

HIDROLOGI

CIV-202



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA



Pertemuan ke-4

Curah Hujan Kawasan

Rizka Arbaningrum, ST., MT
rizka.arbaningrum@upj.ac.id



Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

1. SIKLUS HIDROLOGI
2. PENGUAPAN DAN INFILTRASI
3. DAERAH ALIRAN SUNGAI
4. HIDROMETRI
5. HUJAN
6. CURAH HUJAN KAWASAN
7. ANALISIS FREKUENSI
- 8. UJIAN TENGAH SEMESTER**
9. HUJAN RENCANA
10. INTENSITAS HUJAN
11. LIMPASAN
12. PENELUSUSRAN ALIRAN
13. KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR
14. NERACA AIR
15. SISTEM DRAINASE WILAYAH
16. SISTEM PENGENDALIAN BANJIR
- 17. UJIAN AKHIR SEMESTER**



Pokok Bahasan



PENGERTIAN

PERHITUNGAN AREAL RAINFALL

PENGISIAN DATA HUJAN YANG HILANG

PERIODE ULANG



- Sebagian besar analisis hidrologi memerlukan data curah hujan rata-rata daerah aliran sungai (*Areal Rainfall*).
- Hasil yang diperoleh dari pengukuran alat pengukur hujan adalah **kedalaman hujan pada satu tempat saja**, di mana stasiun hujan tersebut berada → disebut **data hujan lokal (*point rainfall*)** → data ini belum bisa digunakan untuk analisis.
- Jika suatu DAS mempunyai **beberapa stasiun hujan yang ditempatkan terpencar** → kedalaman hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama.
- **Lebih banyak stasiun hujan** → lebih banyak informasi yang diperoleh → data hujan lebih baik → tapi konsekwensinya biaya lebih besar.

POKOK BAHASAN

1. **Pengertian**
2. **Perhitungan Areal Rainfall**
3. **Pengisian Data Hujan yang Hilang**
4. **Periode Ulang**



POINT RAINFALL HARUS DIUBAH MENJADI *AREAL RAINFALL* SEHINGGA DIPEROLEH HUJAN DAS

→ DATA INI YANG BISA DIGUNAKAN UNTUK ANALISIS HIDROLOGI.

ADA 3 MACAM CARA YANG DAPAT DIGUNAKAN UNTUK MENGHITUNG HUJAN LOKAL (*POINT RAINFALL*) MENJADI HUJAN RATA-RATA DAERAH ALIRAN SUNGAI (*AREAL RAINFALL*) YAITU :

- A. METODE RATA2 ALJABAR**
- B. METODE POLIGON *THIESSEN***
- C. METODE ISOHYET**

POKOK BAHASAN

- 1. Pengertian**
- 2. Perhitungan Areal Rainfall**
- 3. Pengisian Data Hujan yang Hilang**
- 4. Periode Ulang**

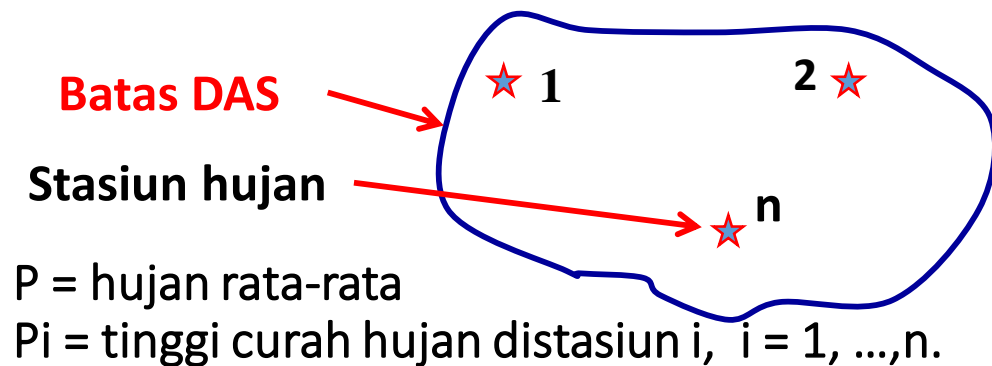


Merupakan metode paling sederhana untuk menghitung hujan rata-rata yang jatuh di dalam & sekitar daerah ybs.

Hasilnya memuaskan jika daerahnya datar dan alat ukur tersebar merata serta curah hujan tidak bervariasi banyak dari harga tengahnya dan distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



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



• **CONTOH 1 :**

• **DIKETAHUI SUATU DAS MEMPUNYAI 4 STASIUN HUJAN, STASIUN A = 50 MM, B = 40 MM, C = 20 MM DAN D = 30 MM. HITUNG HUJAN RERATA DENGAN **METODE RATA-RATA ALJABAR !.****

• **PENYELESAIAN : STA. A BERADA TIDAK JAUH DARI DAS, JADI BERPENGARUH**

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i = \frac{1}{4} (50 + 40 + 20 + 30) = 35mm.$$

• **JIKA STASIUN A BERADA JAUH DARI DAS MAKA DATA DI STASIUN A TIDAK DIPERHITUNGKAN, SEHINGGA :**

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i = \frac{1}{3} (40 + 20 + 30) = 30mm.$$

• **PERBEDAAN CUKUP BESAR KARENA **VARIASI HUJAN DI MASING2 STA CUKUP BESAR, PADAHAL **METODE TSB. COCOK JIKA VARIASI HUJAN TERHADAP JARAK ANTAR STASIUN TIDAK BESAR.******

POKOK BAHASAN

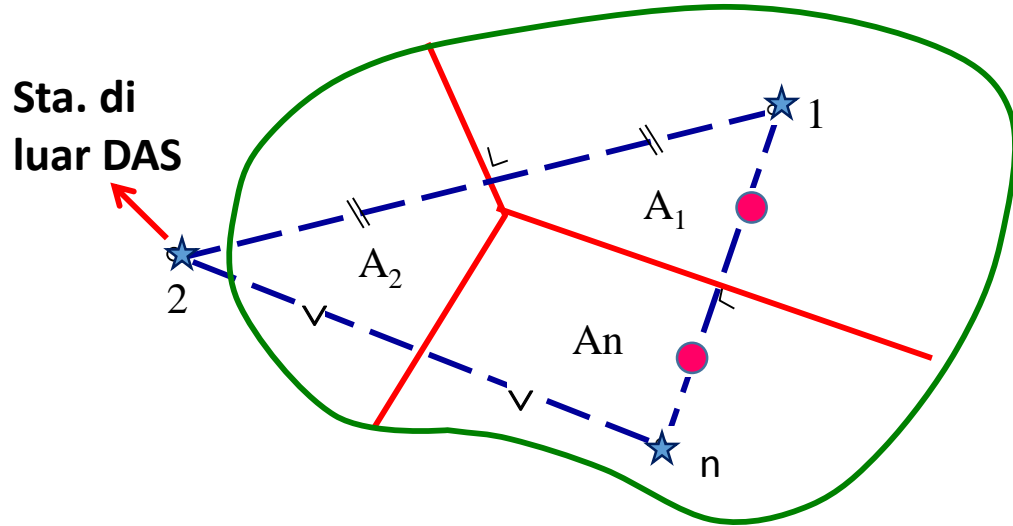
1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



- Metode ini memperhitungkan bobot/daerah pengaruh dari masing-masing stasiun hujan → **asumsi : hujan yang terjadi pada suatu luasan dalam DAS = hujan yg tercatat di sta. terdekat → jadi mewakili luasan tsb.**
- Jumlah stasiun hujan **minimum 3 buah**
- Penyebaran stasiun hujan bisa tidak merata.
- Tidak sesuai untuk daerah bergunung (pengaruh orografis)
- **DAS dibagi menjadi poligon, stasiun pengamat hujan sebagai pusat.**
- Apabila ada **penambahan/ pemindahan stasiun** pengamat hujan, akan mengubah seluruh jaringan dan mempengaruhi hasil akhir perhitungan.
- Tidak memperhitungkan topografi.
- **Lebih teliti dibandingkan dengan cara Aljabar.**

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



$$\bar{P} = \frac{\sum A_n P_n}{\sum A_n}$$

\bar{P} = Hujan rata-rata DAS.

P_n = tinggi hujan pada stasiun 1, 2....., n

A_n = luas daerah yang berpengaruh pada masing2 sta.

Caranya :

1. Hubungkan lokasi stasiun pengamat hujan.
2. Gambar garis bagi tegak lurus pada tiap sisi segitiga.
3. **Hitung faktor pemberat/pembobot Thiessen $A_i/\sum A_i$.**
4. Curah hujan dalam tiap poligon dianggap diwakili oleh curah hujan dari titik pengamatan dalam tiap poligon tersebut.
5. **Luas poligon dapat diukur dengan planimeter atau kertas milimeter.**

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

**CONTOH 2 :**

DATA SEPERTI GAMBAR DI BAWAH INI, LUAS DAS 500 KM².
HITUNG HUJAN RERATA DENGAN METODE *THIESEN* !.

Stasiun	Hujan (mm)	Luas poligon	Hujan x Luas
A	50	95	4.750
B	40	120	4.800
C	20	172	3.440
D	30	113	3.390
	JUMLAH	500	16.380

$$\bar{P} = \frac{\sum A_n P_n}{\sum A_n} = \frac{16.380}{500} = 32,76mm$$

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



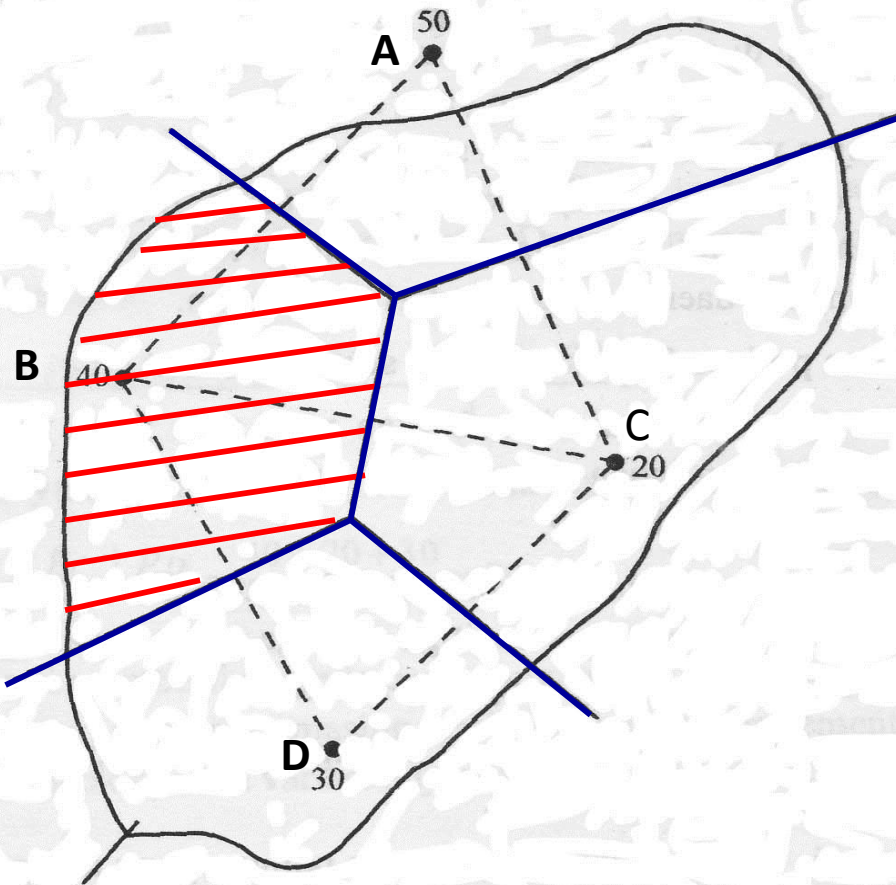
$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.3)$$

dengan:

\bar{p} : hujan rerata kawasan

p_1, p_2, \dots, p_n : hujan pada stasiun 1, 2, 3 \dots , n

A_1, A_2, \dots, A_n : luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3 \dots , n



Gambar 2.9. Poligon Thiessen

BAB VI CURAH HUJAN KAWASAN

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



ISOHYET ADALAH GARIS YANG MENGHUBUNGKAN TITIK-TITIK DENGAN **KEDALAMAN HUJAN YANG SAMA.**

DIASUMSIKAN BAHWA : **HUJAN PADA SUATU DAERAH DIANTARA 2 GARIS ISOHYET MERATA DAN = NILAI RATA-RATA DARI KEDUA GARIS ISOHYET TERSEBUT.**

- Digunakan di daerah datar / pegunungan.
- Stasiun curah hujan tersebar merata & harus banyak.
- Bermanfaat untuk curah hujan yang singkat, **metode paling teliti tetapi analis-nya harus berpengalaman.**

$$P = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{I_i + I_{i+1}}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



PROSES TAHAPANNYA :

1. Plot Stasiun hujan & besar kedalaman curah hujan.
2. Dari nilai kedalaman hujan di stasiun yang berdampingan, dibuat interpolasi dengan penambahan nilai yang ditetapkan.
3. Buat kurva dengan menghubungkan titik-titik interpolasi dengan kedalaman hujan yang sama.
4. Ukur luas daerah antara 2 garis isohyet yang berurutan, kalikan dengan nilai rerata dari nilai kedua garis isohyet.
5. Jumlah hitungan pada butir 4 untuk seluruh garis isohyet dibagi dengan luas daerah yang ditinjau.

Tebal hujan :

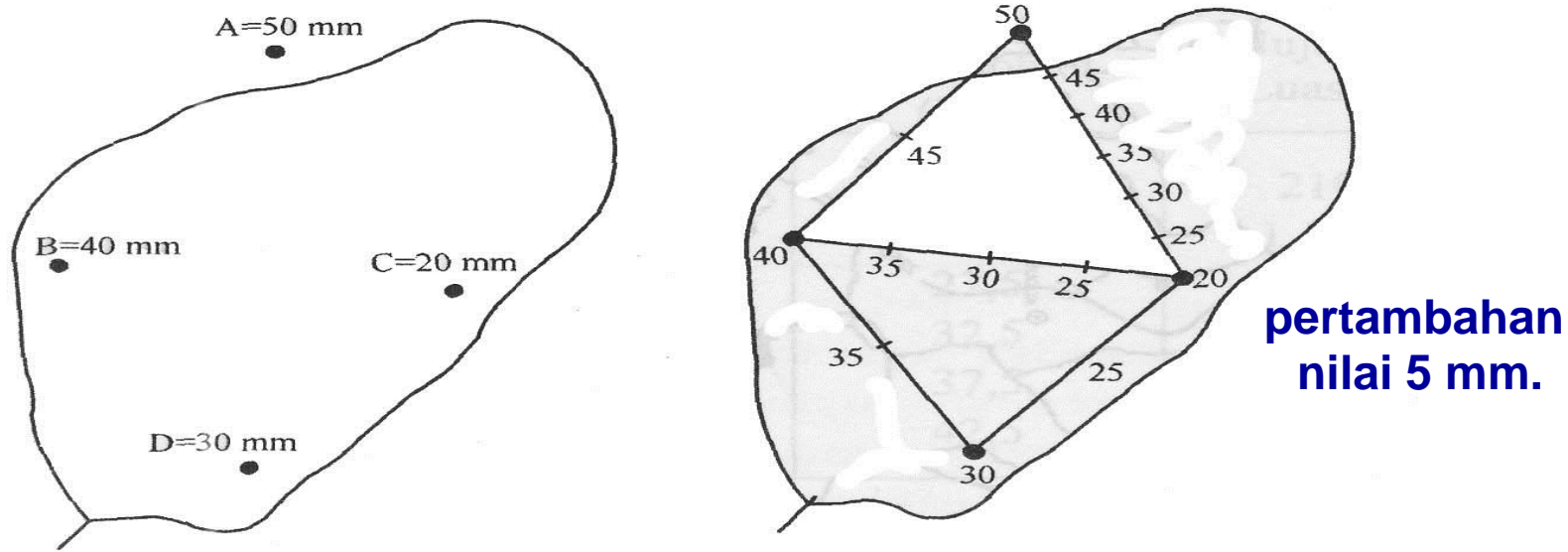
Jumlahkan hasil kali tebal hujan dengan luas DAS yang dibatasi oleh 2 garis yang membagi jarak yang sama diantara 2 Isohyet yang berdekatan.

POKOK BAHASAN

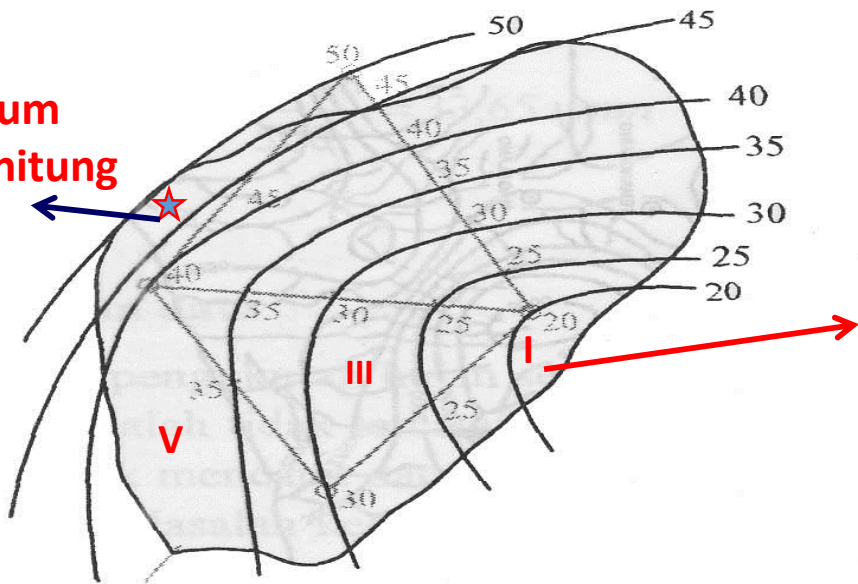
1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

CONTOH 3 : SOAL = NO 2, HITUNG P DENGAN METODE ISOHYET.

**BAB VI
CURAH HUJAN
KAWASAN**



Belum terhitung



PENYELESAIAN :
DIBUAT GARIS-GARIS ISOHYET, KEMUDIAN DI HITUNG LUASAN DAERAH DI ANTARA 2 GARIS ISOHYET → DISAJIKAN DALAM TABEL SBB. :

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

Gambar 2.10. Metode isohiet

BAB VI
CURAH HUJAN
KAWASAN

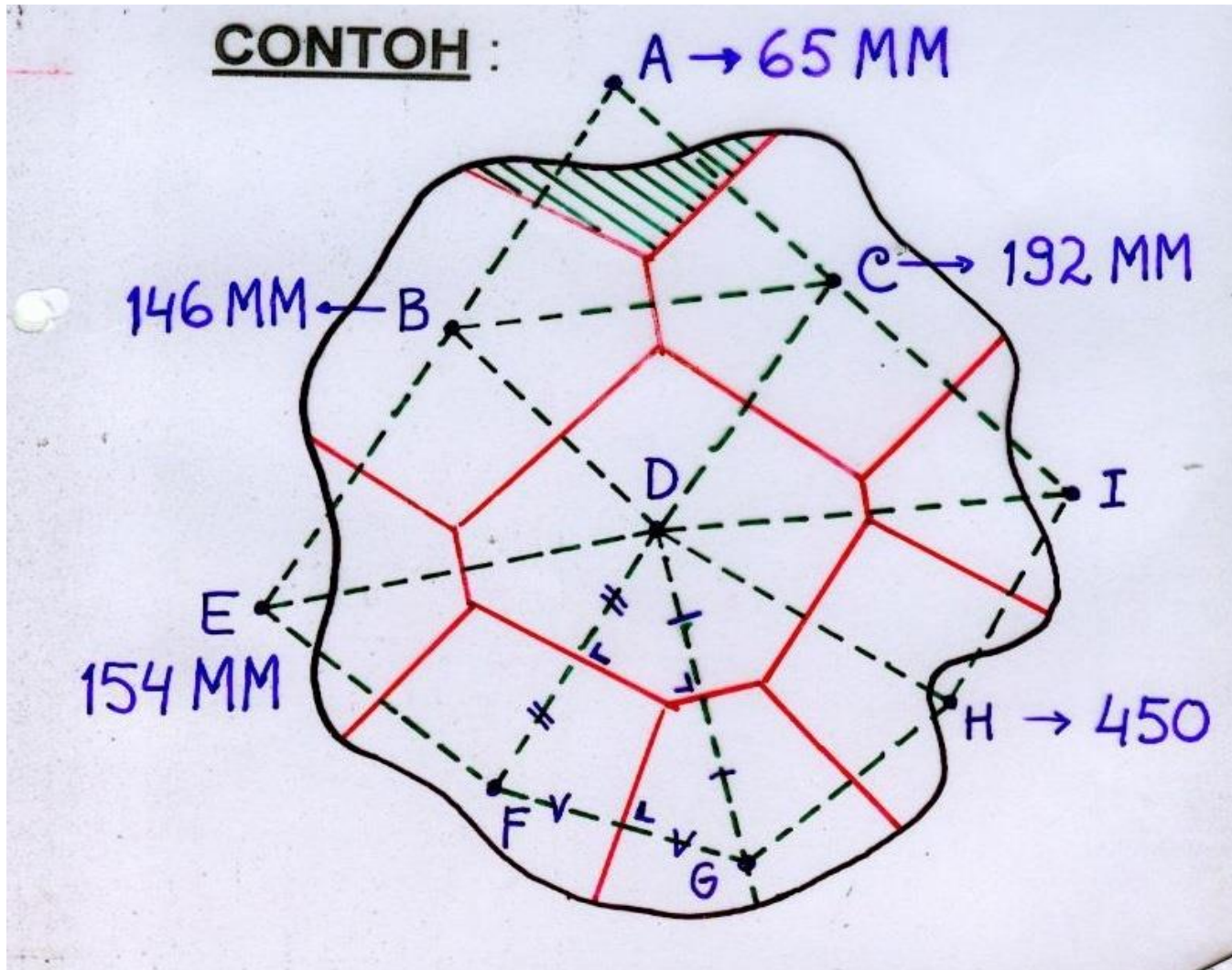
Daerah	Isohyet mm	Luasan antara 2 Isohyet, km ²	Rerata dari 2 Isohyet, km ²	Luasan x Rerata
I	15	14	17.5	210
	20			
II	25	50	22.5	1.125
III	30	95	27.5	2.613
IV	35	111	32.5	3.608
V	40	140	37.5	5.250
VI	45	70	42.5	2.975
	50 ← JUMLAH	500		16.826

HUJAN RERATA :

$$P = \frac{16.826}{500} = 33,65mm$$

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



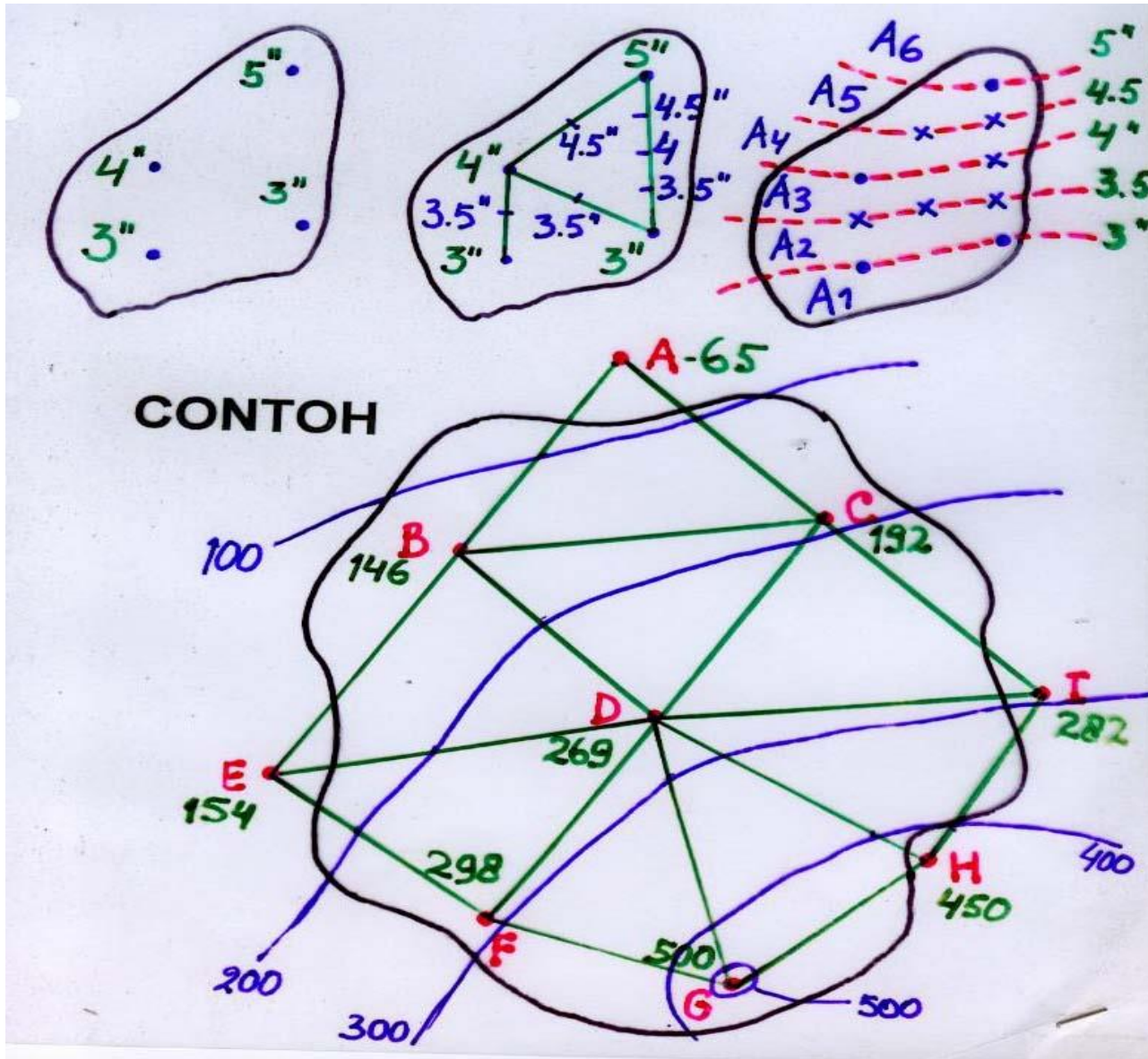
Sta. Hujan	Luas (Ha)	Hujan P (mm)
A	15	65
B	70	146
C	80	192
D	85	269
E	10	154
F	60	298
G	100	500
H	25	450
I	10	282
Total	455	

Curah Hujan rata-rata kawasan ?

$$\bar{P} = \frac{\sum A_n P_n}{\sum A_n}$$

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



Isohyet	Rata Hjn antara 2 isohyet	Luasan antara 2 Isohyet
mm	mm	km ²
500	525	10
400	450	90
300	350	90
200	250	100
100	150	110
<100	80	55

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

$$P = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{I_i + I_{i+1}}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i}$$



PENGISIAN DATA HUJAN YANG HILANG (*MISSING DATA*) :

Ada 3 macam cara :

- 1. Cara Aljabar**
- 2. Cara Perbandingan Normal**
- 3. Cara Kebalikan Kuadrat Jarak
(*Reciprocal Methode*).**

POKOK BAHASAN

- 1. Pengertian**
- 2. Perhitungan Areal
Rainfall**
- 3. Pengisian Data
Hujan yang Hilang**
- 4. Periode Ulang**



1. CARA ALJABAR :

Digunakan jika perbedaan curah hujan tahunan normal di stasiun terdekat < 10% dari Stasiun yang kehilangan data tsb.

$$P_x = \frac{1}{N} \{P_a + P_b + P_c + \dots + P_N\}$$

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



2. CARA PERBANDINGAN NORMAL :

Digunakan jika **perbedaan curah hujan tahunan normal di Sta. terdekat > 10%** dari Stasiun yang kehilangan data tsb. :

$$P_x = \frac{1}{N} \left\{ \left(\frac{N_x P_a}{N_a} \right) + \left(\frac{N_x P_b}{N_b} \right) + \dots + \left(\frac{N_x P_N}{N_N} \right) \right\}$$

P_x = Curah hujan di Stasiun X yang datanya *missing*.

N_x = Curah hujan tahunan rata-rata di Stasiun X.

P_a, P_b, P_n = Curah hujan di Stasiun A, B ... pada saat tertentu.

N_a, N_b, N_n = Curah hujan tahunan rata-rata di Stasiun A, B, ...

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



CONTOH SOAL :

Dari suatu daerah aliran sungai yang mempunyai 4 buah stasiun curah hujan A, B, C, D, diketahui data sbb :

Curah hujan tahunan rata-rata :

$$N_D = 977,90 \text{ mm}$$

$$N_A = 1120,14 \text{ mm}$$

$$N_B = 934,72 \text{ mm}$$

$$N_C = 1198,88 \text{ mm}$$

Sedangkan curah hujan bulan Agustus 1997

di Stasiun A : $P_A = 106,7 \text{ mm}$

$$P_B = 88,9 \text{ mm}$$

$$P_C = 121,9 \text{ mm.}$$

Berapa besar curah hujan pada bulan Agustus di Stasiun D ?

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

PENYELESAIAN :

$$\text{Perbedaan A – D : } \frac{(1120,14 - 977,9) \times 100\%}{977,9} = 14,5\%$$

$$\text{Perbedaan B – D : } \frac{(934,72 - 977,9) \times 100\%}{977,9} = 4,4\%$$

$$\text{Perbedaan C – D : } \frac{(1198,88 - 977,9) \times 100\%}{977,9} = 22,6\%$$

Perbedaan > 10% → PAKAI METODA PERBANDINGAN NORMAL :

$$P_D = \frac{1}{3} \left\{ \left(\frac{N_D P_A}{N_A} \right) + \left(\frac{N_D P_B}{N_B} \right) + \left(\frac{N_D P_C}{N_C} \right) \right\}$$
$$P_D = \frac{1}{3} \left\{ \left(\frac{977,9 \times 106,7}{1120,14} \right) + \left(\frac{977,9 \times 88,9}{934,9} \right) + \left(\frac{977,9 \times 121,9}{1198,88} \right) \right\} = 95,20 \text{ mm}$$

Curah hujan bulan Agustus 1977 di Stasiun D = 95,20 mm.

BAB VI CURAH HUJAN KAWASAN

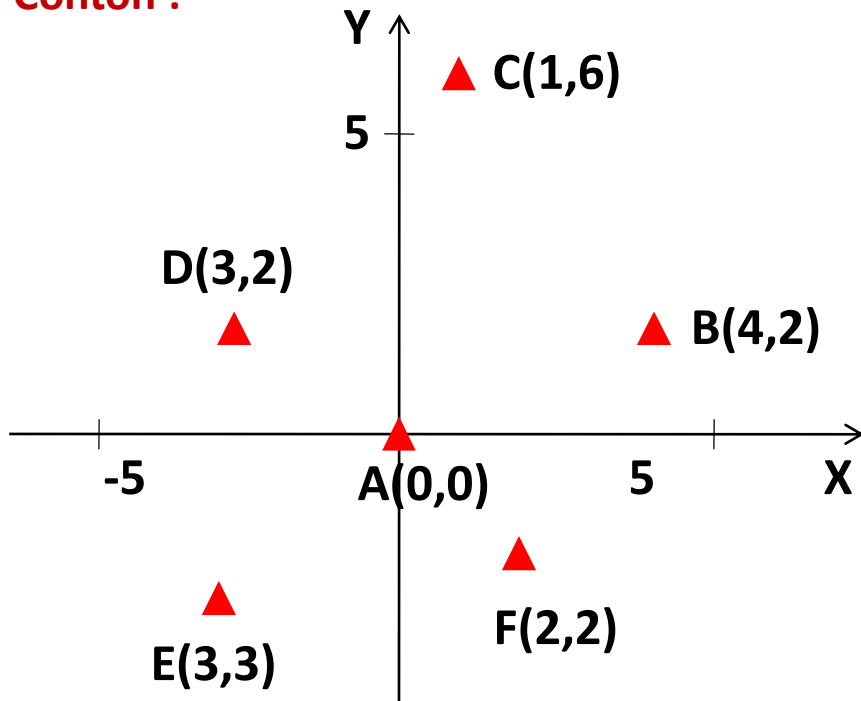
POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

3. CARA KEBALIKAN KUADRAT JARAK (RECIPROCAL METHOD).

$$P_x = \frac{\frac{1}{(dx_A)^z} P_A + \frac{1}{(dx_B)^z} P_B + \frac{1}{(dx_C)^z} P_C}{\frac{1}{(dx_A)^z} + \frac{1}{(dx_B)^z} + \frac{1}{(dx_C)^z}}$$

Contoh :



MENCARI HUJAN DI STA. A :

- ▼ Tentukan sumbu X-Y melalui titik A (0,0).
- ▼ Tulis koordinat (kolom 3,4).
- ▼ Estimasi hujan ditentukan dengan **faktor pemberat** :

$$dx_i^2 = X^2 + Y^2 \quad ; \quad W = \frac{1}{dx_i^2}$$

- ▼ Titik B, C, D, E, F diketahui besar curah hujannya.
- ▼ Penentuan hujan lokal dari data di sekitarnya.

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

BAB VI
CURAH HUJAN
KAWASAN

TTK	HUJAN (P)	X	Y	$dx_i^2 = X^2 + Y^2$	$W = \frac{1}{dx_i^2} 10^3$	PxW
A	-	0	0	-	-	-
B	1.6	4	2	20	50	80
C	1.8	1	6	37	27	48.8
D	1.5	3	2	13	76.9	115.4
E	2.0	3	3	18	55.6	111.2
F	1.7	2	2	8	125.0	212.5
					334.5	567.7

Jadi Curah Hujan di Stasiun A : $P = \frac{567,7}{334,5} = 1,7mm$

KELEMAHAN CARA INI :

Hasil estimasi < dari harga yang terbesar dan > dari harga yang terkecil.

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

CONTOH 2 : Dari suatu daerah aliran sungai yang mempunyai 5 buah stasiun penakar hujan diketahui data sbb :

Sta.	Koordinat	Curah Hujan (mm)
A	(15 ; 10)	220
B	(5 ; -20)	170
C	(10 ; 0.0)	-
D	(-20 ; 15)	198
E	(-25 ; 10)	203

Hitung besarnya curah hujan pada Stasiun C !

PENYELESAIAN :

Dengan menggunakan metode **“Kebalikan Kuadrat Jarak”**, maka harus dibuat sistem koordinat baru dengan titik pusat koordinat C (0,0) sehingga diperoleh masing2 koordinat sbb. :

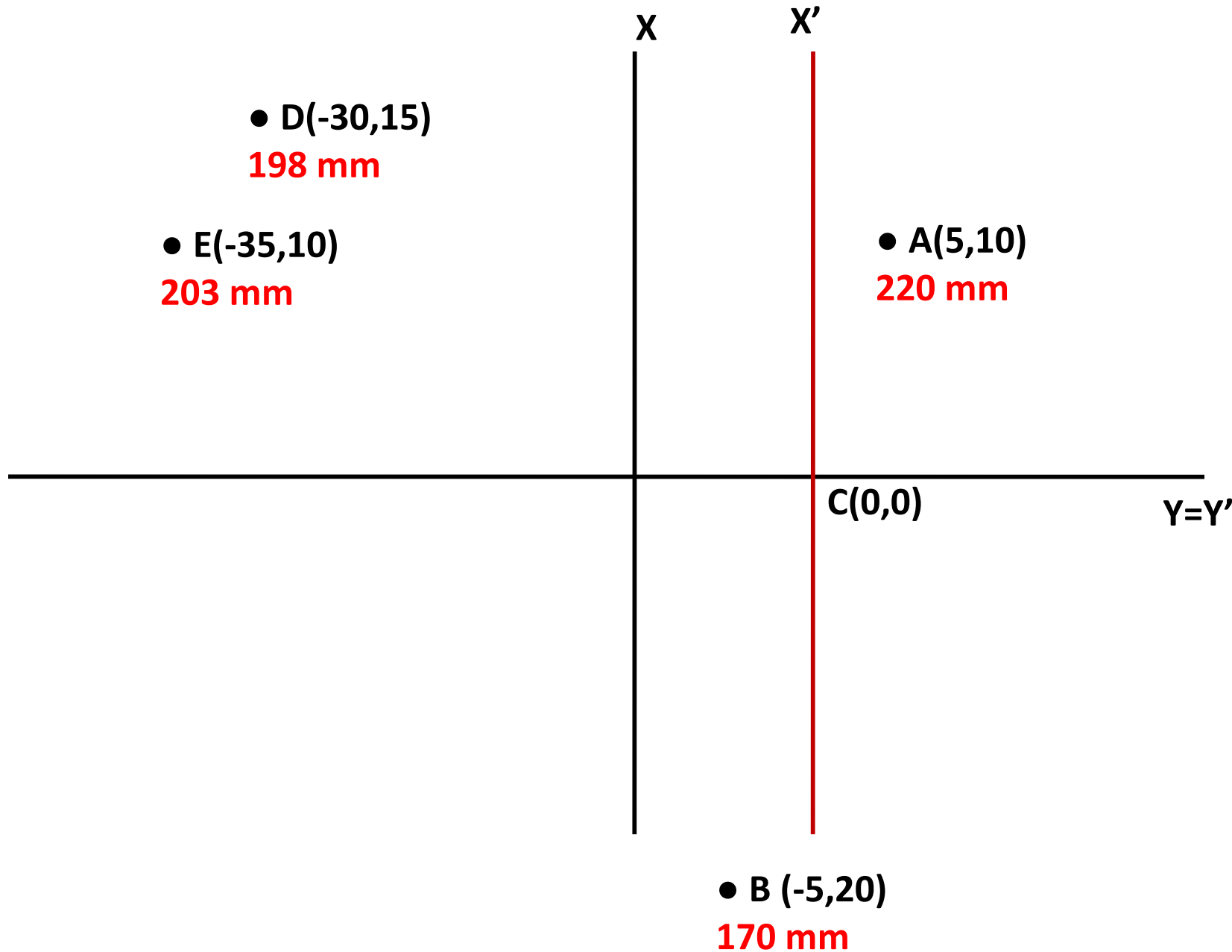
POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

BAB VI CURAH HUJAN KAWASAN

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



BAB VI
CURAH HUJAN
KAWASAN

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang

Titik	Hujan/P	X'	Y'	$dx_i^2 = X^2 + Y^2$	$W = \frac{1}{dx_i^2} 10^4$	$\frac{1}{dx_i^2} 10^4 R$
A	220	5	10	125	80	17600
B	170	-5	20	425	23,53	4000,1
C	-	0	0	0	0	0
D	198	30	15	1125	8,889	1760,022
E	203	35	10	1325	7,547	1532,041
				Jumlah	119,966	24.892,163

Jadi besarnya curah hujan di Stasiun C :

$$P_c = \frac{24.892,163}{119.966} = 207,493mm$$



PERIODE ULANG (*RETURN PERIOD = T_r*)

Adalah periode di mana banjir/hujan dengan suatu besaran tertentu akan **disamai atau dilampaui sekali** dalam jangka waktu tersebut.

Dalam hal ini tidak ada pengertian bahwa kejadian tersebut akan **berulang secara teratur untuk setiap periode ulang.**

CONTOH :

Misal hujan rencana dengan $t_r = 5$ tahun adalah $x_5 = 10$ mm, tidak berarti hujan sebesar 10 mm akan terjadi secara periodik 1 kali setiap 5 tahun, melainkan setiap tahunnya ada kemungkinan $1/5$ kali terjadi hujan yang besarnya ≥ 10 mm.

Artinya :

Dalam 5 Tahun Ada Kemungkinan 1 Kali Terjadi Hujan Yang Besarnya ≥ 10 Mm.

Dalam 10 Tahun Ada Kemungkinan 2 Kali Terjadi Hujan Yang Besarnya ≥ 10 Mm.

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



PERIODE ULANG DITENTUKAN OLEH BEBERAPA FAKTOR SEPERTI :

- **EKONOMI, SOSIAL, POLITIK** (KETERSEDIAAN DATA DAN DANA, DAERAH YANG DILINDUNGI).
- **UKURAN DAN JENIS PROYEK, KEBIJAKAN POLITIK DAN TEKNIS, DI MANA FAKTOR TEKNIS BIASANYA MENEMPATI URUTAN TERBAWAH → JADI FAKTOR TEKNIS TIDAK BERSIFAT PALING MENENTUKAN DIBANDINGKAN DENGAN FAKTOR YANG LAIN.**

DALAM PRAKTEK TIDAK ADA PEDOMAN YANG JELAS UNTUK MENENTUKAN TR
KARENA “FAKTOR LOKAL” LEBIH BANYAK MENENTUKAN.

BIASANYA TR DAPAT DIPEROLEH SETELAH DILAKUKAN ANALISIS EKONOMI ⇒
SEHINGGA TR UNTUK BESARAN HUJAN / BANJIR DITENTUKAN SECARA
KOMPROMI ANTARA FAKTOR-FAKTOR TERSEBUT DI ATAS.

POKOK BAHASAN

1. Pengertian
2. Perhitungan Areal Rainfall
3. Pengisian Data Hujan yang Hilang
4. Periode Ulang



Tahun	Data Hujan maksimum Harian tahunan (mm)		
	Stasiun A (Luas Poligon :km ²)	Stasiun B (Luas Poligon:km ²)	Stasiun C (Luas Poligon :km ²)
2006			
2007			
2008			
2009			
2010			
2011			
2012			
2013			
2014			
2015			

$$\bar{P} = \frac{\sum A_n P_n}{\sum A_n}$$

TERIMAKASIH