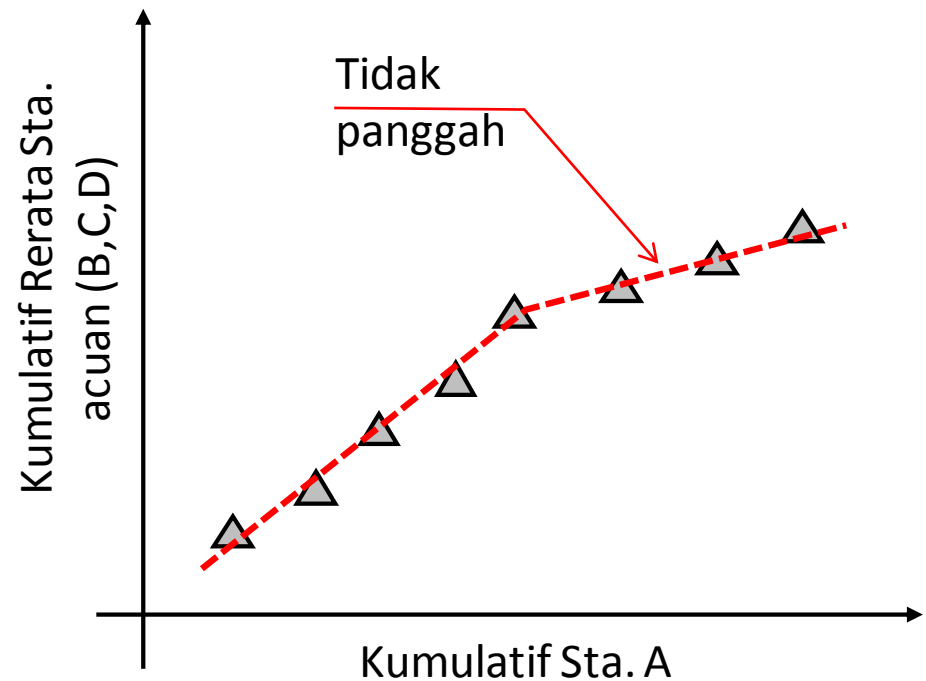


Double mass curve analysis

Contoh: dalam suatu DAS, akan dilakukan uji kepanggaan atas stasiun A dengan acuan stasiun B, C, dan D.



Konsep:

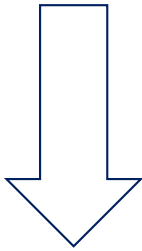


Double mass curve



kelemahan

stasiun yang tidak pangkah pada giliran yg lain akan menjadi stasiun acuan.



Cara statistik : menguji kepangghahan data tanpa menggunakan data acuan.

Contoh metode: RAPS, WAPS

Cara Statistik: RAPS

RAPS: Rescaled Adjusted Partial Sums

Cumulative deviation

$$S_k^* = 0 \quad (\text{no deviation})$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})$$

Y_i = hujan tahun ke- i

\bar{Y} = rerata data hujan tahunan

n = jumlah data

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{\sigma}$$

Statistic tool to test the critical value:

$$Q = \max_{0 \leq k \leq n} |S_k^{**}|$$

Or

$$R = \max S_k^{**} - \min S_k^{**}$$

Data di stasiun tersebut pangkah apabila:

$$\frac{Q}{\sqrt{n}} \leq \text{Angka kritik}$$

$$\frac{R}{\sqrt{n}} \leq \text{Angka kritik}$$

tabel

Nilai Kritik

critical values based on Buishand (1982).

Percentage points of Q/\sqrt{n} and R/\sqrt{n}

n	Q/\sqrt{n}			R/\sqrt{n}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.46	1.40	1.50	1.70
40	1.13	1.26	1.50	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.86
∞	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2.00

Exercise!

Data		RAPS			
Year	y	$y - \bar{y}$		Sk**	Sk**
	i	2	Sk *	4	5
2008	2005.60				
2009	1263.20				
2010	2295.10				
2011	2830.40				
2012	1824.40				
2013	2520.00				
2014	1699.00				
2015	1719.10				
2016	2399.10				
2017	2868.00				
2018	1896.50				

$$\frac{Q}{\sqrt{n}} = ?$$

$$\frac{R}{\sqrt{n}} = ?$$

average	
n	11
ST DEV	

Cara Statistik: RAPS

$$S_k^* = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{\sigma}$$

Data		RAPS			
Year	y	$y - \bar{y}$		Sk**	Sk**
	i	2	Sk *	4	5
2008	2005.6	10.70	-1365.85	-2.58	2.58
2009	1263.2	-731.70	-2097.54	-3.96	3.96
2010	2295.1	300.20	-1797.34	-3.40	3.40
2011	2830.4	835.50	-961.83	-1.82	1.82
2012	1824.4	-170.50	-1132.33	-2.14	2.14
2013	2520	525.10	-607.22	-1.15	1.15
2014	1699	-295.90	-903.12	-1.71	1.71
2015	1719.1	-275.80	-1178.91	-2.23	2.23
2016	2399.1	404.20	-774.71	-1.46	1.46
2017	2868	873.10	98.40	0.19	0.19
2018	1896.5	-98.40	0.00	0.00	0.00

RAPS critical values for R/\sqrt{n}

n	90%	95%	99%
10	1.21	1.28	1.38
20	1.34	1.43	1.6
30	1.4	1.5	1.7
11	1.223	1.295	1.402

CONSISTENT

RAPS critical values for Q/\sqrt{n}

n	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29
20	1.1	1.22	1.42
30	1.12	1.24	1.46
11	1.055	1.148	1.303

INCONSISTENT

average	2120.0
n	11
ST DEV	505.49

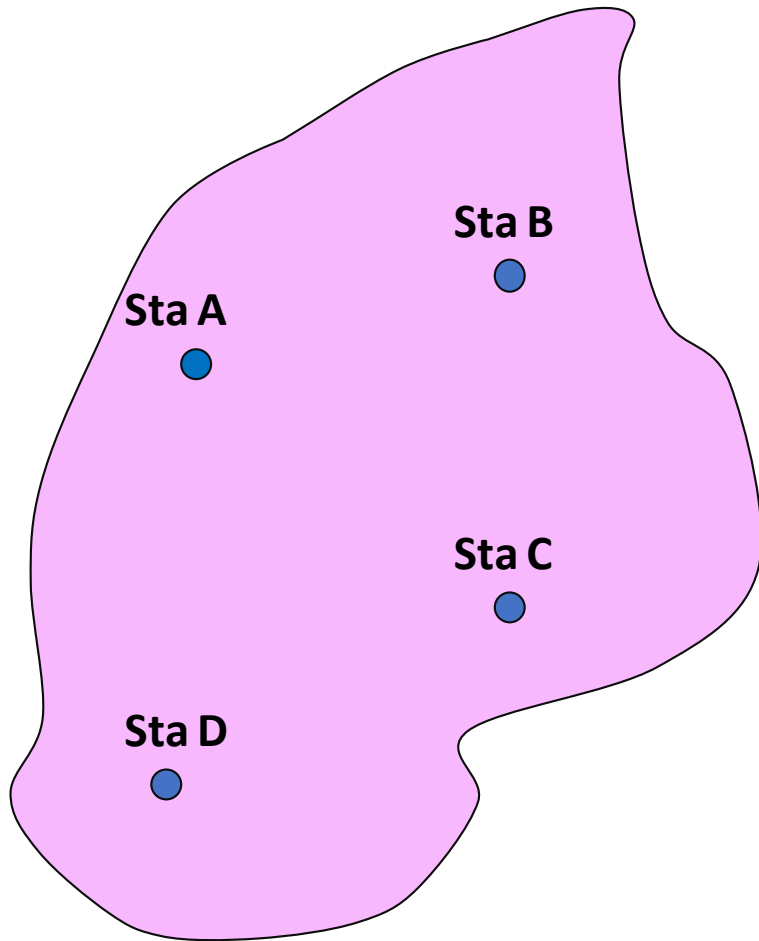
4.150	3.964
R	Q
1.251	1.195
R/\sqrt{n}	Q/\sqrt{n}

Salah satu consistent → ok

Analisa Data Hujan

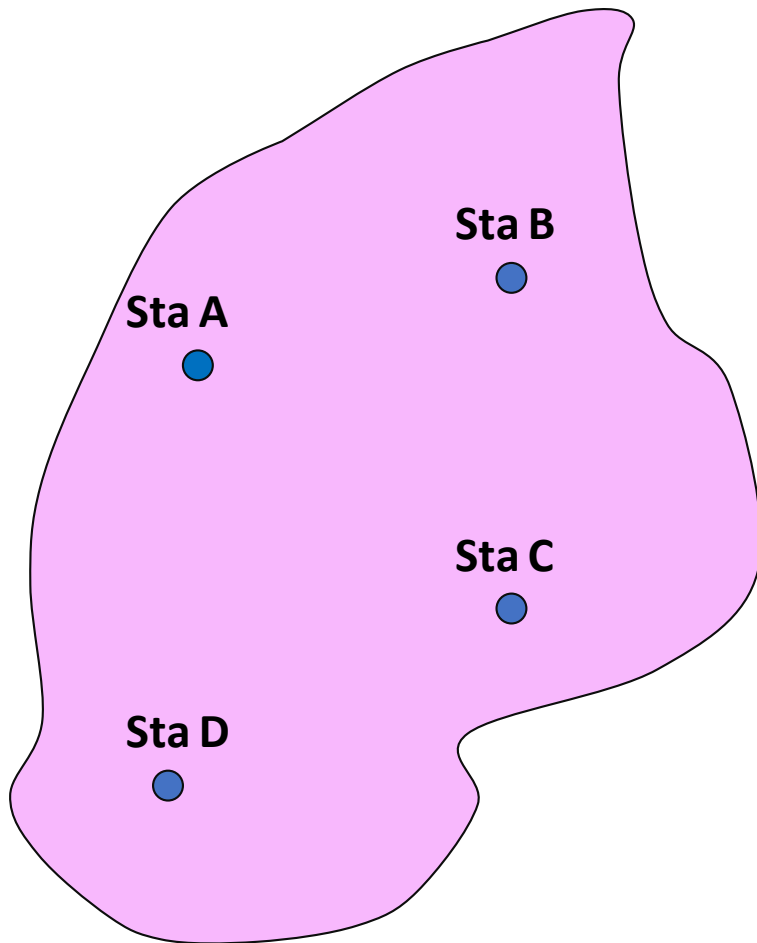
Hujan rerata DAS

Hujan DAS / Catchment Rainfall



- Hujan tercatat di suatu stasiun → **hujan titik (point rainfall)**
- **Catchment rainfall** → hujan yang dianggap mewakili jumlah seluruh hujan yang terjadi dalam suatu DAS atau kawasan
- Rerata dilakukan untuk data pada **waktu yang sama**
- **Metode:**
 1. Rerata aljabar
 2. Poligon thiessen
 3. Isohyet

Rerata Aljabar

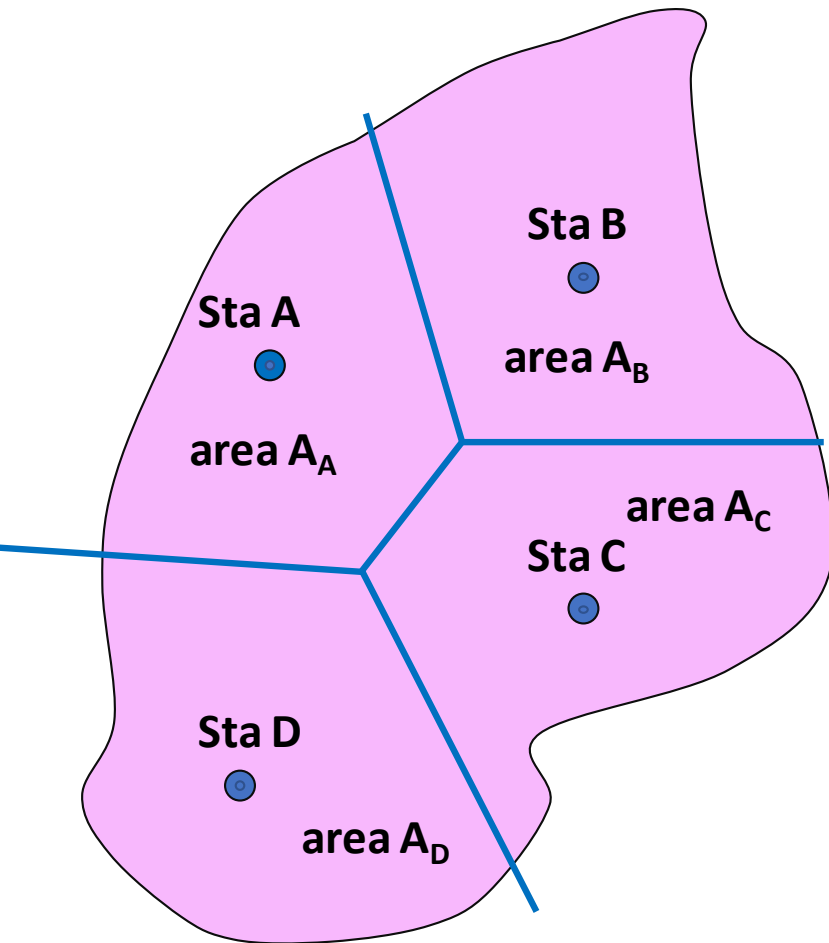


$$P = \frac{P_A + P_B + P_C + P_D}{4}$$

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Poligon Thiessen (1)



- Lebih akurat daripada rerata aljabar karena memberikan proporsi / bobot pada masing-masing stasiun
- Rumus:

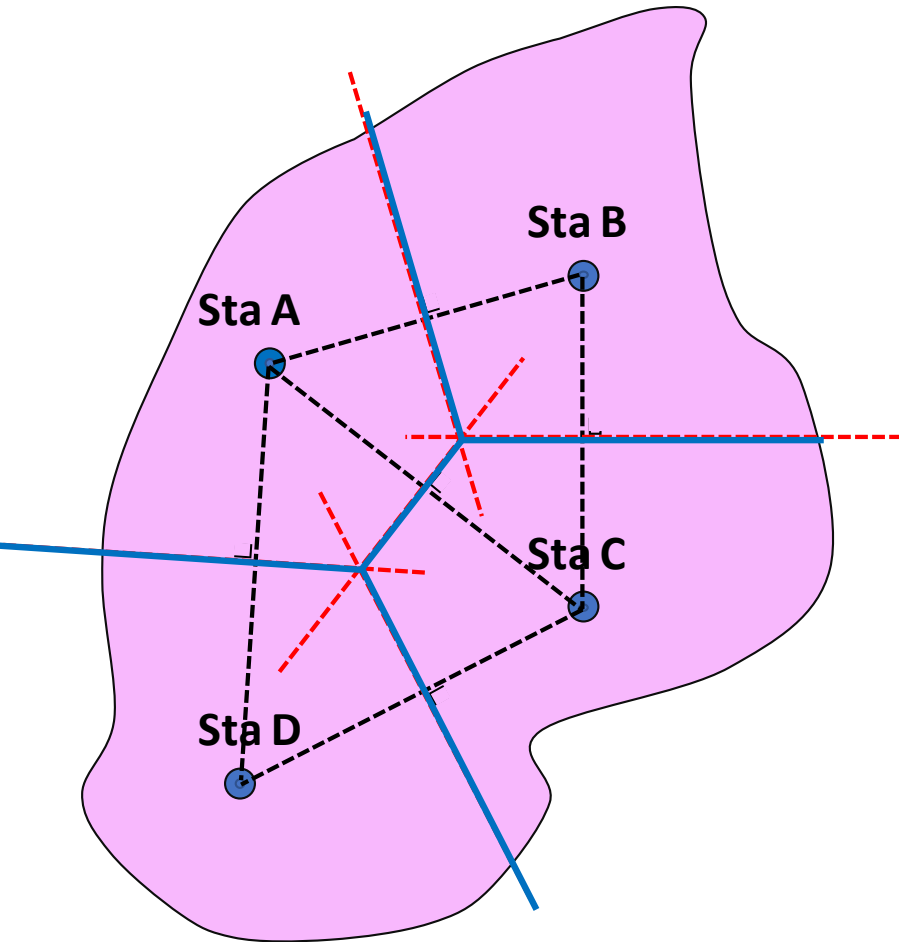
$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$P = \sum_{i=1}^n \alpha_i P_i \quad \alpha_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

A = Luas area dalam masing – masing polygon

α = Koefisien Thiessen (perbandingan antara luas dalam polygon i dengan total luas DAS)

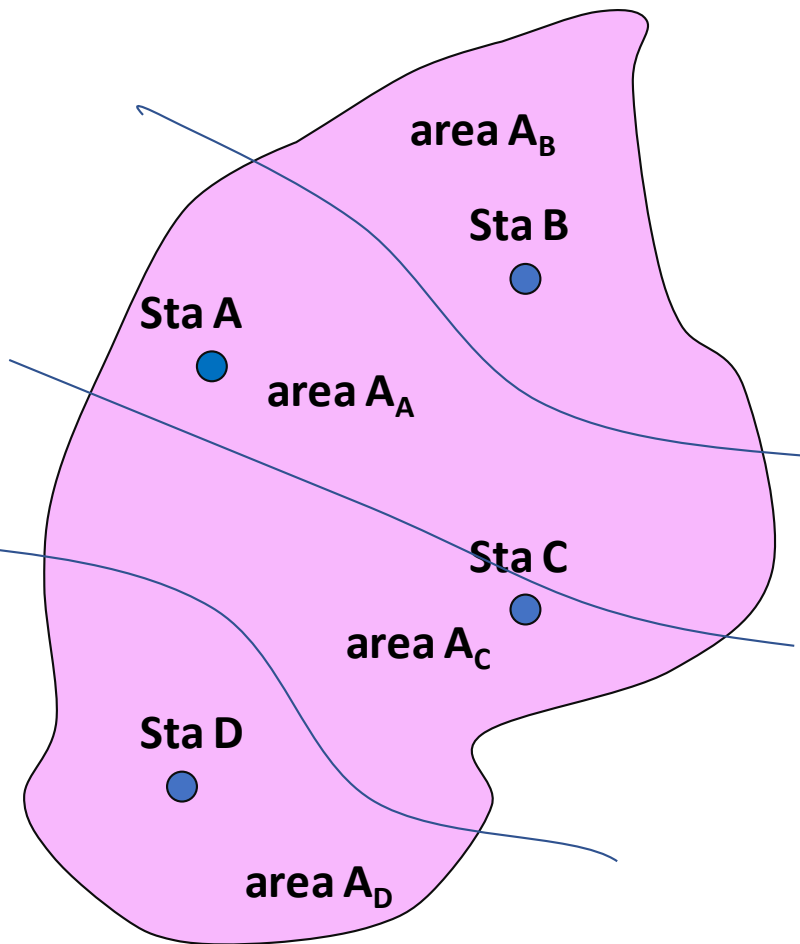
Poligon Thiessen (2)



■ Cara membuat polygon Thiessen

1. Hubungkan semua stasiun dengan garis lurus sehingga terbentuk beberapa segitiga
2. Tarik garis **tegak lurus di tengah-tengah** tiap garis penghubung
3. **Poligon Thiessen** adalah luasan yang dibatasi oleh masing-masing garis sumbu, atau antara garis sumbu dengan batas DAS

Isohyet



- Isohyet: kontur yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama
- Dua garis isohyet tidak pernah saling berpotongan
- Garis isohyet bisa diperoleh dengan cara interpolasi data antar stasiun → cara ini bisa dilakukan apabila jumlah stasiun cukup, dan juga dengan mempertimbangkan karakteristik daerah tangkapannya

$$P = \sum_{i=1}^n \alpha_i P_i$$

Cara memilih metode

Berdasarkan luas DAS

Luas DAS	Metode
DAS besar ($> 5000 \text{ km}^2$)	Isohyet
DAS sedang ($500 - 5000 \text{ km}^2$)	Poligon Thiessen
DAS kecil ($< 500 \text{ km}^2$)	Rerata aljabar

Berdasarkan topografi DAS

Luas DAS	Metode
Berbukit dan tidak beraturan	Isohyet
Dataran	Poligon Thiessen
Pegunungan	Rerata aljabar

Sumber: Suripin (2003) "Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan"

Next

Frequency Analysis