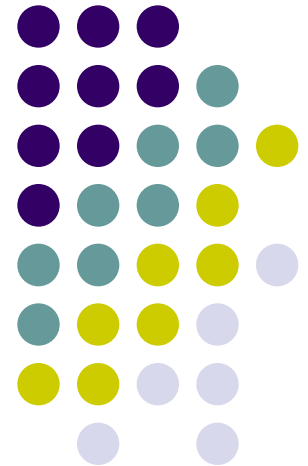
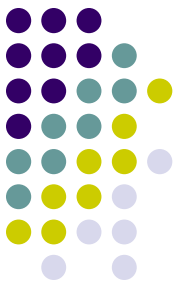

PENDUGAAN DEBIT SUNGAI



Perhitungan Debit Sungai



- Persamaan Dasar

$$Q = V \cdot A$$

- Pehitungan Kecepatan pada saluran terbuka:

- Rumusa Manning :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

- Rumus Strickler

$$V = k \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

- Rumus Antoine de Chezy

$$V = C \sqrt{R \cdot S} \text{ (meter / detik)}$$

R = radius hidraulik

R= A/O

A = Luas Penampang

O = keliling basah (meter)

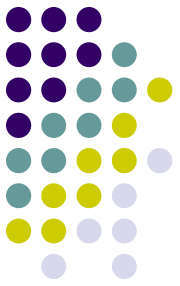
C= koefisien kekasaran dinding saluran

n = koefisien kekasaran di dalam saluran bersih dan lurus

K = koefisien kekasaran saluran terbuka berbentuk trapesium\

S = Kemiringan Saluran

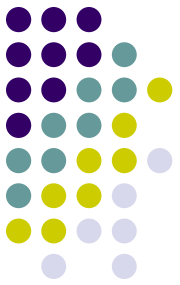
Rumus-rumus dan besaran koefisien kekasaran



- Bazin:
$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

- E. Ganguillet - W.R Kutter

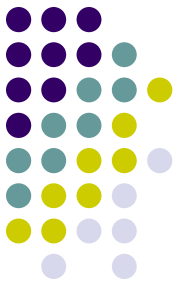
$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{S}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{S}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$



| Besarnya Koefisien Kekasaran di dalam saluran bersih dan lurus | | | |
|--|--|--------------------|-------|
| Dinding Saluran | Kondisi | n | y |
| | | Kutter dan Manning | Bazin |
| Kayu | Papan-papan rata, dipasang rapi | 0,010 | 0,06 |
| | Papan-papan rata, kurang rapi/tua | 0,012 | |
| | Papan-papan kasar, dipasang rapi | 0,012 | 0,16 |
| | Papan-papan kasar, kurang rapi/tua | 0,014 | |
| Metal | halus | 0,010 | 0,06 |
| | dikeling | 0,015 | 0,30 |
| | sedikit kurang rata | 0,020 | |
| Pasangan batu | plesteran semen halus | 0,010 | 0,06 |
| | plesteran semen dan pasir | 0,012 | |
| | Beton dilapis baja | 0,012 | |
| | beton dilapis kayu | 0,013 | 0,16 |
| | batu bata kosongan yang baik kasar | 0,015 | 0,30 |
| | pasangan batu, keadaan jelek | 0,020 | |
| | | | |
| Batu kosongan | halus, dipasang rata | 0,013 | 0,16 |
| | batu bongkaran, batu pecah, batu belah, batu guling, di pasang dalam semen | 0,017 | 0,46 |
| | kerikil halus padat | 0,020 | |
| Tanah | rata dan dalam keadaan baik | 0,020 | 0,85 |
| | dalam keadaan biasa | 0,0225 | 1,30 |
| | dengan batu-batu dan tumbuhan-tumbuhan | 0,025 | 1,75 |
| | dalam keadaan jelek | 0,035 | |
| | sebagian terganggu oleh batu-batu atau tumbuhan | 0,050 | |

| Koefisien kekasaran k (Strickler) | |
|---|-----------|
| Kondisi Saluran | harga k |
| saluran lama dengan dindin-dinding sangat kasar | ≥ 36 |
| saluran lama dengan dindin-dinding kasar | 38 |
| saluran drainase yang akan diberi tanggul dan saluran tersier | 40 |
| saluran drainase baru tanpa tanggul | 43,5 |
| saluran primer dan saluran sekunder dengan debit kurang dari 7,5 m ³ /dt | 45 -47,5 |
| saluran terpelihara baik dengan debit lebih besar dari 10 m ³ /dt | 50 |
| saluran dengan pasangan batu kosongan | 50 |
| saluran dengan dinding pasangan batu belah yang baik dan beton tidak dihaluskan | 60 |
| saluran dengan dinding halus, dinding kayu | 90 |

Menentukan Debit Sungai Berdasarkan Hujan



- $Q = 0,278 C. I . A$

Dengan

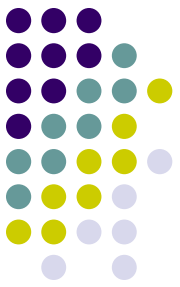
Q = debit sungai m^3/dt

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = km^2

- Waktu Konsentrasi : lama waktu yang diperlukan untuk mencapai suatu titik di sungai (Titik pantau, P) oleh air hujan yang jatuh di tempat terjauh dari titik P itu.
- Banjir maksimum terjadi kalau hujan berlangsung dengan intensitas maksimum selama waktu tidak kurang dari lama waktu konsentrasi

Pendekatan Empirik Waktu Konsentrasi (t_c)



- L = panjang jarak terjauh dari titik pantau, dihitung menurut jalannya sungai (feet)
- H = selisih ketinggian antara tempat terjauh (h_1) tadi dengan titik pantau (h_0)
 $H = h_1 - h_0$ (feet)
- $S = H/L$

$$t_c = 0,00013 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} (\text{jam})$$

$$t_c = \frac{L^{1,15}}{7700H^{0,385}} (\text{jam}) \dots \dots \text{Kirpich}$$

Jika L dan H dinyatakan dalam meter, maka t_c (menit)

$$t_c = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

Angka / Koefisien Pengaliran (C)

$$C = \frac{h_{aliran}}{h_{hujan}}$$

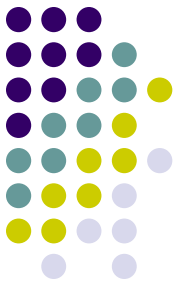
| | | loam berpasir | lempung siltloam | lempung padat |
|---------------------------------------|---------|------------------|---------------------|------------------|
| <i>Hutan</i> | | | | |
| kemiringan | 0-5 % | 0,10 | 0,30 | 0,40 |
| | 5-10 % | 0,25 | 0,35 | 0,50 |
| | 10-30 % | 0,30 | 0,50 | 0,60 |
| <i>Padang rumput/ semak-semak</i> | | | | |
| kemiringan | 0-5 % | 0,10 | 0,30 | 0,40 |
| | 5-10 % | 0,15 | 0,35 | 0,55 |
| | 10-30 % | 0,20 | 0,40 | 0,60 |
| <i>Tanah pertanian</i> | | | | |
| kemiringan | 0-5 % | 0,30 | 0,50 | 0,60 |
| | 5-10 % | 0,40 | 0,60 | 0,70 |
| | 10-30 % | 0,50 | 0,70 | 0,80 |

Untuk daerah pertanian:

| jenis tanah | dikerja- kan | perum- putan | tanah hutan |
|--|-----------------|-----------------|----------------|
| laju infiltrasi di atas rata- rata, biasanya tanah pasir dan kerikil | 0,20 | 0,15 | 0,10 |
| laju infiltrasi sedang, tanah leem | 0,40 | 0,35 | 0,30 |
| infiltrasi rendah, tanah liat, tanah keras | 0,50 | 0,45 | 0,40 |

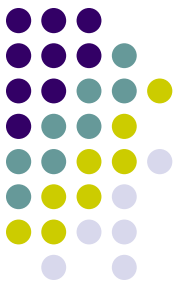


Koefisien C lanjutan



| Type daerah aliran | | Harga C |
|--------------------|-------------------------------|-------------|
| Perumputan | tanah pasir, datar, 2% | 0,05 – 0,10 |
| | tanah pasir, rata-rata 2-7% | 0,10 – 0,15 |
| | tanah pasir, curam, 7% | 0,15 – 0,20 |
| | tanah gemuk, datar, 2% | 0,13 – 0,17 |
| | tanah gemuk, rata-rata 2-7% | 0,18 – 0,22 |
| | tanah gemuk, curam 7% | 0,25 – 0,35 |
| Business | daerah kota lama | 0,75 – 0,95 |
| | daerah pinggiran | 0,50 – 0,70 |
| Perumahan | daerah "single family" | 0,30 – 0,50 |
| | "multi units", terpisah-pisah | 0,40 – 0,60 |
| | "multi units", tertutup | 0,60 – 0,75 |
| | "suburban" | 0,25 – 0,40 |
| | daerah rumah-rumah apartemen | 0,50 – 0,70 |
| Industri | daerah ringan | 0,50 – 0,80 |
| | daerah berat | 0,60 – 0,90 |
| Petamanan, kuburan | | 0,10 – 0,25 |
| Tempat bermain | | 0,20 – 0,35 |
| Halaman kereta api | | 0,20 – 0,40 |

| Type daerah aliran | | Harga C |
|------------------------------|----------|-------------|
| daerah yang tidak dikerjakan | | 0,10 – 0,30 |
| Jalan | beraspal | 0,70 – 0,95 |
| | beton | 0,80 – 0,95 |
| | batu | 0,70 – 0,85 |
| Untuk berjalan dan naik kuda | | 0,75 – 0,85 |
| Atap | | 0,75 – 0,95 |



Metoda Analisis - Model

- Besaran intensitas hujan ditentukan berdasarkan sejumlah data curah hujan dan durasi hujan. Durasi hujan (t_i) yang digunakan untuk menentukan model intensitas hujan adalah :
15 ; 30 ; 60 ; 90 ; 120 ; 180 ; 240 ; dan 360 menit, serta
0,25 ; 0,50 ; 1,00 ; 1,50 ; 2,00 ; 3,00 ; 4,00 ; 5,00 dan 7,00 jam
- Besarnya intensitas hujan ditentukan menurut :

$$I_i = \frac{R_i}{t_i}$$

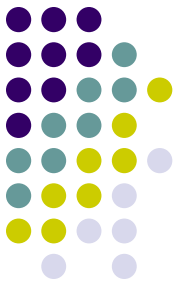
dengan :

I_i = Intensitas hujan pada setiap durasi hujan tertentu

R_i = Curah hujan (mm) selama durasi hujan tertentu

t_i = Durasi hujan (menit; jam)

Periode Ulang Intensitas Hujan



- Besarnya intensitas hujan untuk setiap t_i dan periode ulang kejadian hujan (T_i) ditentukan berdasarkan Gringorten (1963) :

$$T = \frac{N + 0,12}{d - 0,44}$$

atau :

$$d = \frac{(N + 0,12) + 0,44T}{T}$$

dengan :

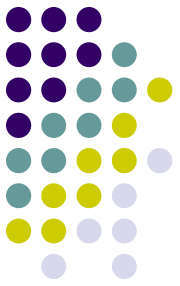
d = Nomor urut data setelah data diurut dari yang terbesar hingga terkecil

N = Banyaknya data kejadian hujan

T = Periode ulang (tahun)

- Persamaan ini, digunakan karena sifat distribusi hujan jangka pendek bersifat eksponensial.
- Nilai T yang digunakan adalah 2 ; 3 ; 5 ; 7 ; 10 ; 15 dan 20 tahun. Nilai ini digunakan dengan asumsi bahwa dalam lingkup cekungan kecil umur kegiatan beberapa tindakan pengelolaan sumberdaya air biasanya diproyeksikan dalam kisaran waktu tersebut.
- Nilai N , ditentukan berdasarkan banyaknya data kejadian hujan untuk setiap durasi hujan (t_i). Dasar penentuan untuk nilai N ini diambil dengan pertimbangan bahwa hasil pemodelan ini merupakan masukan bagi model infiltrasi-kolom tanah untuk menduga besarnya surface runoff pada setiap **kejadian hujan**.

Metoda Model Intensitas Hujan



- Jenis Talbot (1881) :

$$I = \frac{a'}{t + b}$$

- Jenis Sherman (1905) :

$$I = \frac{a}{t^n}$$

- Jenis Ishiguro (1953)

$$I = \frac{a}{\sqrt{t + b}}$$

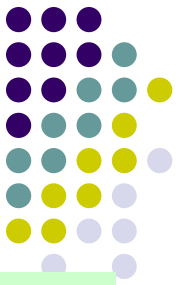
- Jenis Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m$$

- dengan :

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- t = Durasi hujan dalam menit (persamaan Talbot, Sherman, Ishiguro); jam (Mononobe).
- a', a, b, n, m = Tetapan
- R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm); dalam kaitan dengan kajian ini dimodifikasi menjadi curah hujan harian (mm)

Model Empirik (DAS Cimanuk Hulu (Dede Rohmat)



$$I_{t,p} = 10.87e^{-0,0415.p} + 4,319e^{-0,00223.p} \frac{1}{t}$$

$$I_{t,p} = a_1e^{a_2.p} + b_1e^{b_2.p} \frac{1}{t}$$

dengan :

$I_{t,p}$ adalah intensitas hujan (mm/jam);

t adalah durasi hujan (jam); dan

p adalah probabilitas hujan (%).

