

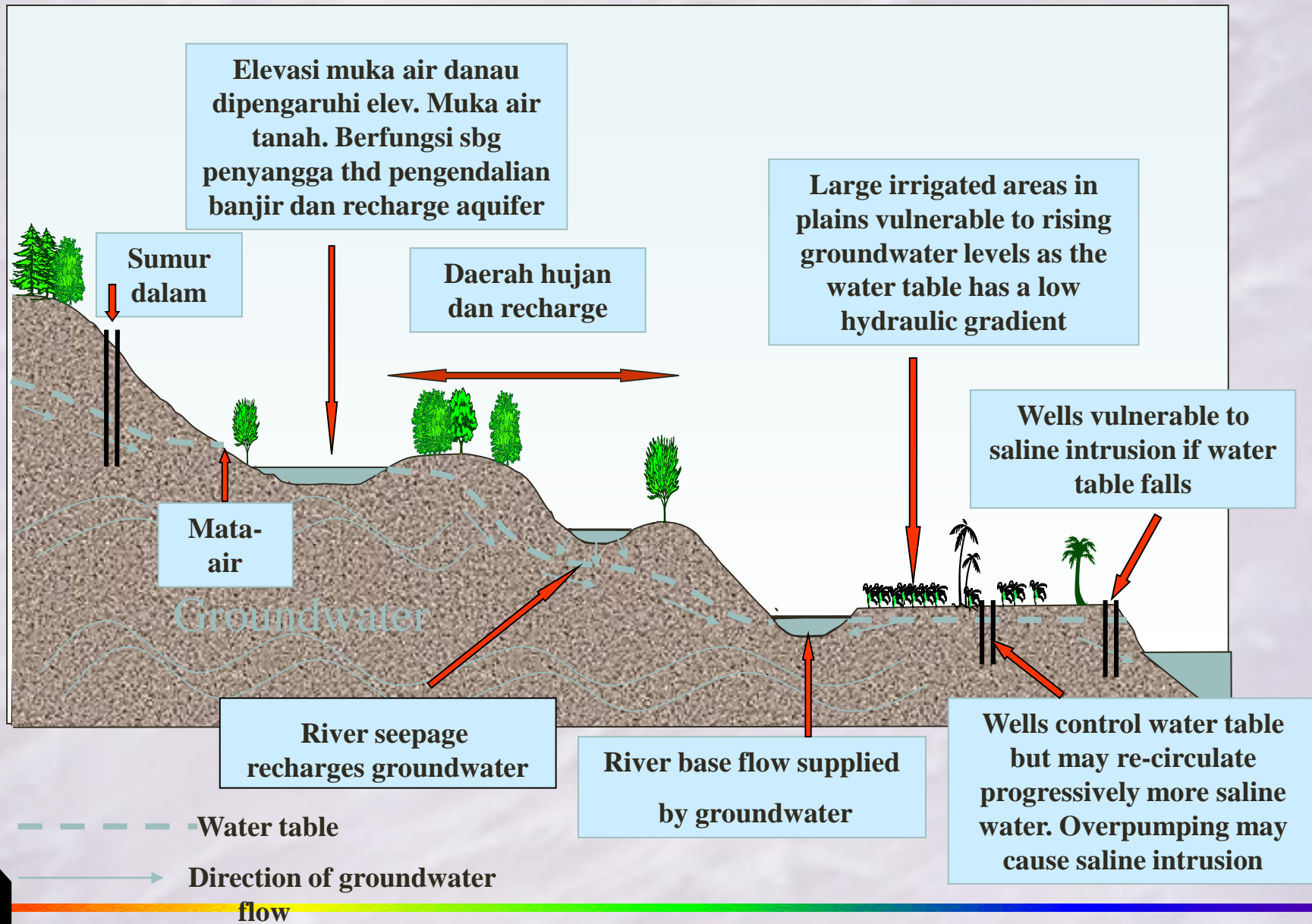
Konsep Dasar Hidrologi

KETERSEDIAAN AIR

Pengertian Umum

- Ketersediaan Air: meliputi ketersediaan air permukaan (sungai dan telaga) dan ketersediaan air tanah (akuifer dan mata air)
- Data debit Sungai berubah-ubah sepanjang tahun. Debit besar pada musim basah dan debit kecil pada musim kering
- Pada tahun yang berbeda dengan bulan yang sama debit juga tidak sama

Kaitan Air permukaan dan air tanah

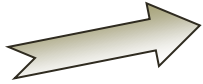


Source: FAO 1995 redrawn



Alur Analisa Neraca Air

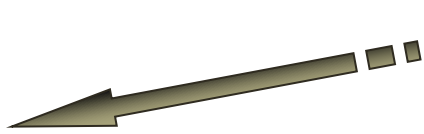
Mulai



Pengumpulan Data



Pemetaan

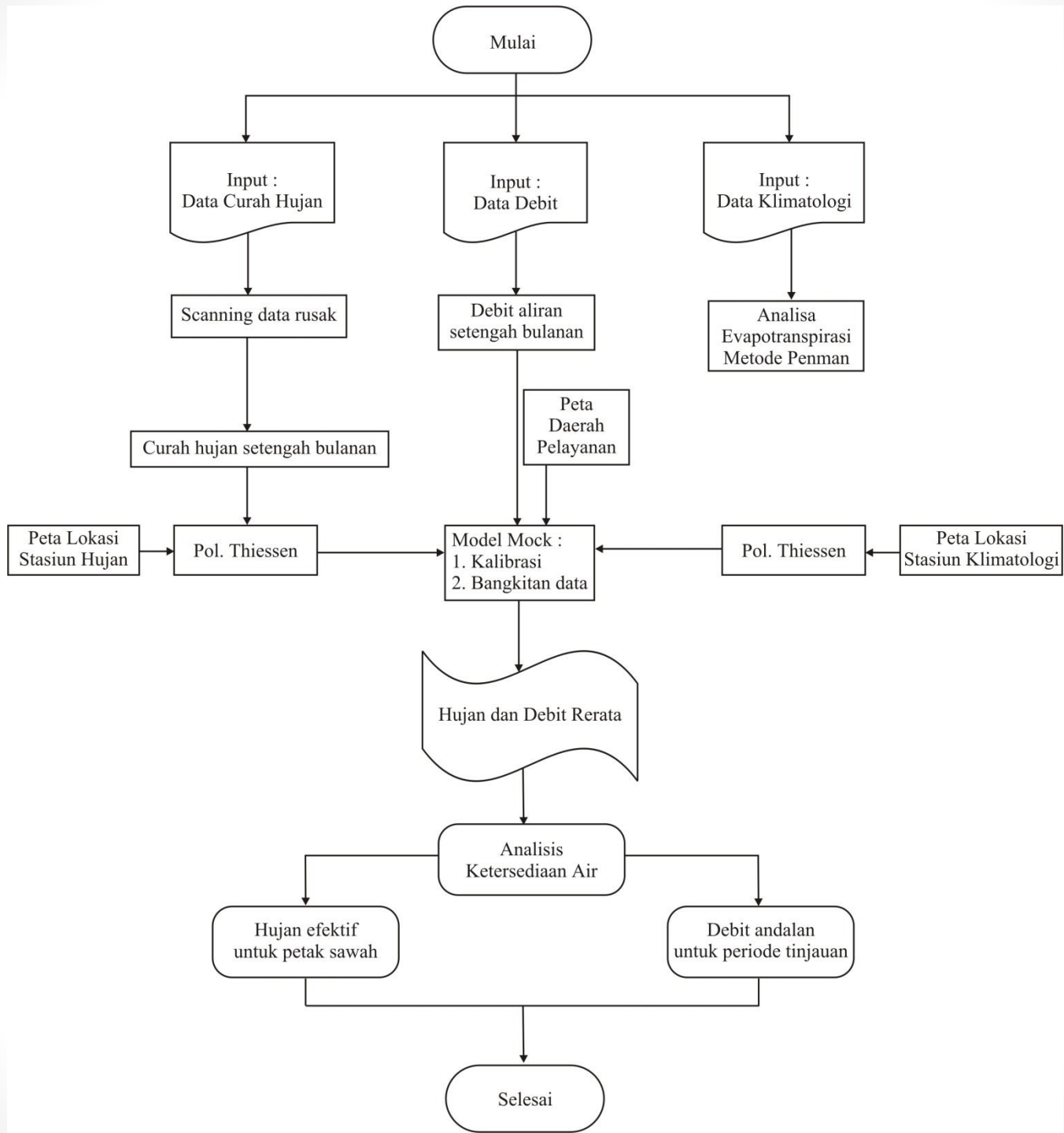


Data Ketersediaan Air

- ☺ **Koreksi Data Hujan**
- ☺ **Uji Kepanggahan**
- ☺ **Analisis Hujan Rerata**
- ☺ **Analisis Data Klimatologi**
- ☺ **Analisis Debit Rerata**
- ☺ **Analisis Hujan & Debit Andalan**

Ketersediaan Air





Data-data Ketersediaan Air

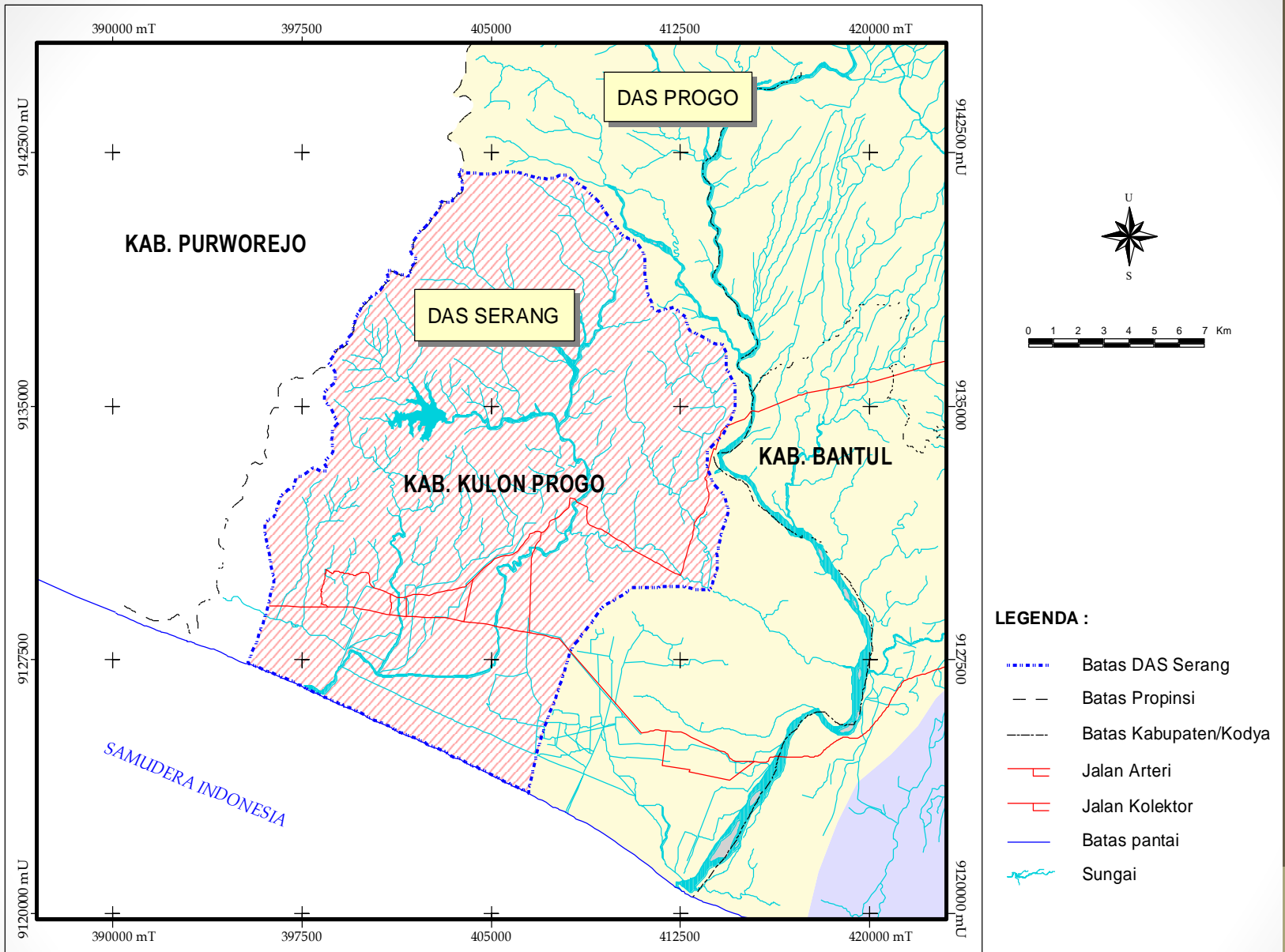
☞ Data untuk pemetaan

☞ Data hidroklimatologi

☞ Data curah hujan harian

☞ Data debit aliran harian

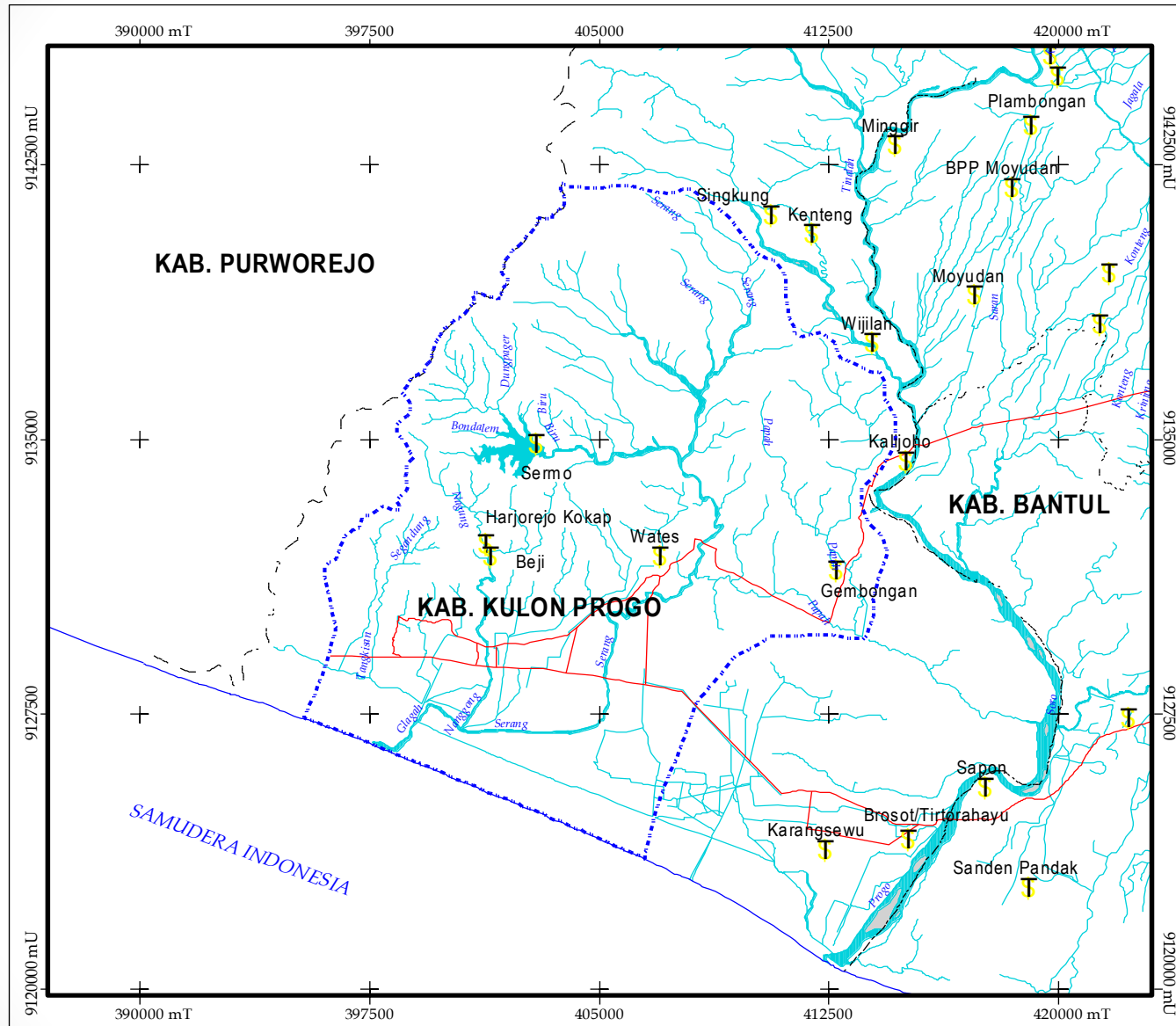




Gambar 2. Peta Daerah Pengaliran Sungai Serang

Data Hujan

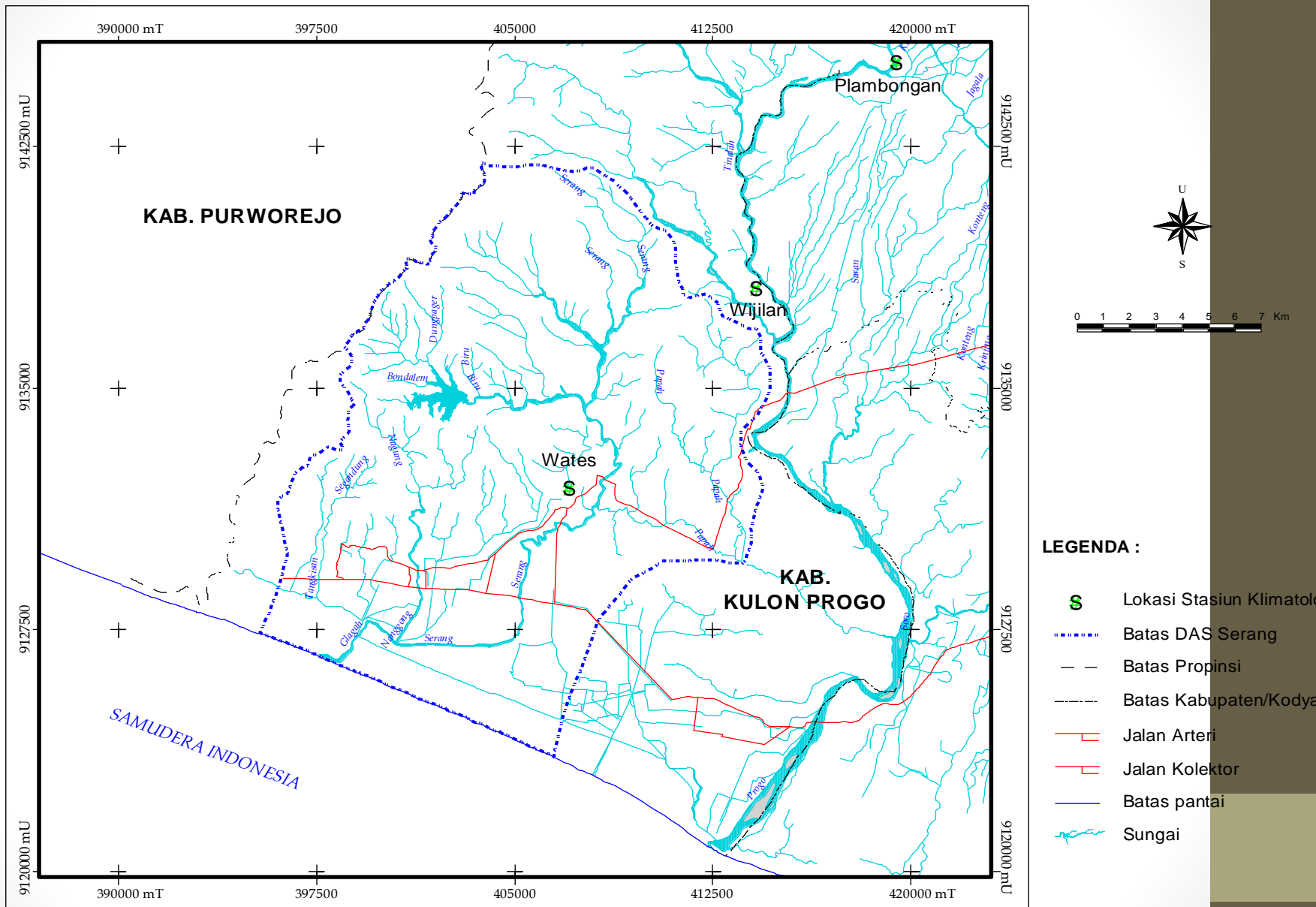
- Data hujan harian dikumpulkan dari stasiun-stasiun yang terdapat dalam SWS Serang dan sekitarnya. Gambar 3 menunjukkan lokasi stasiun hujan yang ada di SWS Serang dan sekitarnya. Beberapa stasiun yang dianggap bisa mewakili curah hujan dan mempunyai data yang memenuhi syarat (tidak banyak data yang rusak), yaitu:
 - Stasiun Gembongan, dan
 - Stasiun Harjorejo Kokap.
- Sedangkan stasiun yang tidak dapat digunakan, karena minimnya data adalah:
 - Stasiun Sermo;
 - Stasiun Beji; dan
 - Stasiun Wates.



Gambar 3. Peta Lokasi Stasiun Hujan

Data Hidroklimatologi

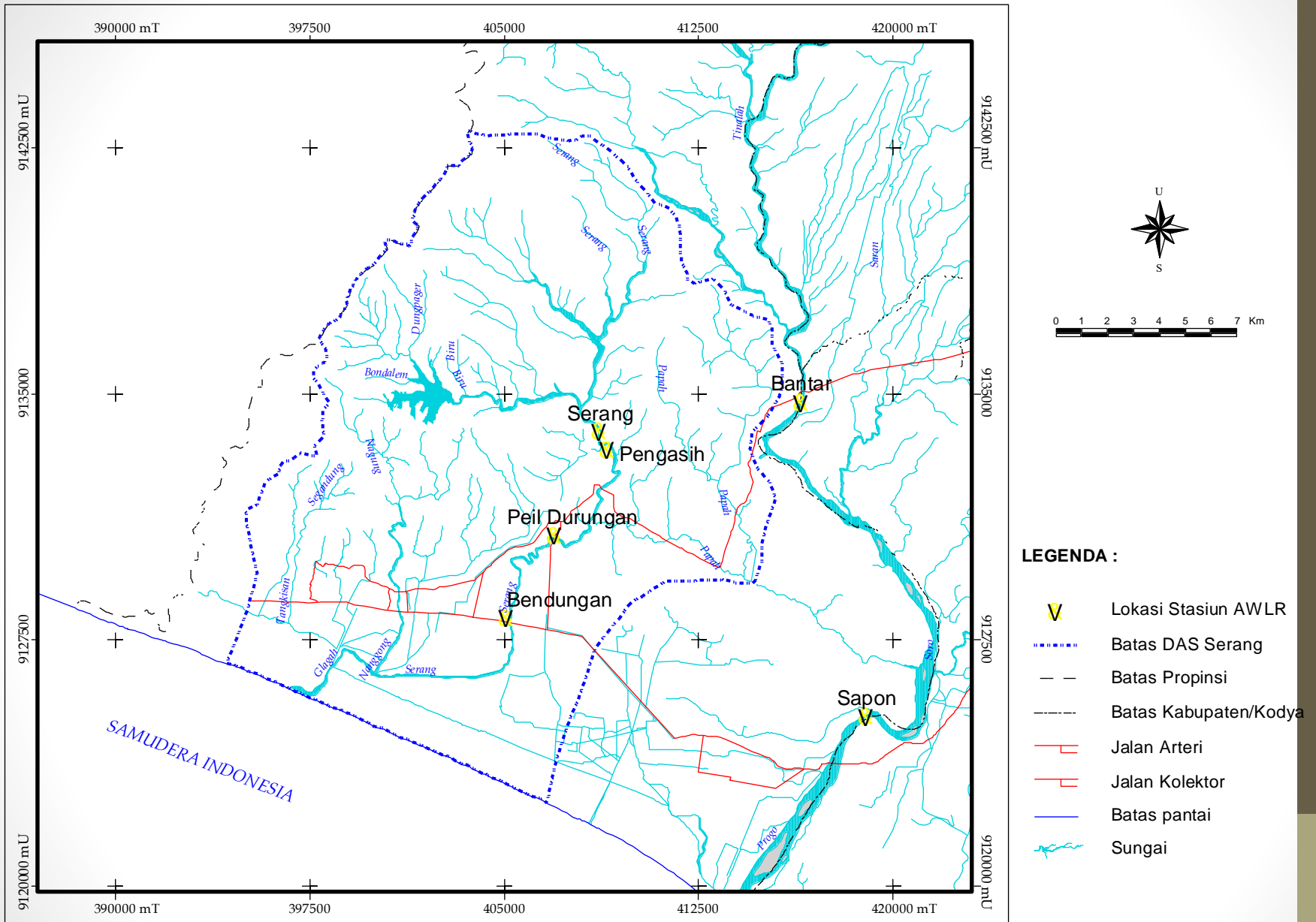
- Data hidroklimatologi adalah data yang diperlukan untuk menentukan besaran **penguapan rerata bulanan** yang terjadi pada DAS Serang. Data hidroklimatologinya antara lain **data temperatur, kecepatan angin, kelembaban udara, dan data radiasi matahari.**











Gambar 4. Peta Lokasi Stasiun Hidroklimatologi

Data Debit

- Data debit didapat dari pengukuran debit yang dilakukan di
 - Bendung Sigayam;
 - Bendung Sitajen;
 - Bendung Muja-muju;
 - Bendung Pekikjamal;
 - Bendung Penjalin;
 - Bendung Jelog;
 - Bendung Papah;
 - Bendung Pengasih; dan
 - Waduk Sermo.
- Juga dari stasiun AWLR yang meliputi :
 - Stasiun Serang;
 - Stasiun Pengasih;
 - Stasiun Peil Durungan; dan
 - Stasiun Bendungan.



- LEGENDA :**
-  Lokasi Stasiun AWLR
 -  Batas DAS Serang
 -  Batas Propinsi
 -  Batas Kabupaten/Kodya
 -  Jalan Arteri
 -  Jalan Kolektor
 -  Batas pantai
 -  Sungai

Gambar 5. Peta Lokasi Stasiun Pengukur Debit (AWLR)

Analisis hujan

+ Hujan DAS

- aritmatik/ rerata aljabar
- poligon Thiessen
- isohyet

➤ Metode Aritmatik

■ paling sederhana

■ akan memberikan hasil yang teliti bila:
stasiun hujan tersebar merata di DAS
variasi kedalaman hujan antar stasiun
relatif kecil

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

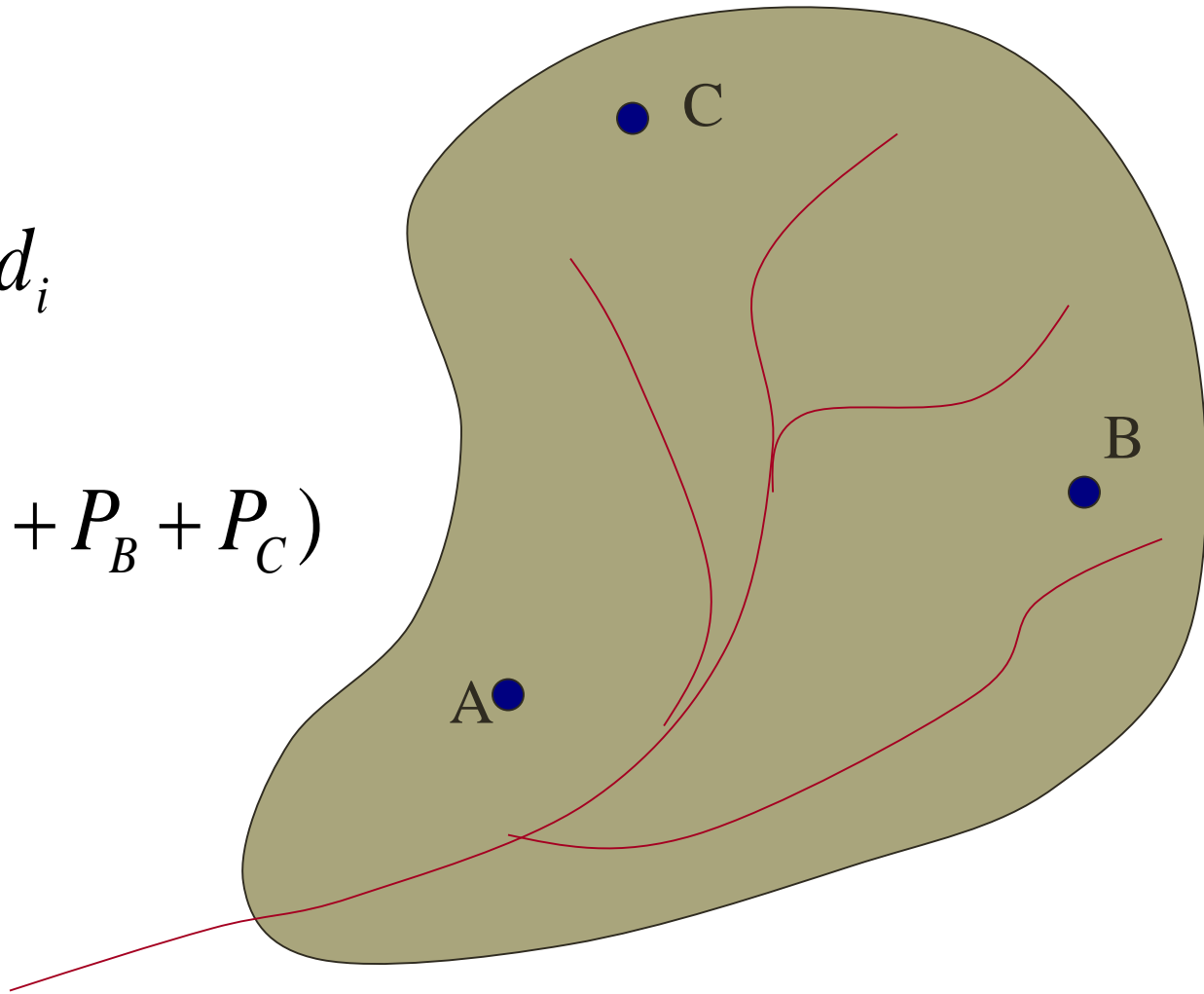
dengan N : jumlah stasiun

P_i : kedalaman hujan di stasiun i

➤ Methode Aritmetik

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

$$= \frac{1}{3} (P_A + P_B + P_C)$$



➤ Metode Thiessen

- relatif lebih teliti
- kurang fleksibel
- tidak memperhitungkan faktor topografi
- objektif

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^N \alpha_i \cdot P_i$$

dengan

N: jumlah stasiun

P_i : kedalaman hujan di stasiun I

α_i : bobot stasiun I = A_i / A_{total}

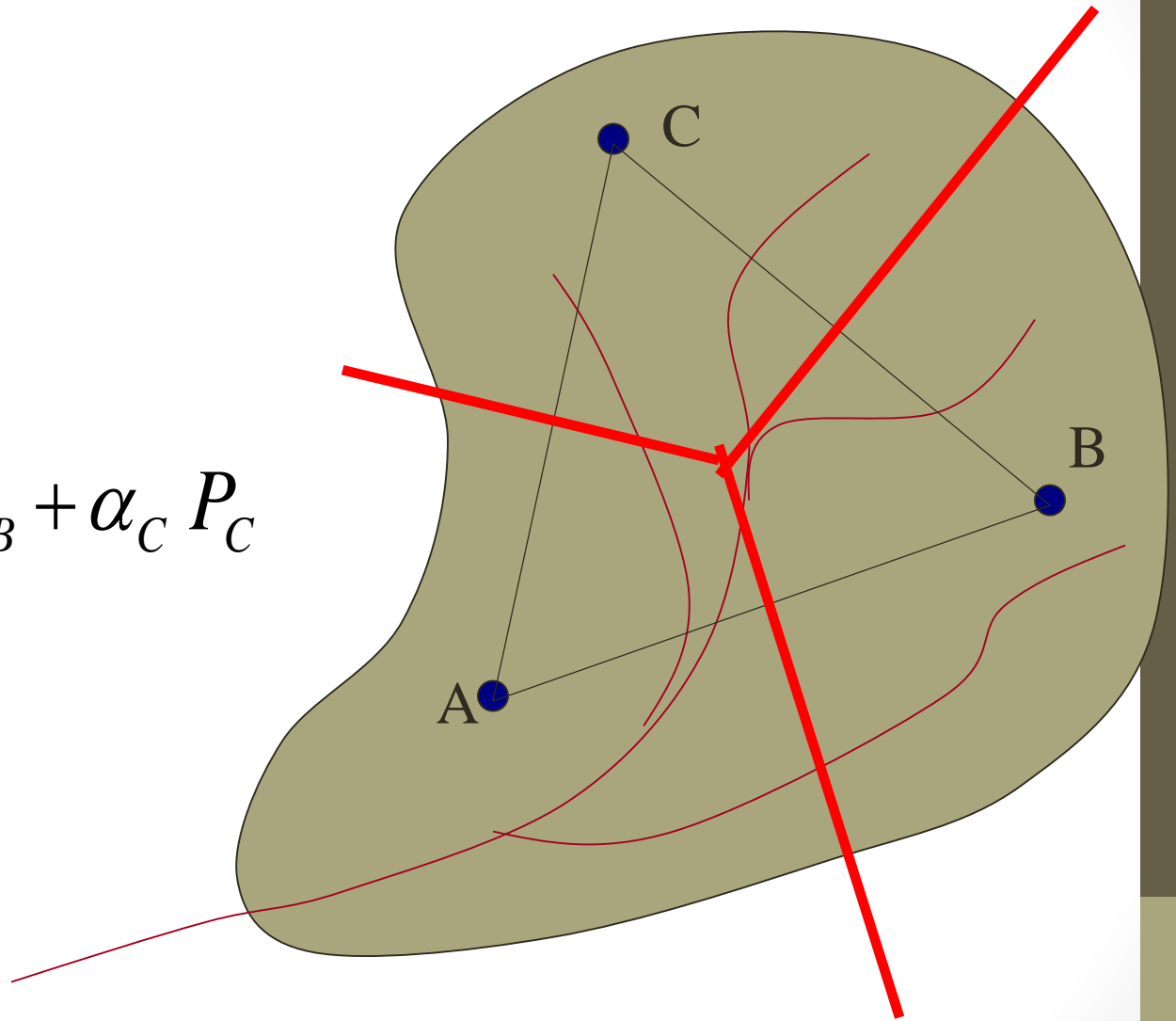
A_i : luas daerah pengaruh sta. I

A_{total} : luas total

➤ Methode Thiessen

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

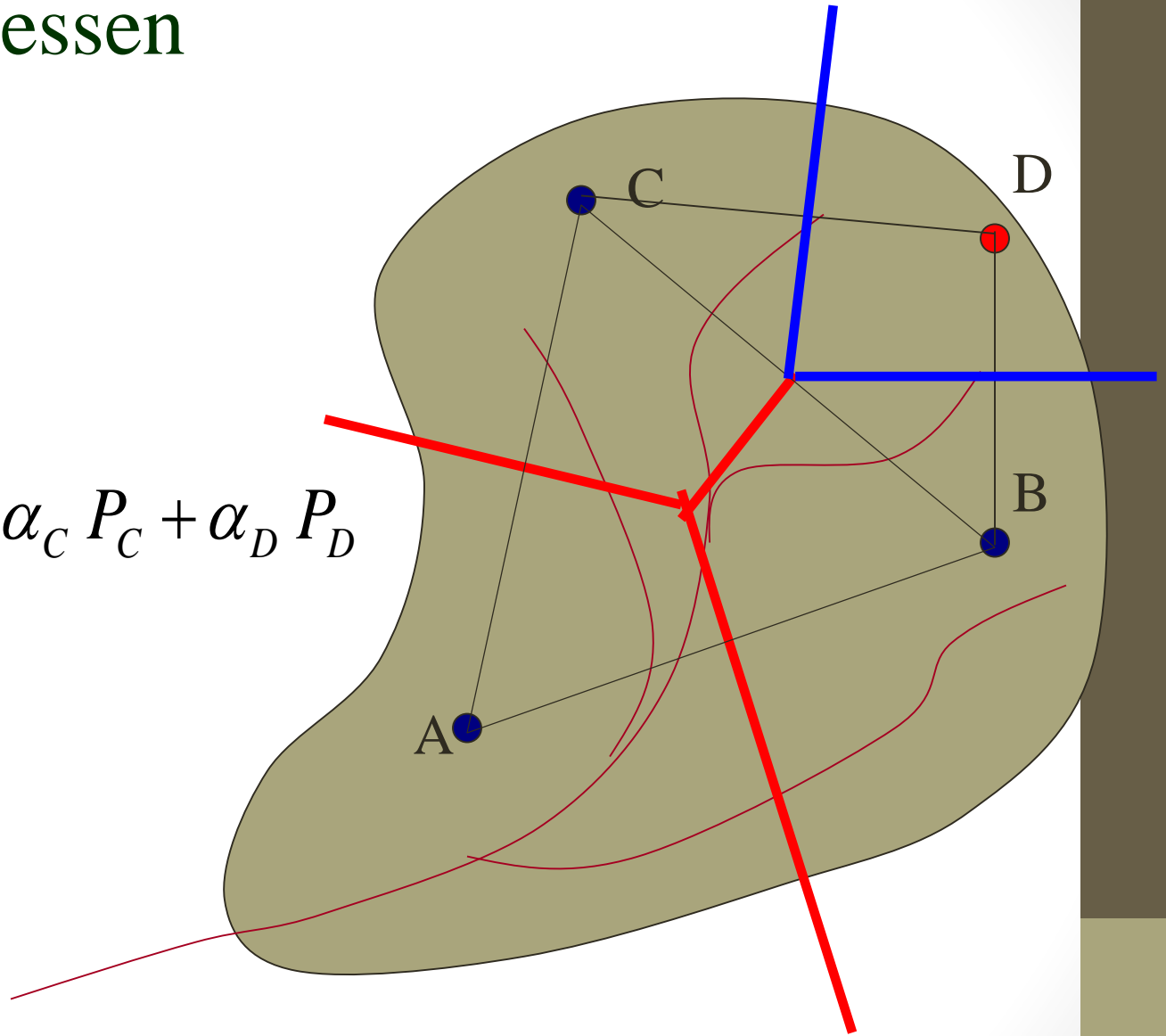
$$= \alpha_A P_A + \alpha_B P_B + \alpha_C P_C$$



➤ Methode Thiessen

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

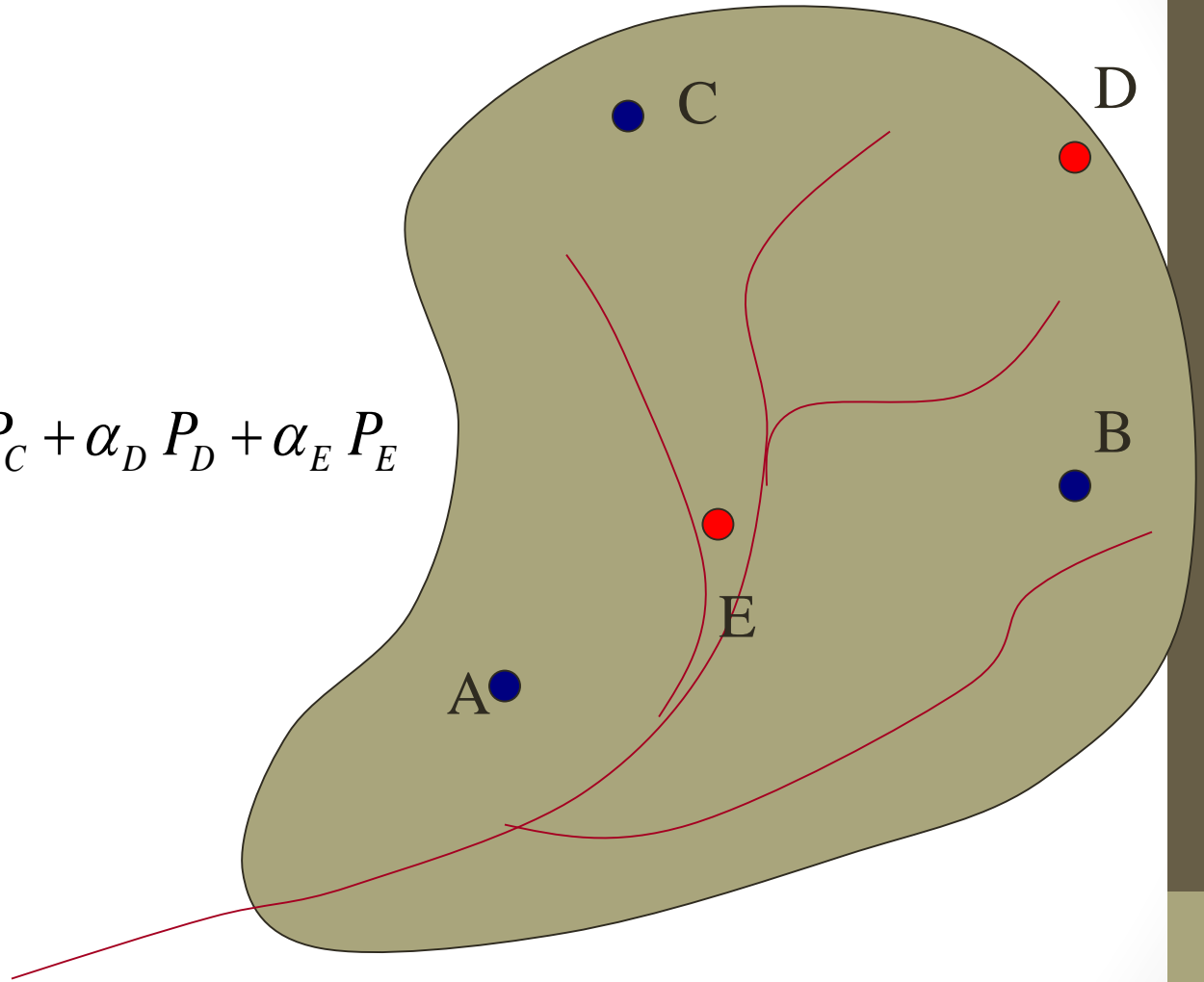
$$= \alpha_A P_A + \alpha_B P_B + \alpha_C P_C + \alpha_D P_D$$



➤ Methode Thiessen

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

$$= \alpha_A P_A + \alpha_B P_B + \alpha_C P_C + \alpha_D P_D + \alpha_E P_E$$



➤ Metode Isohyet

- fleksibel
- perlu kerapatan jaringan yang cukup untuk membuat peta isohyet yang akurat
- subjektif

$$\bar{P} = \frac{1}{A} \sum_i^n A_i \frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

dengan:

n : jumlah luasan

P_i : kedalaman hujan di kontur i

α_i : bobot stasiun I = A_i / A_{total}

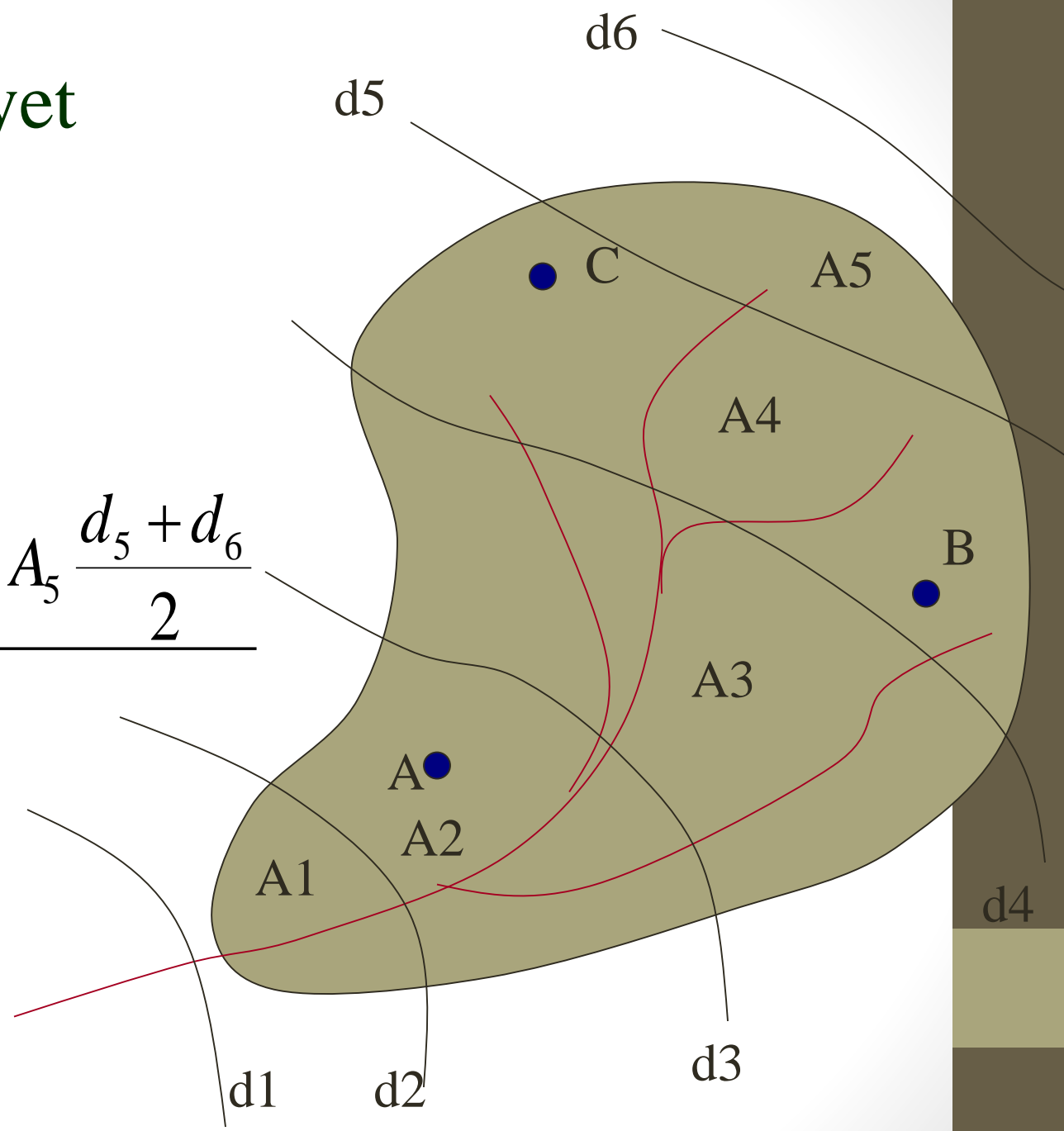
A_i : luas daerah antara dua garis kontur kedalaman hujan

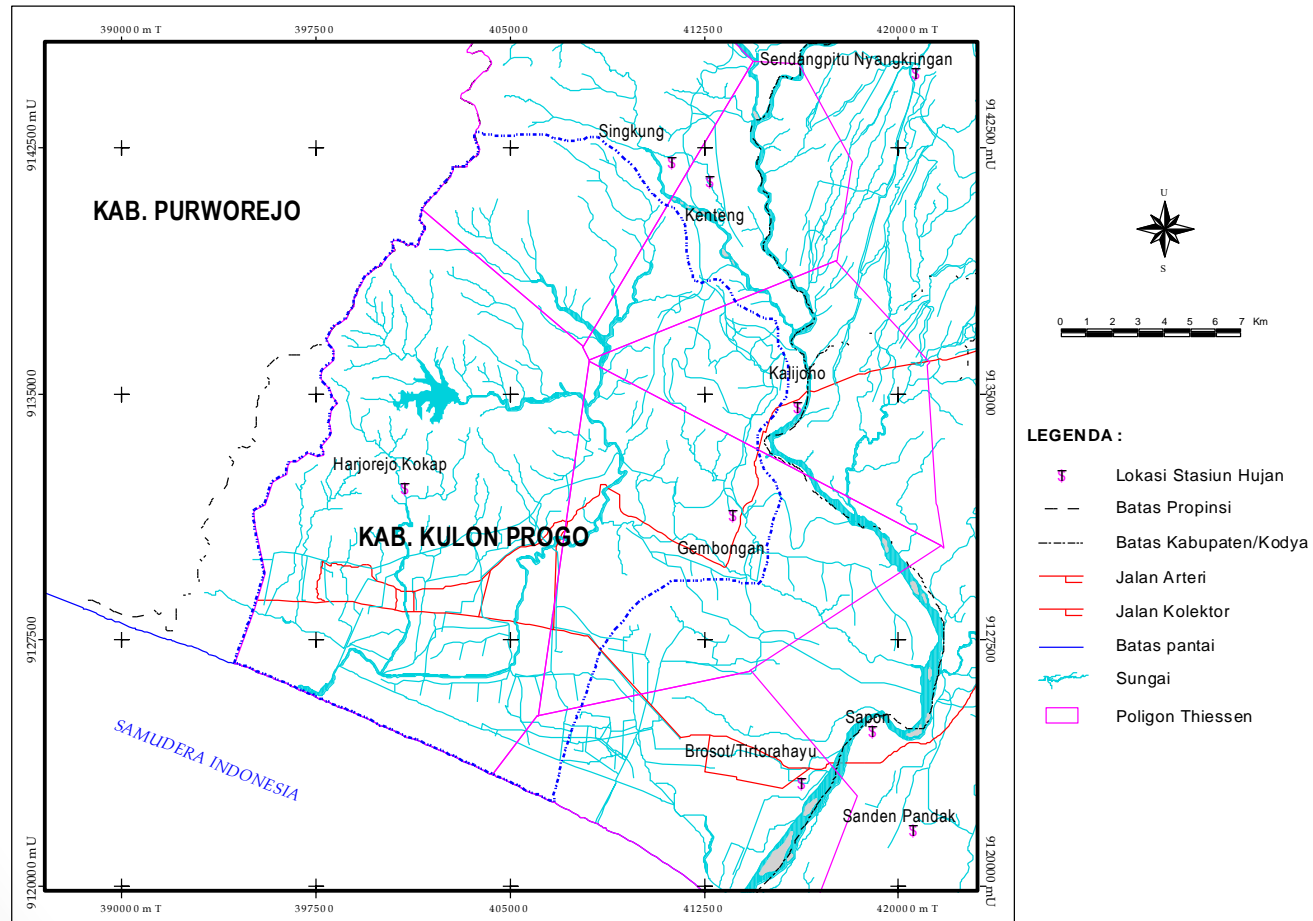
A_{total} : luas total

➤ Methode Isohyet

$$\bar{P} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n A_i \frac{d_i + d_{i+1}}{2}$$

$$= \frac{A_1 \frac{d_1 + d_2}{2} + \dots + A_5 \frac{d_5 + d_6}{2}}{A}$$





Gambar 9. Letak Stasiun Hujan di dan Poligon Thiessennya

Contoh Analisa Hujan Rerata dg Poligon Thiessen

$$\bar{p} = \frac{A_1 \cdot P_1 + A_2 \cdot P_2 + \dots + A_n \cdot P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

No	Stasiun Hujan	Luas Daerah (km ²)	Hujan pada Januari I (mm)
1	Singkung	96.51	73.00
2	Kenteng	46.95	73.00
3	Kokap	152.11	27.00
4	Kalijoho	58.42	219.00
5	Gembongan	92.07	358.00
6	Brosot/Tirtorahayu	64.64	190.00
Total ==		510.69	

$$96,51 \cdot 73,00 + 46,95 \cdot 73,00 + 152,11 \cdot 27,00 + 58,42 \cdot 219,00 + 92,07 \cdot 358,0 + 64,64 \cdot 190,00$$

$$\bar{p} = \frac{\quad}{96,51 + 46,95 + 152,11 + 58,42 + 92,07 + 64,64} = 142 \text{ mm}$$

Tabel 2. Klimatologi Rerata Bulanan Stasiun Wates Tahun 1999

Stasiun	Wates			Lokasi	7	51	23	LS		
Tahun	1999				110	9	26	BT		
Kec	Wates			Tinggi	50					
Kab	Kulon Progo			Th pendirian	1971					
Prop	DIY			Pemilik	DPU DIY					
DAS	Serang									
Bulan	R.H.	Temp			Temp air dlm	Penguapan mm	Kec angin (km/hr)	Rad mth cal/cm2/hr	Sinar mth (%)	Hujan (mm)
	(%)	Max	Min	Rata2						
Januari	67.32	32.04	23.21	27.63	28.08	1.23	75.06		34.87	26.68
Februari	61.87	28.90	20.79	24.85	25.16	0.87	77.16		43.06	19.52
Maret	67.84	32.26	23.20	27.73	27.78	1.06	58.42		50.00	30.71
April	66.67	33.37	23.21	27.29	27.73	1.77	53.38		43.00	18.43
Mei	66.39	32.49	23.32	27.91	27.69	2.16	53.04			10.06
Juni	67.40	32.14	23.03	27.59	27.48	2.40	53.72		75.47	0.00
Juli	68.39	31.73	22.58	27.16	26.65	2.45	51.88		59.00	0.26
Agustus	68.29	32.06	22.86	27.46	26.94	2.74	62.05		90.00	0.35
September	68.37	32.15	23.01	27.58	27.17	3.30	71.77		57.00	0.00
Oktober	67.32	32.37	23.28	27.83	27.71	3.00	65.60		69.00	2.45
November	67.73	32.1	23.1	27.6	27.47	2.07	59.70		51.00	12.93
Desember	67.06	32.38	23.24	27.81	27.50	1.52	73.23		33.19	21.39
Rata2	67.05	32.00	22.90	27.37	27.28	2.05	62.92	#DIV/0!	55.05	11.90

PENGUAPAN (*EVAPORATION*)

Proses perubahan dari zat cair / padat menjadi gas
Beberapa definisi tentang penguapan :

PENGUAPAN : Proses tranfer moisture dari permukaan bumi ke atmosfer.

TRANSPIRASI (*TRANSPIRATION*) : Penguapan air yang terserap tanaman
(tidak termasuk penguapan dari permukaan tanah)

EVAPOTRANSPIRASI (*EVAPOTRANSPIRATION*) : Penguapan dari
permukaan bertanaman (*vegetated surface*)

EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (*potential evapotranspiration*) :
evapotranspirasi yang terjadi apabila cadangan *moisture*
tidak terbatas.

- **$ETo = [C w. Rn + (1-w) . f(U) . (ea - ed)]$**
 - dengan $f(U) = 0,27 (1+ u/100)$
 - $Rs = Ra. (0,27 + 0,50 . n/N)$
 - $Rns = (1 - \alpha). Ra$, dimana $\alpha = 0,27$
 - $f(ed) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ed}$
 - $f(t) = \sigma Tk 4$
 - $f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N$
 - $Rs = (a + b . n/N) . Ra$
 - $Rn1 = f(t) . f(ed) . f(n/N)$
 - $Rn = Rns - Rn1$

- E_{to} = evapotranspirasi tanaman, dalam mm/hr
- W = faktor tekanan
- R_n = radiasi bersih, dalam mm/hr
- U = kecepatan angin, dalam km/hr
- $(e_a - e_d)$ = perbedaan antara tekanan uap air pada temperatur rata-rata dengan tekanan uap jenuh air, dalam mm/hr
- C = faktor pendekatan Penman
- R_a = radiasi pada lapisan atas atmosfer, dalam $\text{Cal/mm}^2/\text{hari}$
- R_s = radiasi gelombang pendek yang diterima bumi, dalam mm/hr.

Tabel. 5. Analisis Nilai Evapotranspirasi Potensial Stasiun Barongan

No	Bulan	R.H (%)	Temperatur			Kec.angin (km/hr)	Sinar mth (%)	Temp (°K)	S_n (cal/cm ² /hr)	E_a (mmHg)	E_d (mmHg)	L_n (cal/cm ² /hr)	Radiasi mthr (cal/cm ² /hari)	I_v (cal/gr)	E_n (mm/hr)	Kec.angin (m/dt)	E (mm/hr)	β	E_t (mm/hr)
			Max	Min	Rata ²														
1	Januari	88.11	29.79	24.50	27.18	17.38	32.11	300.18	341.28	27.28	24.04	40.26	301.02	581.97	5.17	0.20	0.69	3.22	4.11
2	Februari	86.94	29.90	24.13	27.11	20.19	38.35	300.11	363.74	27.17	23.62	47.69	316.05	582.01	5.43	0.23	0.78	3.21	4.33
3	Maret	84.45	30.47	24.88	27.67	21.16	46.81	300.67	381.57	28.07	23.70	55.87	325.70	581.69	5.60	0.24	0.97	3.30	4.52
4	April	87.86	30.86	24.83	27.67	20.73	41.57	300.67	349.48	28.07	24.66	46.75	302.73	581.69	5.20	0.24	0.75	3.30	4.17
5	Mei	86.26	31.10	24.52	27.81	28.12	61.94	300.81	371.33	28.30	24.41	66.44	304.89	581.62	5.24	0.33	0.92	3.33	4.24
6	Juni	86.16	30.65	24.27	27.42	37.07	52.08	300.42	326.27	27.67	23.84	60.07	266.20	581.84	4.58	0.43	0.98	3.26	3.73
7	Juli	84.53	30.16	23.36	26.75	37.84	56.12	299.75	343.85	26.58	22.47	70.80	273.05	582.21	4.69	0.44	1.06	3.15	3.82
8	Agustus	79.39	29.95	22.74	26.35	42.20	68.39	299.35	403.56	25.94	20.59	95.79	307.77	582.44	5.28	0.49	1.43	3.08	4.34
9	September	81.39	30.60	23.83	27.37	46.62	61.85	300.37	403.05	27.59	22.45	77.60	325.45	581.86	5.59	0.54	1.42	3.25	4.61
10	Oktober	83.22	30.51	24.60	27.61	38.74	55.62	300.61	394.93	27.97	23.28	66.62	328.31	581.73	5.64	0.45	1.22	3.29	4.61
11	November	87.49	30.34	24.81	27.63	25.32	38.38	300.63	360.01	28.00	24.50	44.53	315.49	581.72	5.42	0.29	0.81	3.30	4.35
12	Desember	86.77	29.88	24.35	27.07	19.90	35.88	300.07	351.63	27.10	23.52	45.67	305.96	582.03	5.26	0.23	0.78	3.20	4.19
Rata²		85.21	30.35	24.24	27.30	29.61	49.09	300.30	365.89	27.48	23.42	59.84	306.05	581.90	5.26	0.34	0.98	3.24	4.25

dengan : S_n = radiasi gelombang pendek dari matahari yang terserap bumi (cal/cm²/hr)

e_a = tekanan uap jenuh (mmHg)

e_d = tekanan uap udara (mmHg)

L_n = radiasi gelombang panjang yang dipancarkan bumi (cal/cm²/hr)

I_v = panas laten untuk evaporasi (cal/gram)

E_n = kedalaman penguapan (mm/hari)

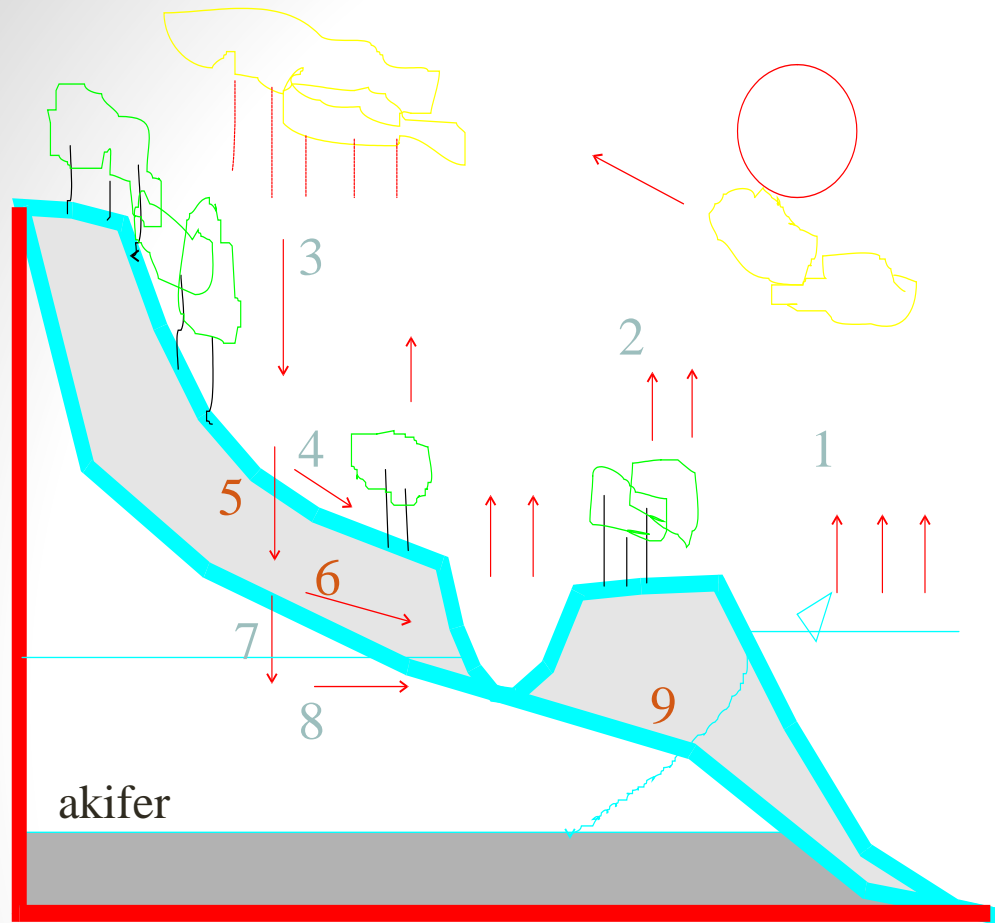
E = evaporasi (mm/hari)

β = fungsi temperatur

E_t = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

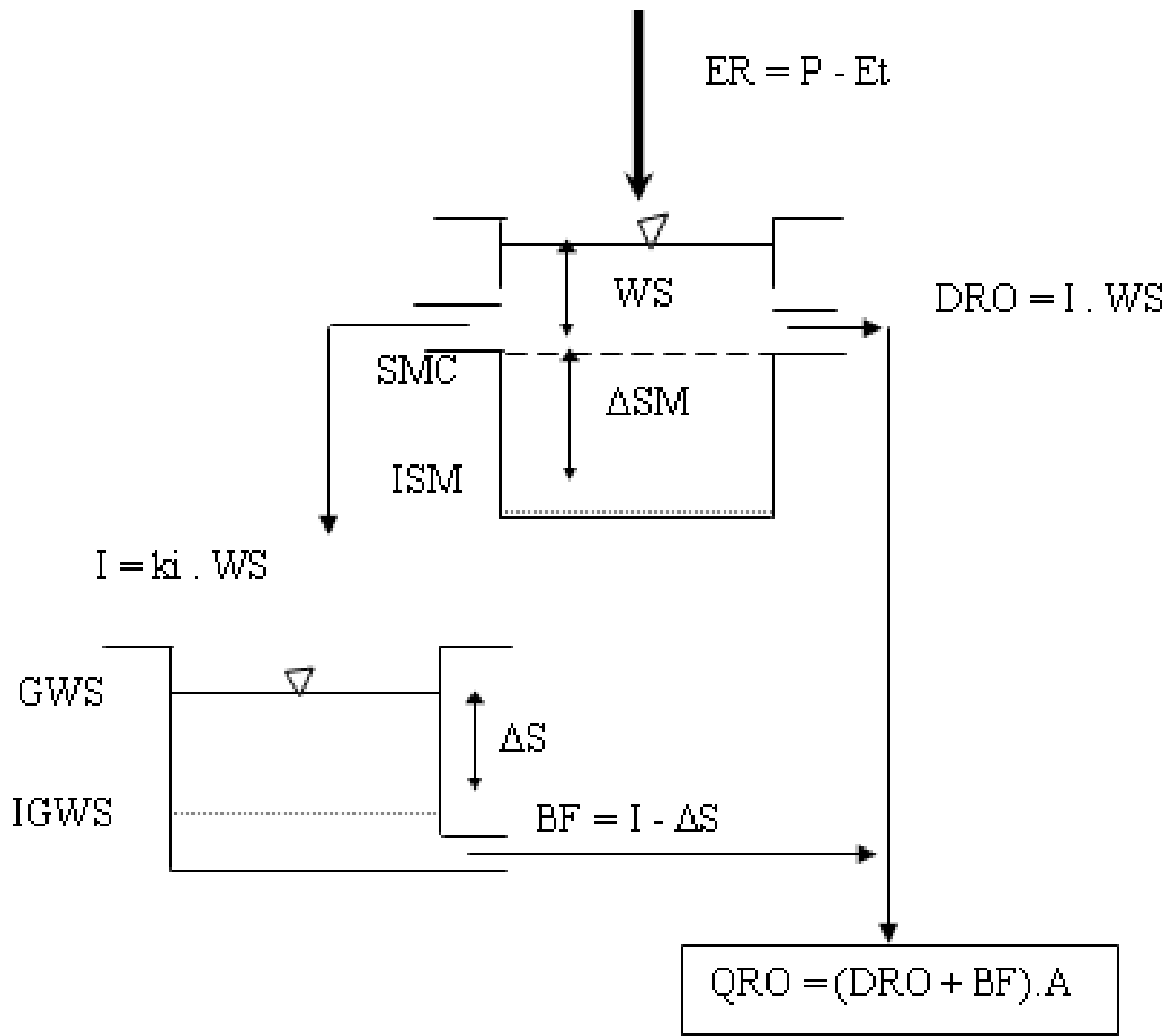
Analisa Debit Andalan

- Debit aliran rerata setengah bulanan dihitung dengan model Mock
- parameter-parameter dalam Model Mock adalah sebagai berikut ini:
 - Koefisien infiltrasi untuk musim kemarau (Cds) dan musim penghujan (Cws).
 - *Initial Soil Moisture (ISM)*.
 - *Soil Moisture Capacity (SMC)*.
 - *Initial Ground Water Storage (IGWS)*.
 - *Ground Water Resesion Constant (K)*.



SIKLUS HIDROLOGI
(HYDROLOGIC CYCLE)

1. PENGUAPAN
(EVAPORATION)
2. TRANSPIRASI
(TRANSPIRATION)
3. HUJAN
(PRECIPITATION / RAINFALL)
4. ALIRAN LIMPASAN
(OVERLAND FLOW)
 LIMPASAN PERMUKAAN
(SURFACE RUNOFF)
5. INFILTRASI
(INFILTRATION)
6. ALIRAN ANTARA
(INTERFLOW / SUBSURFACE FLOW)
7. PERKOLASI
(PERCOLATION)
8. ALIRAN AIR TANAH
(GROUNDWATER FLOW)
9. LIDAH AIR ASIN
(SALT WATER TONGE)



Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$QRO = (DRO + BF) \cdot A$$

dengan

$$DRO = WS - I$$

$$BF = I - \Delta S$$

$$ER = P - Et$$

$$Et = Eto - E$$

$$E = Eto \cdot (m/20) \cdot (18 - n)$$

$$\Delta SM = SMC - ISM$$

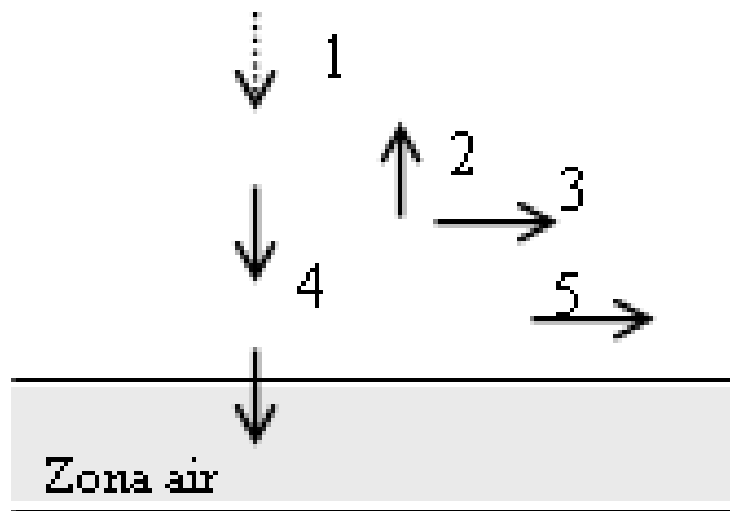
$$WS = ER - \Delta SM$$

$$I = ki \cdot WS$$

$$GWS = \frac{1}{2} \cdot (1 + k) \cdot I_1 + k IGWS$$

$$\Delta S = GWS - IGWS$$

- ER = hujan langsung yang sampai dipermukaan tanah (*excess rainfall*), dalam mm/bulan
- P = hujan, dalam mm/bulan
- Eto = evapotranspirasi potensial, dalam mm/bulan
- Et = evapotranspirasi terbatas/actual, dalam mm/bulan
- E = evapotranspirasi, dalam mm/bulan
- n = jumlah hari hujan perbulan
- SM = kandungan air dalam tanah (*soil moisture*), nilainya SM = 0 (tanah kering sekali) dan SM = max/kapasitas lapang (tanah pada saat jenuh air), dalam mm/bulan
- WS = kelebihan air (*water surplus*), dalam mm/bulan
- I = infiltrasi, dalam mm/bulan
- GWS = jumlah air yang tertampung di dalam akuifer (*ground water storage*), dalam mm/bulan
- DS = perubahan volume tampungan, dalam mm/bulan
- ki = koefisien infiltrasi (musim kemarau dan musim hujan)
- k = faktor resesi air tanah
- BF = aliran dasar, dalam mm/bulan
- DRO = limpasan langsung, dalam mm/bulan
- A = luas daerah aliran sungai, dalam km²
- QRO = debit, dalam m³/dt.



Keterangan :

1. Hujan
2. Evaporasi & evapotranspirasi
3. *Runoff*
4. Infiltrasi
5. *Interflow*
6. Perkolasi

Gambar 3.10. Ilustrasi *Recharge* Air Tanah

$$Q_r = 1000 \cdot C_{\text{perc}} \cdot R \cdot A$$

$$C_{\text{inf}} = 1 - C$$

$$C_{\text{perc}} = 1 - (C_{\text{inf}} \cdot C_{\text{int}})$$

Q_r = Debit recharge air (m^3/bulan)

C_{perc} = Koefisien perkolasi

R = Intensitas hujan (mm/bulan)

A = luas daerah tangkapan hujan (km^2)

C_{inf} = Koefisien infiltrasi

C_{int} = Koefisien interflow

↑

Tabel 3.3. Perhitungan Koefisien Runoff (C) Rata-rata

Uraian	Sawah	Tegalan	Pekarangan	Hutan	Pemukiman
Koef. Runoff, C	0.13	0.04	0.13	0.01	0.04

↑

Curah Hujan & Debit Andalan

- *Metode Weibull :*

$$p = \frac{m}{n + 1} \quad \longrightarrow \quad \text{HASIL}$$

dengan : p = probabilitas
m = nomor urut data dari besar ke kecil
n = jumlah data

