



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/>

# **Analisis Frekuensi**

Extreme value

# Konsep

## Review

- Goal analisis hidrologi di mata kuliah ini?

## Analisis Frekuensi?

- Digunakan untuk menetapkan besaran hujan atau debit dengan kala ulang tertentu
- Didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia

## Kala Ulang?

- See next slides...

# Konsep Kala Ulang



Home Nasional Internasional Ekonomi Olahraga Teknologi Hiburan Gaya Hidup **CNN TV**

Home q Nasional q Berita Peristiwa

## Level Curah Hujan Mendekati Siklus Banjir 5 Tahun

Hafizd Mukti, CNN Indonesia | Selasa, 10/02/2015 10:27 WIB

Bagikan :

**KOMPAS.com** NEWS **TREN** **HYPE** MONEY BOLA TEKNO SAINS OTORITAS

BAGIKAN: "Banjir Tahun Ini Lebih Gede dari Siklus 5 Tahunan, Saya Jadi Bingung..."

## "Banjir Tahun Ini Lebih Gede dari Bingung..."

Kompas.com - 30/04/2019, 14:20 WIB

BAGIKAN:



Home Berita Daerah Internasional detikX Kolom Blak Blakan Pro Kontra Infografis

Adsmart Terpopuler Hoax or Not Suara Pembaca

detikNews e Berita

## Menko PMK Sebut Banjir Jakarta Siklus 25 Tahunan

Eva Safitri - detikNews

Kamis, 02 Jan 2020 17:16 WIB

- 0 komentar

SHARE



# Pengertian Kala Ulang

Kala ulang / return period / recurrence interval:

→ **Estimasi hipotetik** perulangan suatu kejadian (i.e extreme rainfall, flood) akan terulang.

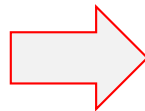
→ Menunjukkan **probabilitas**, bukan waktu perulangan.

$$T = \frac{1}{P} \quad P = \frac{1}{T}$$

$T$  = Kala ulang / return period

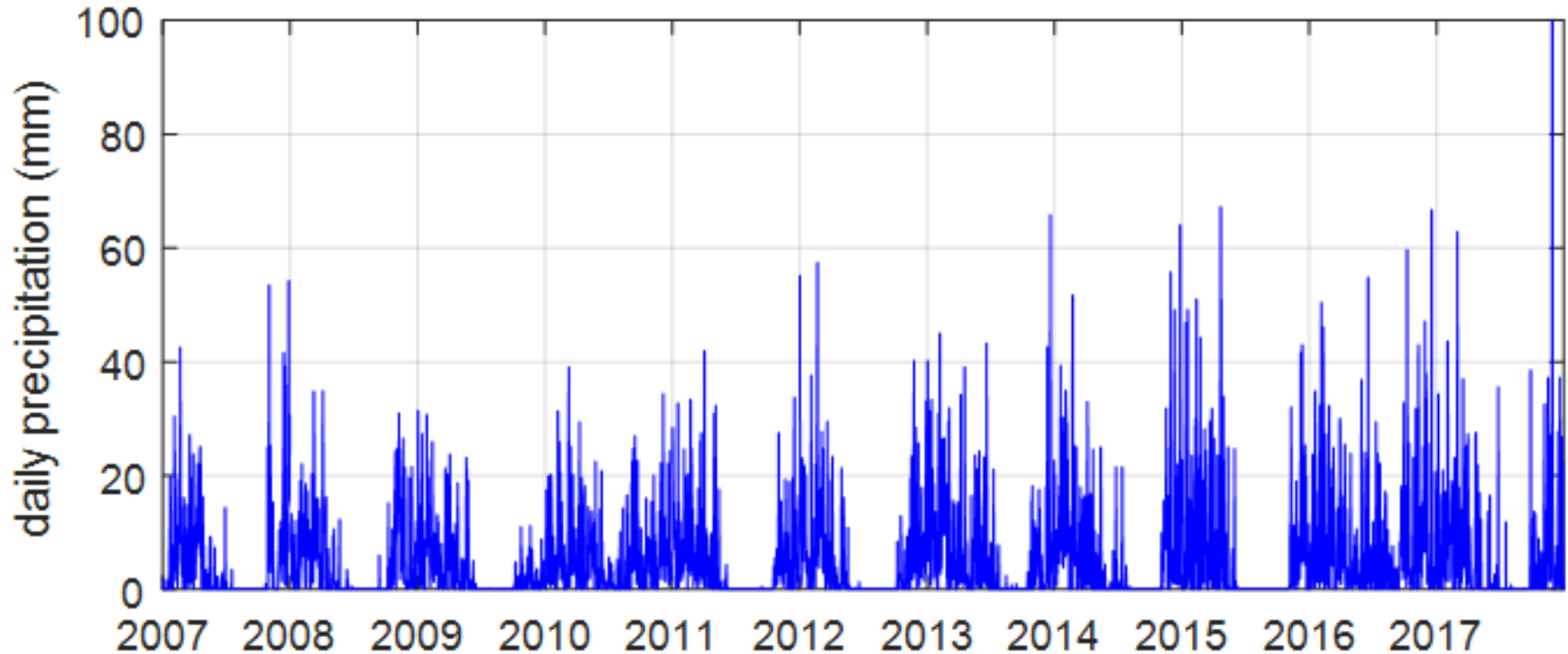
$P$  = Probabilitas

Banjir 100 tahunan /  
banjir dengan kala  
ulang 100 tahun



**Kemungkinan/resiko** disamai  
atau dilampaui sebesar **1/100**  
**atau 1%** dalam suatu tahun

# Konsep Frekuensi Hujan



- Adanya siklus...
- Waktu kejadian sulit diprediksi dg pasti..
- Kala ulang → menunjukkan kemungkinan

# Pengertian Kala Ulang

**Berapa persen** resiko kemungkinan terlampaui untuk kejadian berikut ini?

1. Banjir dengan kala ulang 5 tahunan
2. Hujan 10 tahunan
3. Hujan 25 tahunan
4. Banjir 35 tahunan
5. Banjir 50 tahunan

$$P = \frac{1}{T} \times 100\%$$



# Perhitungan Probabilitas & Kala Ulang

Contoh data:

Tahun	Hujan Max
2002	95
2003	135
2004	76
2005	151
2006	88
2007	102
2008	128
2009	121
2010	85
2011	110.9
2012	74.6

2

1

$$P = \frac{m}{(N + 1)}$$

$$T = \frac{1}{P}$$

m	Hujan Max	Probabilitas	Kala Ulang
--			---

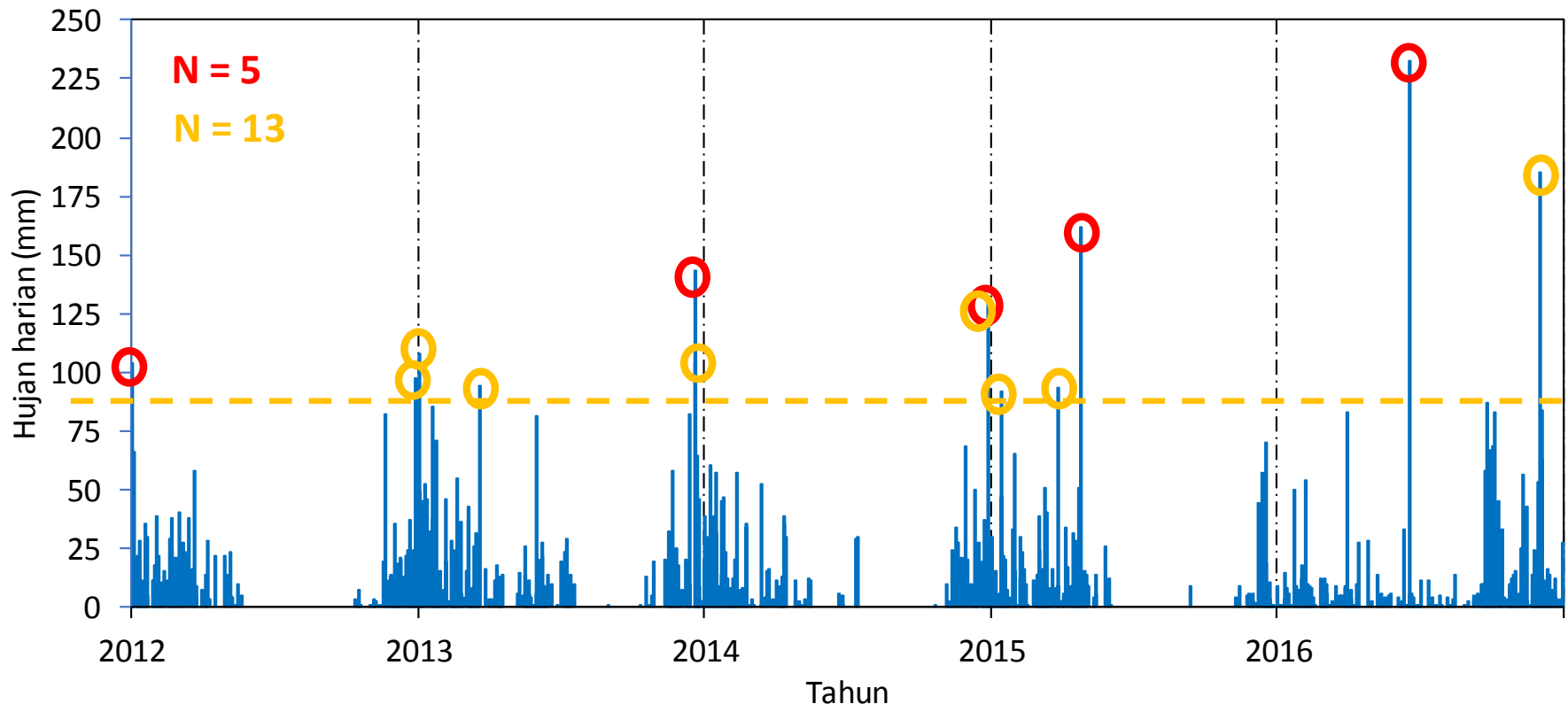
$N = 11$  (jumlah data)



# Penetapan seri data

Seri data untuk menghitung analisis frekuensi bisa ditentukan dengan dua cara:

1. **Maximum annual series** (data maksimum tahunan)
2. **Partial series (peak over threshold)** → dengan menetapkan suatu batas bawah



# Berapa kala ulang yang perlu diperhitungkan?

Untuk keperluan perencanaan drainase kawasan, merujuk pada peraturan KemenPU NOMOR 12 /PRT/M/2014:

Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 – 100	101 – 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	10 – 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 - 5 Th

**Bagaimana cara menghitung hujan dengan kala ulang 50 tahun dari data 10 tahun?**

# **Analisis Frekuensi**

## Distribusi Gumbel

# Distribusi Gumbel: Overview

- Jenis distribusi data hidrologi (i.e: data hujan, data debit):
  - a) Distribusi Normal
  - b) Distribusi Log-Normal
  - c) Distribusi Log-Pearson III
  - d) Distribusi Gumbel
- Masing – masing distribusi memiliki sifat statistik yang khas, sehingga perlu diuji, distribusi mana yang lebih sesuai.
  - Otherwise → Pada peraturan KemenPU NOMOR 12 /PRT/M/2014 → disarankan menggunakan distribusi Gumbel.
  - Dalam mata kuliah ini hanya dibahas mengenai distribusi Gumbel.

**Goal:** menghitung besar hujan dengan kala ulang  $T$  tahun, dari seri data yang ada.

# Distribusi Gumbel: Hitungan

$$X_T = \bar{X} + sK$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

$$Y_T = -\ln \left\{ \ln \frac{T}{T-1} \right\}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$X_T$  = Hujan dengan kala ulang  $T$  tahun

$\bar{X}$  = rerata sampel / data

$s$  = standar deviasi

$K$  = faktor probabilitas

$Y_T$  = Reduced variate

$T$  = Kala ulang

$Y_n$  = Reduced mean (dari tabel)

$S_n$  = Reduced standard deviation (dari tabel)

atau di Ms. excel = stdev(...)

# Tabel untuk Distribusi Gumbel

**Table 7.3** Reduced mean  $\bar{y}_n$  in Gumbel's Extreme Value Distribution

$N$  = sample size

$N$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442					0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489					0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600									

Misal: jumlah data adalah 21

**Table 7.4** Reduced Standard Deviation  $S_n$  in Gumbel's Extreme Value Distribution

$N$  = sample size

$N$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065									

Sumber: Subramaya (2008), Engineering Hydrology, Mc Graw-Hill Education

# Contoh hitungan

Tahun	Hujan Max
2002	95
2003	135
2004	76
2005	151
2006	88
2007	102
2008	128
2009	121
2010	85
2011	110.9
2012	74.6

Berapa besar hujan dengan kala ulang 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahunan?

Dari tabel,  $Y_n = 0.4996$  dan  $S_n = 0.9676$

$T$
5
10
20
25
50
100

## Statistik dasar:

1. Jumlah data  $n = 11$
2. Rerata (average)  $\bar{X} = 106.05$
3. Standard Deviation  $s = 25.72$

$$X_T = \bar{X} + sK$$

What question do you have?

Which part do you think needs more explanation?





# PENGUMUMAN

Kuliah minggu depan:  
hari **Kamis tanggal 27 Feb 2020** kosong,  
**diganti**

hari **Jumat tanggal 28 Feb 2020**

**Jam 09:00 – 10:40 WIB**

**See you next week**