

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Intensitas Curah Hujan (I)

Data hujan dalam jangka waktu pendek untuk analisis curah hujan diperoleh dari satu stasiun hujan yaitu Stasiun Kempot yang letaknya di Utara pasar Pakem. Stasiun Kempot memiliki data hujan dari tahun 1992–2003. Dari semua data hujan yang ada diperoleh empat data hujan yang paling sempurna yaitu tahun 1996,1998,1999, dan2000. Sedangkan data hujan yang lainnya tidak memenuhi syarat dikarenakan banyak pencatatan data curah hujan yang tidak ada nilainya.

Dari pencatatan Stasiun Curah Hujan Kempot didapatkan data hujan maksimum 1 jam,2 jam,3 jam,4 jam dan 6 jaman yang dirubah menjadi menitan yaitu 60,120,180,240, dan 360 menitan sebagai berikut :

Tabel 5.1 Kedalaman Curah Hujan (mm/jam) Jangka Pendek di Stasiun Kempot Jogjakarta

| Tahun | Intensitas Hujan |      |      |      |      |
|-------|------------------|------|------|------|------|
|       | 60               | 120  | 180  | 240  | 360  |
| 1996  | 83,5             | 83,5 | 87,5 | 87,5 | 87,8 |
| 1998  | 50               | 55   | 70,5 | 70,5 | 70,5 |
| 1999  | 49,5             | 49,5 | 49,5 | 50   | 50   |
| 2000  | 50               | 100  | 100  | 100  | 100  |

Menentukan besarnya curah hujan yaitu dari perkalian antara tinggi hujan (tabel 5.1) dengan 60 menit dibagi durasi hujan yang bersangkutan. sebagai contoh intensitas hujan untuk curah hujan 60 menit adalah besarnya curah hujan selama 60 menit dikalikan 60/60. Demikian pula untuk curah hujan 120 menit dikalikan dengan 60/120. Setelah

dengan pembagi 1,2,3,4,dan 6jaman maka didapatkan nilai intensitas curah hujan sebagai berikut:

Tabel 5.2 Intensitas Curah Hujan (mm/jam) di Stasiun Kempud Jogjakarta

| Tahun | Intensitas Hujan |       |        |        |        |
|-------|------------------|-------|--------|--------|--------|
|       | 60               | 120   | 180    | 240    | 360    |
| 1996  | 83,5             | 41,75 | 29,167 | 21,875 | 14,633 |
| 1998  | 50               | 27,5  | 23,500 | 17,625 | 11,750 |
| 1999  | 49,5             | 24,75 | 16,500 | 12,500 | 8,333  |
| 2000  | 50               | 50    | 33,333 | 25,000 | 16,667 |

Tabel 5.3 Standar deviasi Stasiun Kempud Jogjakarta

| Lamanya Hujan<br>t (menit) | Jumlah<br>data | Nilai<br>Minimum | Nilai<br>Maksimum | ( $\bar{X}$ ) | (S)    |
|----------------------------|----------------|------------------|-------------------|---------------|--------|
| 60                         | 4              | 49,5             | 83,5              | 58,25         | 16,835 |
| 120                        | 4              | 49,5             | 100               | 72            | 23,885 |
| 180                        | 4              | 49,5             | 100               | 76,875        | 21,891 |
| 240                        | 4              | 50               | 100               | 77            | 21,683 |
| 360                        | 4              | 50               | 100               | 77            | 21,683 |

(S=keluaran SPSS versi 5,sav)

### 5.1.1 Menghitung Intensitas Hujan 60 menit

1. Dengan metode SPSS Didapat standar deviasi = 16,835
2. Menghitung Koofesien pengembangan udara

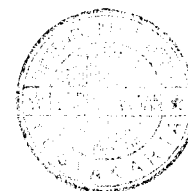
$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} 16,835 = 13,133$$

3. Menghitung rata-rata curah hujan 60 menit

$$\bar{X} = \left( \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{N} \right)$$

$$\bar{X} = \frac{(83,5 + 50 + 49,5 + 50)}{4} = 58,25 \text{ mm / jam}$$



#### 4. Menghitung jenis-jenis sebaran

$$U = \bar{X} - 0,5772\alpha$$

$$U = 58,25 - 0,5772 \times 13,133 = 50,670$$

#### 5. Menghitung intensitas hujan periode ulang t tahun ( $Y_t$ )

Untuk menghitung intensitas hujan periode ulang t tahun digunakan rumus:

$$Y_t = -\ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Bagi periode ulang 2 tahun, t untuk 2 tahun diperoleh dari :

$$Y_{t=2} = -\ln (\ln 2) = 0,367$$

Untuk periode ulang lamanya didapat ;

$$t = 5 ; Y_{t=5} = 1,500$$

$$t = 10 ; Y_{t=10} = 2,250$$

$$t = 20 ; Y_{t=20} = 2,970$$

$$t = 50 ; Y_{t=50} = 3,902$$

$$t = 100 ; Y_{t=100} = 4,600$$

#### 6. Menghitung Intensitas hujan dengan periode ulang t tahun ( $X_T$ )

$$X_T = U + \alpha Y_t$$

$$X_{T=2} = 50,670 + (13,133 \times 0,367) = 55,483 \text{ mm/jam}$$

$$X_{T=5} = 50,670 + (13,133 \times 1,500) = 70,368 \text{ mm/jam}$$

$$X_{T=10} = 50,670 + (13,133 \times 2,250) = 80,223 \text{ mm/jam}$$

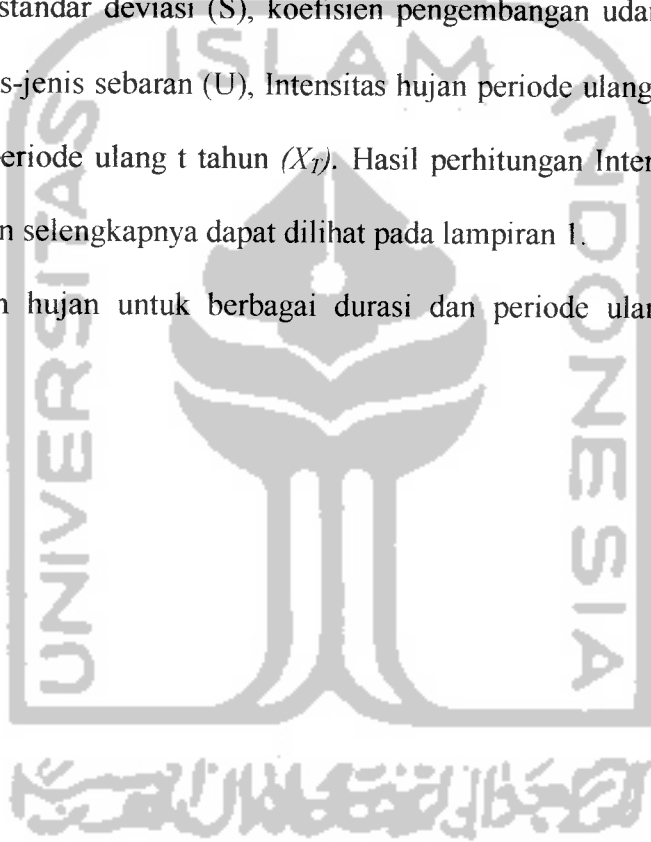
$$X_{T=20} = 50,670 + (13,133 \times 2,970) = 89,677 \text{ mm/jam}$$

$$X_{T-50} = 50,670 + (13,133 \times 3,902) = 101,913 \text{ mm/jam}$$

$$X_{T-100} = 50,670 + (13,133 \times 4,600) = 111,083 \text{ mm/jam}$$

### 5.1.2 Menghitung Intensitas Hujan 120,180,240,360 menitan

Dengan melakukan perhitungan cara yang sama sesuai poin (5.1.1) maka akan di dapatkan nilai standar deviasi (S), koefisien pengembangan udara ( $\alpha$ ), rata-rata curah hujan ( $\bar{X}$ ), jenis-jenis sebaran (U), Intensitas hujan periode ulang t tahun ( $y_t$ ), Intensitas hujan dengan periode ulang t tahun ( $X_T$ ). Hasil perhitungan Intensitas Hujan 120, 180, 240,360 menitan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1. Intensitas curah hujan untuk berbagai durasi dan periode ulang ditabelkan sebagai berikut:



Tabel 5.4 Harga–Harga Intensitas Curah Hujan Untuk Berbagai Durasi Dan Periode Ulang

| Untuk Periode Curah Hujan 60 menitan  |           |        |       |          |        |     |             |
|---------------------------------------|-----------|--------|-------|----------|--------|-----|-------------|
| Periode ulang (Tahun)                 | $\bar{X}$ | S      | $Y_t$ | $\alpha$ | U      | t   | $X_T$ 1 jam |
|                                       | 58,25     | 16,835 |       |          |        | 60  |             |
| 2                                     |           |        | 0,367 | 13,133   | 50,670 |     | 55,483      |
| 5                                     |           |        | 0,500 | 13,133   | 50,670 |     | 70,368      |
| 10                                    |           |        | 2,250 | 13,133   | 50,670 |     | 80,223      |
| 20                                    |           |        | 2,970 | 13,133   | 50,670 |     | 89,677      |
| 50                                    |           |        | 3,902 | 13,133   | 50,670 |     | 101,913     |
| 100                                   |           |        | 4,600 | 13,133   | 50,670 |     | 111,083     |
| Untuk Periode Curah Hujan 120 menitan |           |        |       |          |        |     |             |
| Periode ulang (Tahun)                 | $\bar{X}$ | S      | $Y_t$ | $\alpha$ | U      | t   | $X_T$ 2 jam |
|                                       | 36,000    | 23,885 |       |          |        | 120 |             |
| 2                                     |           |        | 0,367 | 18,633   | 25,245 |     | 32,074      |
| 5                                     |           |        | 0,500 | 18,633   | 25,245 |     | 53,193      |
| 10                                    |           |        | 2,250 | 18,633   | 25,245 |     | 67,175      |
| 20                                    |           |        | 2,970 | 18,633   | 25,245 |     | 80,588      |
| 50                                    |           |        | 3,902 | 18,633   | 25,245 |     | 97,949      |
| 100                                   |           |        | 4,600 | 18,633   | 25,245 |     | 110,958     |
| Untuk Periode Curah Hujan 180 menitan |           |        |       |          |        |     |             |
| Periode ulang (Tahun)                 | $\bar{X}$ | S      | $Y_t$ | $\alpha$ | U      | t   | $X_T$ 3 jam |
|                                       | 25,625    | 21,891 |       |          |        | 180 |             |
| 2                                     |           |        | 0,367 | 17,077   | 15,768 |     | 22,027      |
| 5                                     |           |        | 0,500 | 17,077   | 15,768 |     | 41,383      |
| 10                                    |           |        | 2,250 | 17,077   | 15,768 |     | 54,198      |
| 20                                    |           |        | 2,970 | 17,077   | 15,768 |     | 66,491      |
| 50                                    |           |        | 3,902 | 17,077   | 15,768 |     | 82,402      |
| 100                                   |           |        | 4,600 | 17,077   | 15,768 |     | 94,326      |
| Untuk Periode Curah Hujan 240 menitan |           |        |       |          |        |     |             |
| Periode ulang (Tahun)                 | $\bar{X}$ | S      | $Y_t$ | $\alpha$ | U      | t   | $X_T$ 4 jam |
|                                       | 19,250    | 21,683 |       |          |        |     |             |
| 2                                     |           |        | 0,367 | 16,915   | 9,487  | 240 | 15,686      |
| 5                                     |           |        | 0,500 | 16,915   | 9,487  |     | 34,858      |
| 10                                    |           |        | 2,250 | 16,915   | 9,487  |     | 47,552      |
| 20                                    |           |        | 2,970 | 16,915   | 9,487  |     | 59,728      |
| 50                                    |           |        | 3,902 | 16,915   | 9,487  |     | 75,488      |
| 100                                   |           |        | 4,600 | 16,915   | 9,487  |     | 87,298      |
| Untuk Periode Curah Hujan 360 menitan |           |        |       |          |        |     |             |
| Periode ulang (Tahun)                 | $\bar{X}$ | S      | $Y_t$ | $\alpha$ | U      | t   | $X_T$ 6 jam |
|                                       | 12,846    | 21,732 |       |          |        |     |             |
| 2                                     |           |        | 0,367 | 16,953   | 3,060  | 360 | 9,274       |
| 5                                     |           |        | 0,500 | 16,953   | 3,060  |     | 28,489      |
| 10                                    |           |        | 2,250 | 16,953   | 3,060  |     | 41,211      |
| 20                                    |           |        | 2,970 | 16,953   | 3,060  |     | 53,415      |
| 50                                    |           |        | 3,902 | 16,953   | 3,060  |     | 69,211      |
| 100                                   |           |        | 4,600 | 16,953   | 3,060  |     | 81,047      |

### 5.1.3 Menghitung Jenis Intensitas Hujan Periode Ulang 2 Tahunan

Untuk Menghitung intensitas curah hujan periode ulang 2 tahunan nilai intensitas hujan (I) yang dipakai adalah data intensitas curah hujan dengan periode ulang 2 tahunan ( $Y_t=2$  tahun).



Tabel 5.5 Perhitungan Parameter Intensitas Hujan periode Ulang 2 Tahunan

| I             | II  | III     | IV        | V              | VI              | VII    | VIII  | IX            | X                    | XI     | XII       | XIII      |
|---------------|-----|---------|-----------|----------------|-----------------|--------|-------|---------------|----------------------|--------|-----------|-----------|
| No            | t   | I       | It        | I <sup>2</sup> | It <sup>2</sup> | log t  | log I | log I . log t | (log t) <sup>2</sup> | akar t | I. akar t | i2akar t  |
| 1             | 60  | 55,483  | 3328,985  | 3078,372       | 184702,331      | 1,778  | 1,744 | 3,101         | 3,162                | 7,746  | 429,770   | 23844,968 |
| 2             | 120 | 32,074  | 3848,922  | 1028,764       | 123451,662      | 2,079  | 1,506 | 3,132         | 4,323                | 10,954 | 351,357   | 11269,543 |
| 3             | 180 | 22,027  | 3964,868  | 485,191        | 87334,343       | 2,255  | 1,343 | 3,029         | 5,086                | 13,416 | 295,524   | 6509,518  |
| 4             | 240 | 15,686  | 3764,695  | 246,058        | 59053,867       | 2,380  | 1,196 | 2,846         | 5,665                | 15,492 | 243,010   | 3811,911  |
| 5             | 360 | 9,274   | 3338,650  | 86,008         | 30962,729       | 2,556  | 0,967 | 2,473         | 6,535                | 18,974 | 175,962   | 1631,879  |
| <b>Jumlah</b> |     | 134,545 | 18246,120 | 4924,392       | 485504,933      | 11,049 | 6,756 | 14,580        | 24,771               |        | 1495,623  | 47067,819 |

Intensitas hujan diperkirakan dengan menggunakan persamaan Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953).

### 5.1.3.1 Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas

#### 1. Jenis I menggunakan Rumus Thalbot (1881)

$$a = \frac{[I_t][I^2] - [I^2_t][I]}{N[I^2] - [I][I]}$$

$$a = \frac{[18246,120][4924,392] - [485504,933][134,545]}{5[4924,392] - [134,545][134,545]} = 3762,291$$

$$b = \frac{[I][I_t] - N[I^2_t]}{N[I^2] - [I][I]}$$

$$b = \frac{[134,545][18246,120] - 5[485504,933]}{5[34074924,392] - [134,545][134,545]} = 4,202$$

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

Untuk  $t_c$  pada tahun 1989  $t_{=40,2}$ ;  $I = \frac{3762,291}{40,2 + (4,202)} = 84,732$  mm/jam

Untuk  $t_c$  pada tahun 2003  $t_{=46,32}$ ;  $I = \frac{3762,291}{46,32 + (4,202)} = 74,468$  mm/jam

Untuk  $t_{=60}$ ;  $I = \frac{3762,291}{60 + (4,202)} = 58,601$  mm/jam

Untuk  $t_{=120}$ ;  $I = \frac{3762,291}{120 + (4,202)} = 30,292$  mm/jam

Untuk  $t_{=180}$ ;  $I = \frac{3762,291}{180 + (4,202)} = 20,425$  mm/jam

Untuk  $t_{=240}$ ;  $I = \frac{3762,291}{240 + (4,202)} = 15,406$  mm/jam

Untuk  $t_{=360}$ ;  $I = \frac{3762,291}{360 + (4,202)} = 10,330$  mm/jam



## 2. Jenis II menggunakan Sherman (1905)

$$\log a = \frac{[\log I][(\log t)^2] - [\log t \log I][\log t]}{N[(\log t)^2] - [\log t][\log t]}$$

$$\log a = \frac{[6,756][24,771] - [14,580][11,049]}{5[24,771] - [11,049][11,049]} = 3,531$$

$$a = 3396,253$$

$$k = \frac{[\log t][\log t] - N[\log t \log I]}{N[(\log t)^2] - [\log t][\log t]}$$

$$k = \frac{[6,756][11,049] - 5[14,580]}{5[24,771] - [11,049][11,049]} = 0,987$$

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

$$\text{Untuk } t_{=60}; I = \frac{3396,253}{60^{0,987}} = 59,799 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Untuk } t_{=120}; I = \frac{3396,253}{120^{0,987}} = 30,179 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Untuk } t_{=180}; I = \frac{3396,253}{180^{0,987}} = 20,229 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Untuk } t_{=240}; I = \frac{3396,253}{240^{0,987}} = 15,230 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Untuk } t_{=360}; I = \frac{3396,253}{360^{0,987}} = 10,209 \text{ mm/jam}$$

## 3. Jenis III menggunakan Rumus Ishiguro (1953)

$$a = \frac{[I\sqrt{I}][I^2] - [I^2\sqrt{I}][I^2]}{N[I^2] - [I][I]}$$

$$a = \frac{[1495,623][4924,392] - [47067,819][4924,392]}{5[4924,392] - [134,545][134,545]} = 158,337$$

$$b = \frac{[I]I\sqrt{I} - [I\sqrt{I}]N}{N[I^2] - [I][I]}$$

$$b = \frac{[134,545][1495,623] - [1495,623]5}{5[4924,392] - [134,545][134,545]} = -5,232$$

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

$$\text{Untuk } t_{=60}; I = \frac{158,337}{\sqrt{60 + (-5,232)}} = 62,983 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Untuk } t_{=120}; I = \frac{158,337}{\sqrt{120 + (-5,232)}} = 27,669 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Untuk } t_{=180}; I = \frac{158,337}{\sqrt{180 + (-5,232)}} = 19,346 \text{ mm/jam}$$

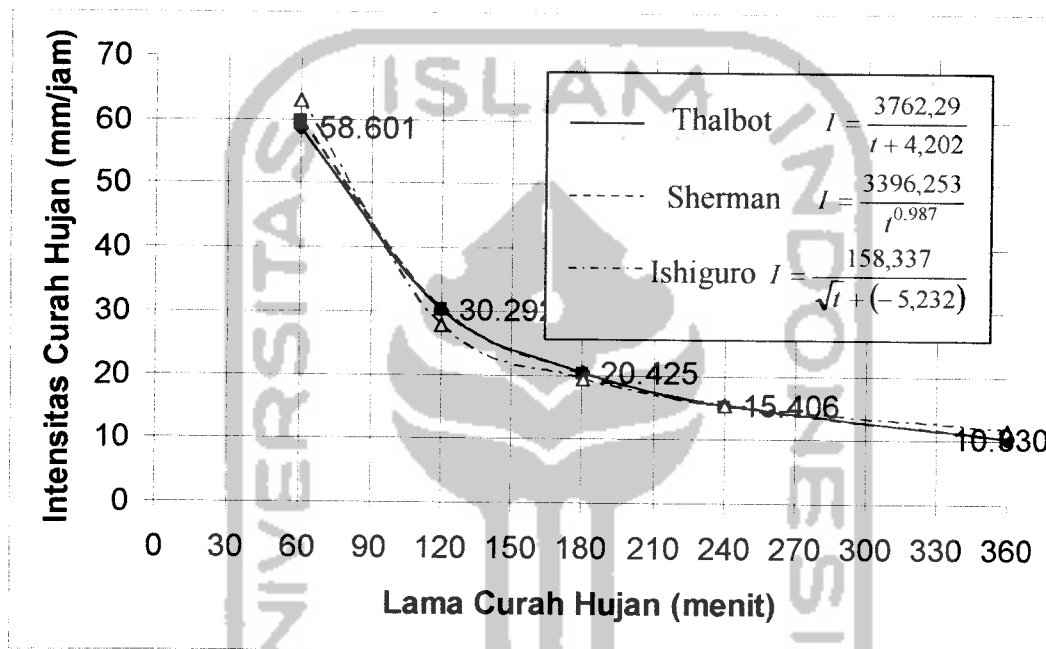
$$\text{Untuk } t_{=240}; I = \frac{158,337}{\sqrt{240 + (-5,232)}} = 15,433 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Untuk } t_{=360}; I = \frac{158,337}{\sqrt{360 + (-5,232)}} = 11,522 \text{ mm/jam}$$

Tabel 5.6 Perbandingan Kecocokan Rumus-Rumus Intensitas Hujan

| No              | t   | I      | Thalbot |          | Sherman |          | Ishiguro |          |
|-----------------|-----|--------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
|                 |     |        | l       | $\alpha$ | l       | $\alpha$ | l        | $\alpha$ |
| 1               | 60  | 55,483 | 58,601  | 3,118    | 59,799  | 4,316    | 62,983   | 4,382    |
| 2               | 120 | 32,074 | 30,292  | -1,783   | 30,179  | -1,896   | 27,669   | -2,622   |
| 3               | 180 | 22,027 | 20,425  | -1,602   | 20,229  | -1,798   | 19,346   | -1,079   |
| 4               | 240 | 15,686 | 15,406  | -0,280   | 15,230  | -0,456   | 15,433   | 0,026    |
| 5               | 360 | 9,274  | 10,330  | 1,056    | 10,209  | 0,935    | 11,522   | 1,192    |
| $\sum  \alpha $ |     |        |         | 7,839    |         | 9,401    |          | 9,301    |
| $M(s)$          |     |        |         | 1,568    |         | 1,880    |          | 1,860    |

Karena deviasi rata-rata ( $M(s)$ ) dari tabel 5.6 perbandingan kecocokan rumus-rumus intensitas hujan untuk periode ulang 2 tahunan yang paling terkecil adalah jenis I (Thalbot 1881), maka data yang dipakai adalah data hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus jenis I (Thalbot 1881).



Grafik 5.1 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun

#### 5.1.4 Menghitung Jenis Intensitas Hujan Periode Ulang 5 Tahunan

Untuk Menghitung jenis intensitas curah hujan periode ulang 5 tahunan nilai intensitas hujan ( $I$ ) yang dipakai adalah data intensitas curah hujan dengan periode ulang 5 tahunan ( $Y_t = 5$  tahun).

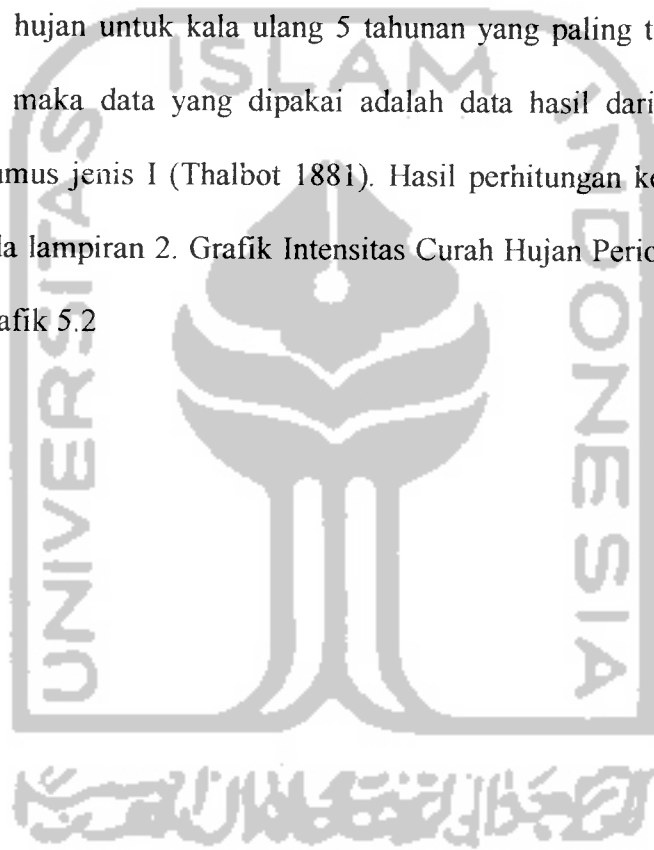
Tabel 5.7 Phitungan Parameter Intensitas Hujan periode Ulang 5 Tahunan

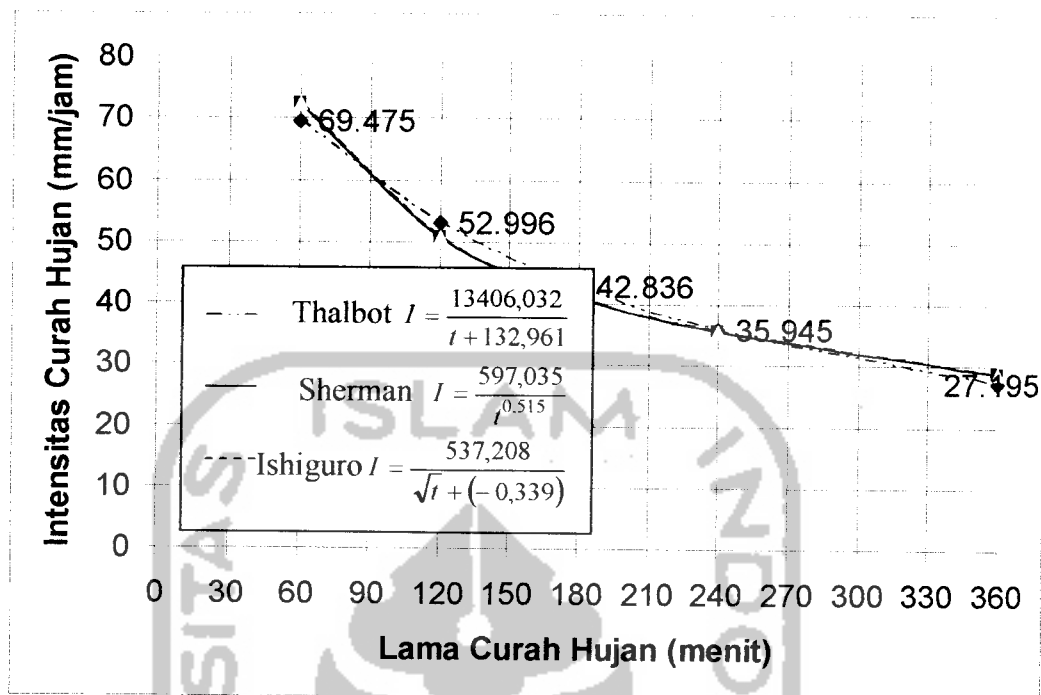
| I             | II             | III              | IV               | V                  | VI              | VII          | VIII          | IX            | X                    | XI                | XII       | XIII      |
|---------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|----------------------|-------------------|-----------|-----------|
| No            | t              | I                | It               | I <sup>2</sup>     | It <sup>2</sup> | log t        | log I         | log I         | (log t) <sup>2</sup> | akar t            | I. akar t | i2akar t  |
| 1             | 60             | 70,368           | 4222,092         | 4951,683           | 297100,990      | 1,778        | 1,847         | 3,285         | 3,162                | 7,746             | 545,070   | 38355,573 |
| 2             | 120            | 53,193           | 6383,167         | 2829,501           | 339540,178      | 2,079        | 1,726         | 3,588         | 4,323                | 10,954            | 582,701   | 30995,636 |
| 3             | 180            | 41,383           | 7448,913         | 1712,540           | 308257,237      | 2,255        | 1,617         | 3,646         | 5,086                | 13,416            | 555,209   | 22976,138 |
| 4             | 240            | 34,858           | 8365,954         | 1215,090           | 291621,632      | 2,380        | 1,542         | 3,671         | 5,665                | 15,492            | 540,020   | 18824,095 |
| 5             | 360            | 28,489           | 10256,100        | 811,633            | 292187,750      | 2,556        | 1,455         | 3,719         | 6,535                | 18,974            | 540,544   | 15399,647 |
| <b>Jumlah</b> | <b>228,291</b> | <b>36676,226</b> | <b>11520,448</b> | <b>1528707,787</b> | <b>11,049</b>   | <b>8,187</b> | <b>17,909</b> | <b>24,771</b> | <b>2763,544</b>      | <b>126551,088</b> |           |           |

Intensitas hujan diperkirakan dengan menggunakan persamaan Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953).

#### 5.1.4.1 Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas

Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas dilakukan dengan rumus Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953) yang langkah pekerjaannya sama dengan poin (5.1.3.1). Yang kemudian didapatkan hasil perbandingan Intensitas Hujan dari ke tiga rumus yang digunakan untuk menghitung tersebut. Perbandingan kecocokan rumus-rumus intensitas hujan untuk kala ulang 5 tahunan yang paling terkecil adalah jenis I (Thalbot 1881), maka data yang dipakai adalah data hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus jenis I (Thalbot 1881). Hasil perhitungan ke tiga rumus tersebut dapat dilihat pada lampiran 2. Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun di sajikan dalam grafik 5.2





Grafik 5.2 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun

### 5.1.5 Menghitung Jenis Intensitas Hujan Periode Ulang 10 Tahunan

Untuk Menghitung jenis intensitas curah hujan periode ulang 10 tahunan nilai intensitas hujan ( $I$ ) yang dipakai adalah data intensitas curah hujan dengan periode ulang 10 tahunan ( $Y_t = 10$  tahun).

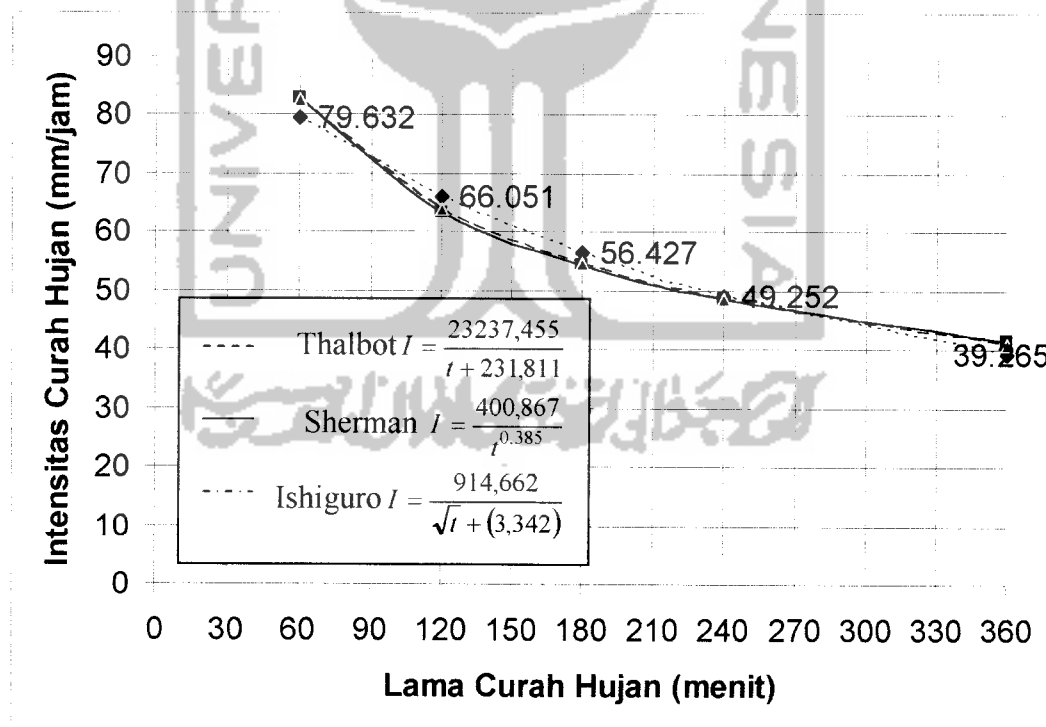
Tabel 5.8 Perhitungan Parameter Intensitas Hujan periode Ulang 10 Tahunan

| I             | II  | III            | IV               | V                | VI                 | VII           | VIII         | IX            | X                    | XI     | XII             | XIII              |
|---------------|-----|----------------|------------------|------------------|--------------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|--------|-----------------|-------------------|
| No            | t   | I              | It               | I <sup>2</sup>   | It <sup>2</sup>    | log t         | log I        | log I.log t   | (log t) <sup>2</sup> | akar t | I. akar t       | i2akar t          |
| 1             | 60  | 80,223         | 4813,406         | 6435,800         | 386148,016         | 1,778         | 1,904        | 3,386         | 3,162                | 7,746  | 621,408         | 49851,495         |
| 2             | 120 | 67,175         | 8061,058         | 4512,545         | 541505,446         | 2,079         | 1,827        | 3,799         | 4,323                | 10,954 | 735,871         | 49432,458         |
| 3             | 180 | 54,198         | 9755,653         | 2937,431         | 528737,630         | 2,255         | 1,734        | 3,911         | 5,086                | 13,416 | 727,143         | 39409,776         |
| 4             | 240 | 47,552         | 11412,388        | 2261,156         | 542677,588         | 2,380         | 1,677        | 3,992         | 5,665                | 15,492 | 736,667         | 35029,684         |
| 5             | 360 | 41,211         | 14836,054        | 1698,368         | 611412,509         | 2,556         | 1,615        | 4,128         | 6,535                | 18,974 | 781,929         | 32224,269         |
| <b>Jumlah</b> |     | <b>290,360</b> | <b>48878,560</b> | <b>17845,301</b> | <b>2610481,139</b> | <b>11,049</b> | <b>8,758</b> | <b>19,216</b> | <b>24,771</b>        |        | <b>3603,017</b> | <b>205947,682</b> |

Intensitas hujan diperkirakan dengan menggunakan persamaan Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953).

### 5.1.5.1 Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas

Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas dilakukan dengan rumus Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953) yang langkah pekerjaannya sama dengan poin (5.1.3.1). Yang kemudian didapatkan hasil perbandingan Intensitas Hujan dari ke tiga rumus yang digunakan untuk menghitung tersebut. Perbandingan kecocokan rumus-rumus intensitas hujan untuk kala ulang 10 tahunan yang paling terkecil adalah jenis I (Thalbot 1881), maka data yang dipakai adalah data hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus jenis I (Thalbot 1881). Hasil perhitungan ke tiga rumus tersebut dapat dilihat pada lampiran 3. Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun disajikan dalam grafik 5.3



Grafik 5.3 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun



### 5.1.6 Menghitung Jenis Intensitas Hujan Periode Ulang 20 Tahunan

Untuk Menghitung jenis intensitas curah hujan periode ulang 20 tahunan nilai intensitas hujan ( $I$ ) yang dipakai adalah data intensitas curah hujan dengan periode ulang 20 tahunan ( $Y_t = 20$  tahun).



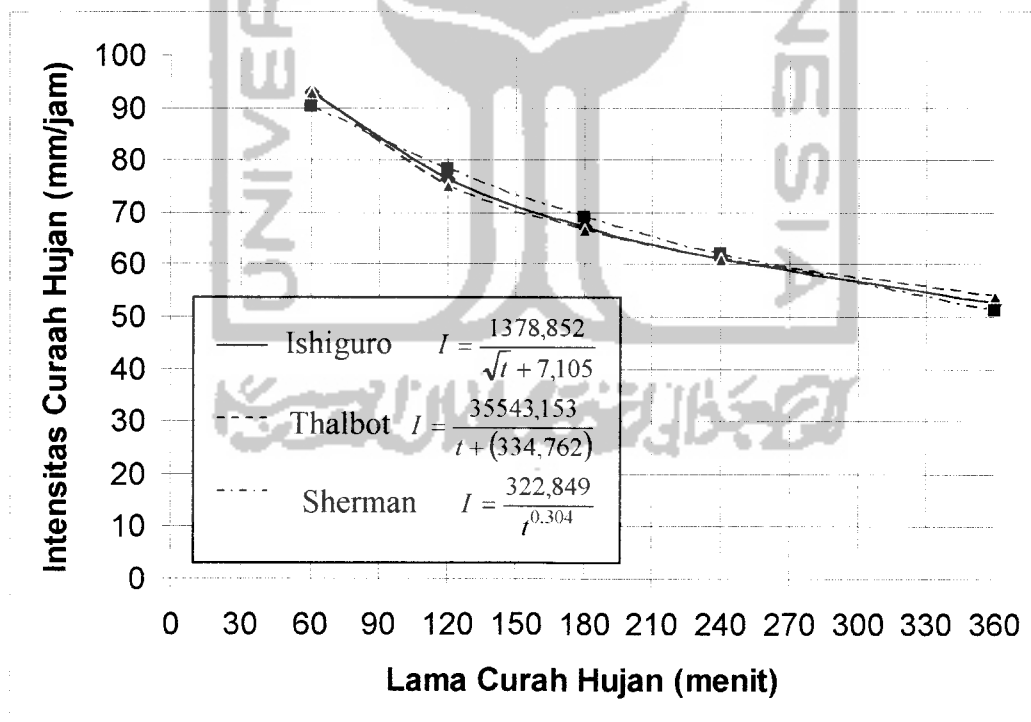
Tabel 5.9 Perhitungan Parameter Intensitas Hujan periode Ulang 20 Tahunan

| I             | II  | III            | IV               | V                | VI                 | VII           | VIII         | IX            | X                    | XI         | XII             | XIII                      |
|---------------|-----|----------------|------------------|------------------|--------------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|------------|-----------------|---------------------------|
| No            | t   | I              | It               | I <sup>2</sup>   | I <sup>2</sup> t   | log t         | log I        | log I.log t   | (log t) <sup>2</sup> | $\sqrt{t}$ | I. $\sqrt{t}$   | I <sup>2</sup> $\sqrt{t}$ |
| 1             | 60  | 89,677         | 5380,609         | 8041,933         | 482515,976         | 1,778         | 1,953        | 3,472         | 3,162                | 7,746      | 694,634         | 62292,545                 |
| 2             | 120 | 80,588         | 9670,531         | 6494,387         | 779326,414         | 2,079         | 1,906        | 3,963         | 4,323                | 10,954     | 882,795         | 71142,443                 |
| 3             | 180 | 66,491         | 11968,334        | 4421,019         | 795783,482         | 2,255         | 1,823        | 4,111         | 5,086                | 13,416     | 892,067         | 59314,199                 |
| 4             | 240 | 59,728         | 14334,601        | 3567,375         | 856169,955         | 2,380         | 1,776        | 4,228         | 5,665                | 15,492     | 925,295         | 55265,533                 |
| 5             | 360 | 53,415         | 19229,256        | 2853,119         | 1027123,019        | 2,556         | 1,728        | 4,416         | 6,535                | 18,974     | 1013,471        | 54134,136                 |
| <b>Jumlah</b> |     | <b>349,897</b> | <b>60583,332</b> | <b>25377,833</b> | <b>3940918,846</b> | <b>11,049</b> | <b>9,186</b> | <b>20,191</b> | <b>24,771</b>        |            | <b>4408,261</b> | <b>302148,855</b>         |

Intensitas hujan diperkirakan dengan menggunakan persamaan Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953).

### 5.1.6.1 Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas

Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas dilakukan dengan rumus Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953) yang langkah pekerjaannya sama dengan poin (5.1.3.1). Yang kemudian didapatkan hasil perbandingan Intensitas Hujan dari ke tiga rumus yang digunakan untuk menghitung tersebut. Perbandingan kecocokan rumus-rumus intensitas hujan untuk kala ulang 20 tahunan yang paling terkecil adalah jenis III (Ishiguro 1953), maka data yang dipakai adalah data hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus jenis III (Ishiguro 1953). Hasil perhitungan ke tiga rumus tersebut dapat dilihat pada lampiran 4. Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun disajikan dalam grafik 5.4



Grafik 5.4 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun

### 5.1.7 Menghitung Jenis Intensitas Hujan Periode Ulang 50 Tahunan

Untuk Menghitung jenis intensitas curah hujan kala ulang 50 tahunan nilai intensitas hujan ( $I$ ) yang dipakai adalah data intensitas curah hujan dengan kala ulang 50 tahunan ( $Y_t = 50$  tahun).



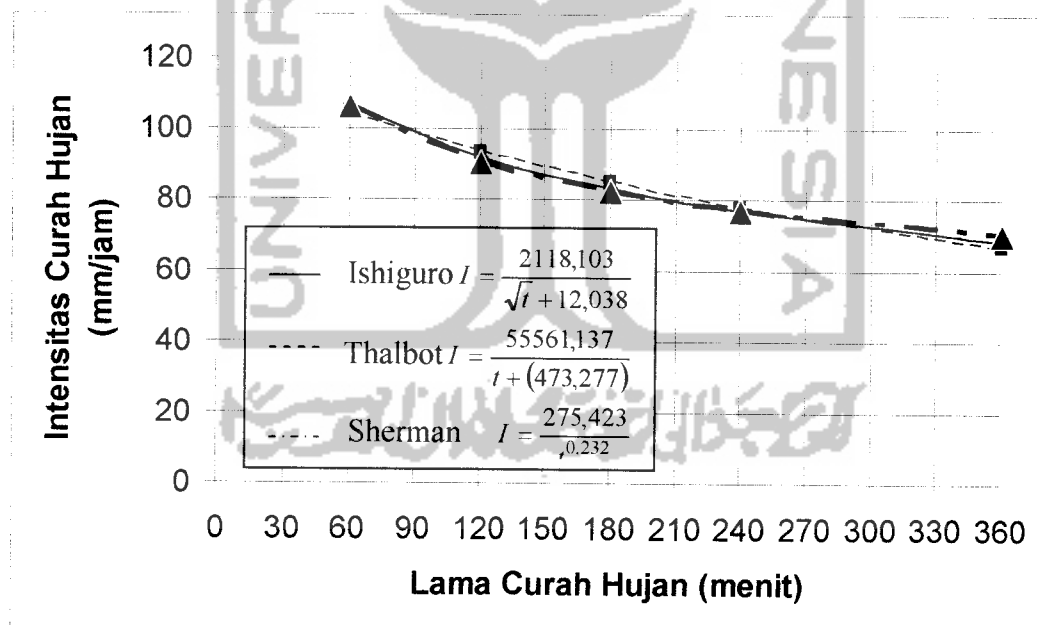
Tabel 5.10 Perhitungan Parameter Intensitas Hujan periode Ulang 50 Tahunan

| I             | II  | III            | IV               | V                | VI                 | VII           | VIII         | IX            | X                    | XI         | XII             | XIII                      |
|---------------|-----|----------------|------------------|------------------|--------------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|------------|-----------------|---------------------------|
| No            | t   | I              | It               | I <sup>2</sup>   | I <sup>2</sup> t   | log t         | log I        | log I.log t   | (log t) <sup>2</sup> | $\sqrt{t}$ | I. $\sqrt{t}$   | I <sup>2</sup> $\sqrt{t}$ |
| 1             | 60  | 101,913        | 6114,796         | 10386,313        | 623178,785         | 1,778         | 2,008        | 3,571         | 3,162                | 7,746      | 789,417         | 80452,035                 |
| 2             | 120 | 97,949         | 11753,829        | 9593,923         | 1151270,781        | 2,079         | 1,991        | 4,140         | 4,323                | 10,954     | 1072,973        | 105096,163                |
| 3             | 180 | 82,402         | 14832,423        | 6790,147         | 1222226,483        | 2,255         | 1,916        | 4,321         | 5,086                | 13,416     | 1105,544        | 91099,383                 |
| 4             | 240 | 75,488         | 18117,106        | 5698,429         | 1367623,000        | 2,380         | 1,878        | 4,470         | 5,665                | 15,492     | 1169,454        | 88279,685                 |
| 5             | 360 | 69,211         | 24915,805        | 4790,103         | 1724437,079        | 2,556         | 1,840        | 4,704         | 6,535                | 18,974     | 1313,178        | 90885,814                 |
| <b>Jumlah</b> |     | <b>426,963</b> | <b>75733,958</b> | <b>37258,916</b> | <b>6088736,127</b> | <b>11,049</b> | <b>9,633</b> | <b>21,205</b> | <b>24,771</b>        |            | <b>5450,566</b> | <b>455813,080</b>         |

Intensitas hujan diperkirakan dengan menggunakan persamaan Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953).

### 5.1.7.1 Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas

Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas dilakukan dengan rumus Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953) yang langkah pekerjaannya sama dengan poin (5.1.3.1). Yang kemudian didapatkan hasil perbandingan Intensitas Hujan dari ke tiga rumus yang digunakan untuk menghitung tersebut. Perbandingan kecocokan rumus-rumus intensitas hujan untuk kala ulang 50 tahunan yang paling terkecil adalah jenis III (Ishiguro 1953), maka data yang dipakai adalah data hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus jenis III (Ishiguro 1953). Hasil perhitungan ke tiga rumus tersebut dapat dilihat pada lampiran 5. Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun di sajikan dalam grafik 5.5



Grafik 5.5 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun

### 5.1.8 Menghitung Jenis Intensitas Hujan Periode Ulang 100 Tahunan

Untuk Menghitung jenis intensitas curah hujan kala ulang 100 tahunan nilai intensitas hujan ( $I$ ) yang dipakai adalah data intensitas curah hujan dengan kala ulang 100 tahunan ( $Y_1 = 100$  tahun).



Tabel 5.11 Perhitungan Parameter Intensitas Hujan periode Ulang 100 Tahunan

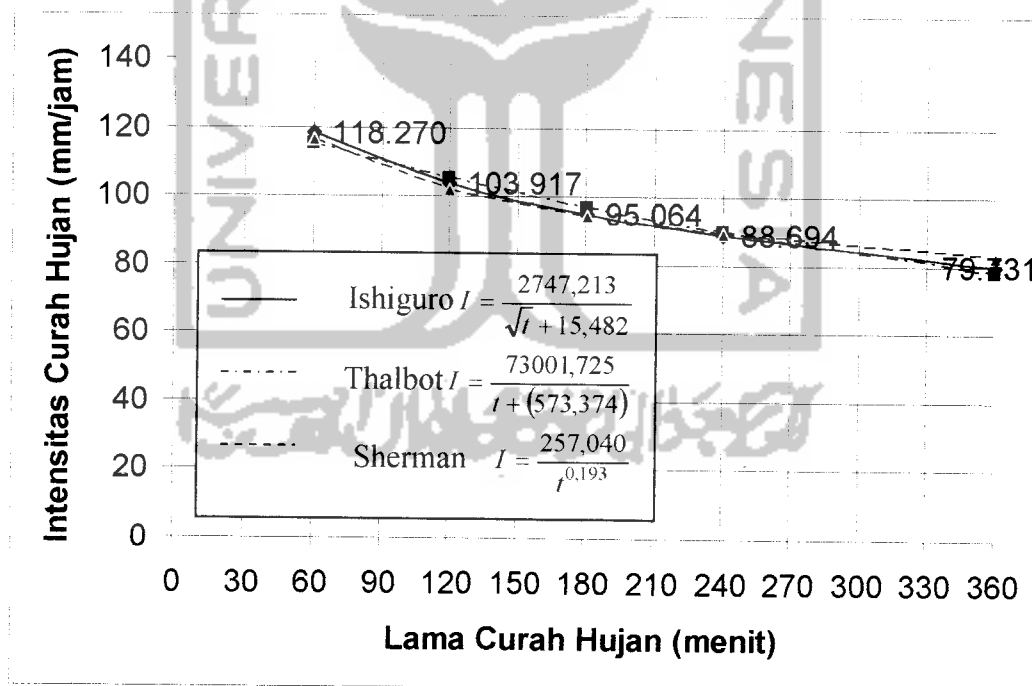
| I             | II  | III            | IV               | V                | VI                 | VII           | VIII         | IX            | X                    | XI         | XII             | XIII                      |
|---------------|-----|----------------|------------------|------------------|--------------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|------------|-----------------|---------------------------|
| No            | t   | I              | It               | I <sup>2</sup>   | I <sup>2</sup> t   | log t         | log I        | log I.log t   | (log t) <sup>2</sup> | $\sqrt{t}$ | I. $\sqrt{t}$   | I <sup>2</sup> $\sqrt{t}$ |
| 1             | 60  | 111,083        | 6664,965         | 12339,377        | 740362,649         | 1,778         | 2,046        | 3,637         | 3,162                | 7,746      | 860,443         | 95580,407                 |
| 2             | 120 | 110,958        | 13314,968        | 12311,692        | 147740,998         | 2,079         | 2,045        | 4,252         | 4,323                | 10,954     | 1215,485        | 134867,825                |
| 3             | 180 | 94,326         | 16978,654        | 8897,367         | 1601526,087        | 2,255         | 1,975        | 4,453         | 5,086                | 13,416     | 1265,514        | 119370,707                |
| 4             | 240 | 87,298         | 20951,561        | 7620,970         | 1829032,891        | 2,380         | 1,941        | 4,620         | 5,665                | 15,492     | 1352,417        | 118063,565                |
| 5             | 360 | 81,047         | 29177,074        | 6568,685         | 2364726,730        | 2,556         | 1,909        | 4,879         | 6,535                | 18,974     | 1537,767        | 124632,042                |
| <b>Jumlah</b> |     | <b>484,712</b> | <b>87087,221</b> | <b>47738,092</b> | <b>8013051,354</b> | <b>11,049</b> | <b>9,915</b> | <b>21,842</b> | <b>24,771</b>        |            | <b>6231,626</b> | <b>592514,546</b>         |

Intensitas hujan diperkirakan dengan menggunakan persamaan Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953).

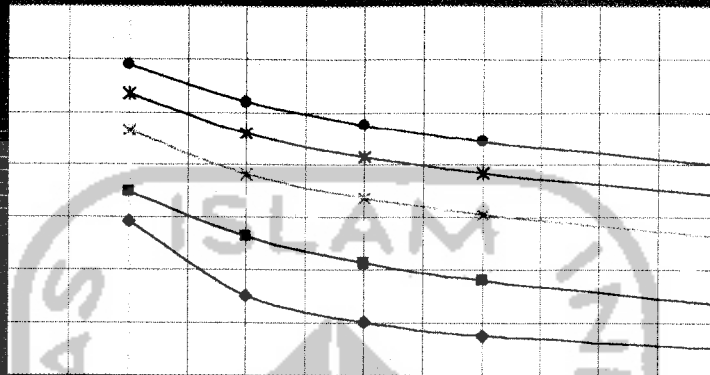


### 5.1.8.1 Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas

Perhitungan Kesesuaian Rumus Intensitas dilakukan dengan rumus Thalbot (1881), Sherman (1905), dan Ishiguro (1953) yang langkah pekerjaannya sama dengan poin (5.1.3.1). Yang kemudian didapatkan hasil perbandingan Intensitas Hujan dari ke tiga rumus yang digunakan untuk menghitung tersebut. Perbandingan kecocokan rumus-rumus intensitas hujan untuk kala ulang 100 tahunan yang paling terkecil adalah jenis III (Ishiguro 1953), maka data yang dipakai adalah data hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus jenis III (Ishiguro 1953). Hasil perhitungan ke tiga rumus tersebut dapat dilihat pada lampiran 6. Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun di sajikan dalam grafik 5.6



Grafik 5.6 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun



Grafik 5.7 Grafik Intensitas Curah Hujan Tahunan

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

## 5.2 Analisis GIS ( *Geographic Information System* ) Untuk DAS Klanduan

GIS adalah sistem manual atau digital ( dengan menggunakan komputer sebagai alat pengolahan dan analisis ) yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengelola, memanipulasi, memperbaharui dan menghasilkan informasi yang mempunyai rujukan spasial atau geografis.

Aplikasi GIS telah banyak merambah pada sektor-sektor yang bersentuhan langsung dengan dinamika dan problematika kehidupan seperti masalah pengelolaan lingkungan, kependudukan, perencanaan wilayah, pertanian, pariwisata, ekonomi, bisnis, marketing, perpajakan, telekomunikasi, biologi, hidrologi, pendidikan, pertambangan, transportasi, navigasi, kesehatan dan militer.

Program ini meliputi empat langkah atau tiga sub-program yaitu: *Raster To Vector* (R2V), *Arc Info* dan *Arc View*. Adapun cara kerja dari masing-masing tahapan adalah sebagai berikut:

### 5.2.1 Raster To Vector ( R2V )

Menurut bahasa raster adalah hasil foto atau *scanning*, contoh: foto udara dan citra satelit. Sedangkan *vector* atau peta *digital* yang sudah memiliki nilai bujur dan nilai lintang. Langkah-langkah pengerjaan R2V adalah menampilkan peta raster ( hasil *scanning* ), register pembuatan titik kontrol, *digitasi*, *editing*, memasukan nilai ID dan *export vector*.

### 5.2.2 Arc Info

Hasil dari ekspor faktor R2V yang diolah agar menjadi data siap saji, dan bisa dioperasikan pada langkah selanjutnya yaitu *Arc View*.

### 5.2.3 Arc View

Merupakan salah satu perangkat lunak desktop GIS dan pemetaan dengan kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-explore, menjawab query, menganalisis data secara geografis, pengolahan atau editing arc, menerima atau konversi dari data digital lain seperti CAD, atau dihubungkan dengan data image seperti format JPG, TIF atau image gerak.

### 5.3 Luas Daerah Pengaliran Sungai (A)

Luas daerah pengaliran Sungai Klanduan dihitung dengan menggunakan *Software* Geografi Informasi sistem (GIS). Peta tata guna lahan diambil dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) Yogyakarta. Peta tata guna lahan yang diambil dalam penelitian ini adalah peta tata guna lahan tahun 1989 yaitu peta tata guna lahan sebelum Kampus Universitas Islam Indonesia dibangun dan peta tata guna lahan tahun 2003 setelah Kampus Universitas Islam Indonesia dibangun sebagai perbandingan dalam penelitian ini.

Dari hasil pengolahan Peta tata guna lahan dengan menggunakan *software* Geografi Informasi Sistem (GIS) didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.12 Luas Daerah Aliran dan Tata Guna Lahan Sungai Klanduan tahun 1989

| No           | Nama Daerah    | Luas daerah ( M <sup>2</sup> ) | Luas ( km <sup>2</sup> ) |
|--------------|----------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1            | Perkampungan   | 273717,718                     | 0,274                    |
| 2            | Jalan Aspal    | 6750,000                       | 0,007                    |
| 3            | Jalan Tanah    | 155318,826                     | 0,155                    |
| 4            | Jalan Batu     | 7277,797                       | 0,007                    |
| 5            | Sawah          | 1660789,835                    | 1,661                    |
| 6            | Tanah Terbuka  | 23603,235                      | 0,024                    |
| 7            | Tegalan        | 298000,040                     | 0,298                    |
| 8            | Kebun Campuran | 1062215,795                    | 1,062                    |
| 9            | Pekarangan     | 77637,202                      | 0,078                    |
| 10           | Kuburan        | 2812,875                       | 0,003                    |
| <b>Total</b> |                | <b>3568123,323</b>             | <b>3,568</b>             |

Tabel 5.13 Luas Daerah Aliran dan Tata Guna Lahan Sungai Klanduan tahun 2003

| No           | Nama Daerah    | Luas daerah ( M <sup>2</sup> ) | Luas ( km <sup>2</sup> ) |
|--------------|----------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1            | Perkampungan   | 889283,780                     | 0,889                    |
| 2            | Jalan Aspal    | 47629,266                      | 0,048                    |
| 3            | Jalan Tanah    | 179263,154                     | 0,179                    |
| 4            | Jalan Batu     | 51276,205                      | 0,051                    |
| 5            | Sawah          | 1429575,573                    | 1,430                    |
| 6            | Tanah Terbuka  | 45021,514                      | 0,045                    |
| 7            | Tegalan        | 304933,792                     | 0,305                    |
| 8            | Kebun Campuran | 179625,638                     | 0,180                    |
| 9            | Pekarangan     | 429368,794                     | 0,429                    |
| 10           | Kuburan        | 1661,047                       | 0,002                    |
| <b>Total</b> |                | <b>3557638,763</b>             | <b>3,558</b>             |

#### 5.4 Koefisien Penyebaran Hujan ( $\beta$ )

Dengan melihat tabel 3.2 Koefisien penyebaran hujan, maka nilai koefisien penyebaran curah hujan ( $\beta$ ) untuk daerah aliran Sungai Klanduan tahun 2003 dengan luas 3.558 km<sup>2</sup> adalah 1. Sedangkan Koefisien penyebaran curah hujan ( $\beta$ ) untuk daerah aliran sungai Klanduan tahun 1989 dengan luas 3.568 km<sup>2</sup> adalah 1.

### 5.5 Koefisien Limpasan (C)

Jenis kawasan tangkapan untuk daerah aliran Sungai Klanduan tahun 1989 dan tahun 2003 terdiri dari perkampungan, jalan aspal, jalan tanah, jalan batu, sawah, tanah terbuka, tegalan, kebun campuran, kuburan, dan hutan. Koefisien limpasan (C) didapat dengan melihat tabel 3.1 yaitu dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.14 Koefisien Limpasan untuk DAS Klanduan

| No | Jenis Kawasan Tangkapan | Koefisien Limpasan ( C ) |
|----|-------------------------|--------------------------|
| 1  | Perkampungan            | 0,70                     |
| 2  | Jalan aspal             | 0,95                     |
| 3  | Jalan Tanah             | 0,25                     |
| 4  | Jalan Batu              | 0,85                     |
| 5  | Sawah                   | 0,40                     |
| 6  | Tanah Terbuka           | 0,35                     |
| 7  | Tegalan                 | 0,40                     |
| 8  | Kebun Campuran          | 0,40                     |
| 9  | Pekarangan              | 0,35                     |
| 10 | Kuburan                 | 0,25                     |

Koefisien limpasan dihitung dengan rumus :

$$C = \frac{\sum_{j=1}^n C_j A_j}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

Sebagai contoh, koefisien Limpasan Pemukiman :

$$C = \frac{C_j \times A_j}{A_{total}} = \frac{0,7 \times 0,274}{3,568} = 0,0537$$

Tabel 5.15 Koefisien Limpasan Sungai Klanduan tahun 1989

| Jenis Kawasan Tangkapan | Koefisien C | Luas (km <sup>2</sup> ) | C      |
|-------------------------|-------------|-------------------------|--------|
| Perkampungan            | 0,70        | 0,274                   | 0,0537 |
| Jalan aspal             | 0,95        | 0,007                   | 0,0019 |
| Jalan Tanah             | 0,25        | 0,155                   | 0,0109 |
| Jalan Batu              | 0,85        | 0,007                   | 0,0017 |
| Sawah                   | 0,40        | 1,661                   | 0,1862 |
| Tanah Terbuka           | 0,35        | 0,024                   | 0,0024 |
| Tegalan                 | 0,40        | 0,298                   | 0,0334 |
| Kebun Campuran          | 0,40        | 1,062                   | 0,1190 |
| Pekarangan              | 0,35        | 0,078                   | 0,0076 |
| Kuburan                 | 0,25        | 0,003                   | 0,0002 |
| Jumlah                  |             | 3,569                   | 0,4169 |

Tabel 5.16 Koefisien Limpasan Sungai Klanduan tahun 2003

| Jenis Kawasan Tangkapan | Koefisien C | Luas (km <sup>2</sup> ) | C      |
|-------------------------|-------------|-------------------------|--------|
| Perkampungan            | 0,70        | 0,889                   | 0,1749 |
| Jalan Aspal             | 0,95        | 0,048                   | 0,0128 |
| Jalan Tanah             | 0,25        | 0,179                   | 0,0126 |
| Jalan Batu              | 0,85        | 0,051                   | 0,0122 |
| Sawah                   | 0,40        | 1,430                   | 0,1608 |
| Tanah Terbuka           | 0,35        | 0,045                   | 0,0044 |
| Tegalan                 | 0,40        | 0,305                   | 0,0343 |
| Kebun Campuran          | 0,40        | 0,180                   | 0,0202 |
| Pekarangan              | 0,35        | 0,429                   | 0,0422 |
| Kuburan                 | 0,25        | 0,002                   | 0,0001 |
| Jumlah                  |             | 3,558                   | 0,4745 |

## 5.6 Faktor Tampungan (Cs)

### a. Menghitung waktu konsentrasi (tc).

Waktu Konsentrasi ini terdiri dari, waktu aliran air mengalir di permukaan tanah (over flow) yang menuju saluran terdekat (tcs) ditambah dengan waktu aliran air mengalir di dalam sungai hingga ke outlet (tcc).

tcs dipengaruhi banyak faktor diantaranya adalah jarak tempuh aliran, kemiringan muka tanah, lekukan tanah, lapis penutup tanah, intensitas hujan dan

infiltrasi tanah. Umumnya semakin tinggi intensitas hujan semakin pendek waktu tcs. Beberapa peneliti mengusulkan nilai tcs antara 10 hingga 30 menit.

#### 1. Daerah Aliran Sungai Klanduan Tahun 1989.

Panjang Sungai Klanduan (L) = 6484,936 m = 6,484 km

Karena sungai Klanduan memiliki kemiringan yang tidak merata, maka sungai Klanduan dibagi menjadi 4 segmen kemiringan.

Tabel 5.17 Tinggi persegmen Sungai Klanduan Tahun 1989

|                        | Segmen 1 | Segmen 2 | Segmen 3 | Segmen 4 |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Tinggi Hulu            | 487,500  | 443,750  | 343,750  | 300,000  |
| Tinggi Hilir           | 443,750  | 343,750  | 300,000  | 281,250  |
| Selisih ( $\Delta H$ ) | 43,750   | 100,000  | 43,750   | 18,750   |

Nilai tcs diasumsikan sebagai berikut :

$$tcs_1 = 12 \text{ menit}$$

$$tcs_2 = 12 \text{ menit}$$

$$tcs_3 = 12 \text{ menit}$$

$$tcs_4 = 10 \text{ menit}$$

Sebagai contoh pada segmen 1 :

$$tc = \left[ \frac{0,87L^3}{\Delta H} \right]^{0,385}$$

$$tc_1 = \left[ \frac{0,87(0,977)^3}{43,750} \right]^{0,385} = 0,215 \text{ Jam}$$

$$tcc = tc_1 - tcs_1 = 0,215 - 0,2 = 0,015 \text{ jam} = 0,9 \text{ menit}$$



Tabel 5.18 Perhitungan segmen Sungai Klanduan Tahun 1989

| segmen | $\Delta H$ | L(Km) | tc    | tc-tcs |
|--------|------------|-------|-------|--------|
| 1.     | 43,750     | 0,977 | 0,215 | 0,015  |
| 2.     | 100,000    | 3,179 | 0,612 | 0,412  |
| 3.     | 43,750     | 1,375 | 0,320 | 0,120  |
| 4.     | 18,750     | 0,953 | 0,290 | 0,123  |

$$\begin{aligned}
 tc_{\text{total}} &= tc_1 + tc_2 + tc_3 + tc_4 \\
 &= 0,015 + 0,412 + 0,120 + 0,123 = 0,671 \text{ jam} = 40.2 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

## 2. Daerah Aliaran Sungai Klanduan Tahun 2003

Panjang Sungai Pelang (L) = 6611,295 m = 6,611 km

- Karena sungai Klanduan memiliki kemiringan yang tidak merata, maka sungai Klanduan dibagi menjadi 4 segmen kemiringan.

Kemiringan sungai rata-rata :

Tabel 5.19 Tinggi persegmen Sungai Klanduan Tahun 2003

|                        | Segmen 1 | Segmen 2 | Segmen 3 | Segmen 4 |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Tinggi Hulu            | 491.250  | 450.500  | 358.000  | 310.250  |
| Tinggi Hilir           | 450.500  | 358.000  | 310.250  | 289.000  |
| Selisih ( $\Delta H$ ) | 40.750   | 92.500   | 47.750   | 21.250   |

Nilai tcs diasumsikan sebagai berikut :

$$tcs_1 = 10 \text{ menit}$$

$$tcs_2 = 10 \text{ menit}$$

$$tcs_3 = 12 \text{ menit}$$

$$tcs_4 = 10 \text{ menit}$$

Sebagai contoh pada segmen I :

$$tc = \left[ \frac{0,87L^3}{\Delta H} \right]^{0,385}$$

$$tc_1 = \left[ \frac{0,87(0,996)^3}{40,750} \right]^{0,385} = 0,226 \text{ Jam}$$

$$tcc = tc_1 - tcs_1 = 0,226 - 0,1667 = 0,060 \text{ jam} = 3,6 \text{ menit}$$

$$tc_{\text{total}} = tc_1 + tc_2 + tc_3 + tc_4$$

$$= 0,060 + 0,472 + 0,118 + 0,122 = 0,772 \text{ jam} = 46,32 \text{ menit}$$

Tabel 5.20 Perhitungan segmen Sungai Klanduan Tahun 2003

| segmen | $\Delta H$ | L(Km) | tc    | tc-tcs |
|--------|------------|-------|-------|--------|
| 1      | 40.750     | 0.996 | 0.226 | 0.060  |
| 2      | 92.500     | 3.215 | 0.639 | 0.472  |
| 3      | 47.750     | 1.410 | 0.318 | 0.118  |
| 4      | 21.250     | 0.990 | 0.289 | 0.122  |

**b Menghitung waktu aliran (tcc).**

Waktu aliran air dari hulu sungai menuju outlet dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$tc = tcs + tcc$$

$$tcc = tc - tcs$$

Nilai tcs merupakan titik terjauh dari sistim DAS menuju sungai Klanduan diasumsikan 10 menit.

1. Daerah Aliran Sungai Klanduan Tahun 1989.

Nilai tcc adalah :

$$tcc = tc - tcs$$

$$tcc = 40,2 - 10 = 30,2 \text{ menit}$$

2. Daerah Aliaran Sungai Klanduan Tahun 2003

Nilai tcc adalah :

$$t_{ce} = t_c - t_{cs}$$

$$t_{ce} = 46,32 - 10 = 36,32 \text{ menit}$$

Faktor tampungan (Cs) untuk daerah aliran Sungai Klanduan tahun 1989 adalah:

$$\left| CS = \frac{2t_c}{2t_c + t_{ce}} \right|$$

$$\left| CS = \frac{2(40,2)}{2(40,2) + 30,2} \right| = 0,7269$$

Faktor tampungan (Cs) untuk daerah aliran Sungai Klanduan tahun 2003 adalah:

$$\left| CS = \frac{2t_c}{2t_c + t_{ce}} \right|$$

$$\left| CS = \frac{2(46,32)}{2(46,32) + 36,32} \right| = 0,7183$$

## 5.7 Menghitung Besar Aliran Limpasan Permukaan (Q)

### 5.7.1 Daerah Aliran Sungai Klanduan tahun 1989

1. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 2 tahunan.

$$Q = C \times C_s \times \beta \times I \times A$$

Untuk  $t = 40,2$

$$Q = 0,4169 \times 0,7269 \times 1 \times 84,732 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3568123,323 = 25,450 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t = 60$

$$Q = 0,4169 \times 0,7269 \times 1 \times 58,601 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3568123,323 = 17,601 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t = 120$

$$Q = 0,4169 \times 0,7269 \times 1 \times 30,292 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3568123,323 = 9,098 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t = 180$

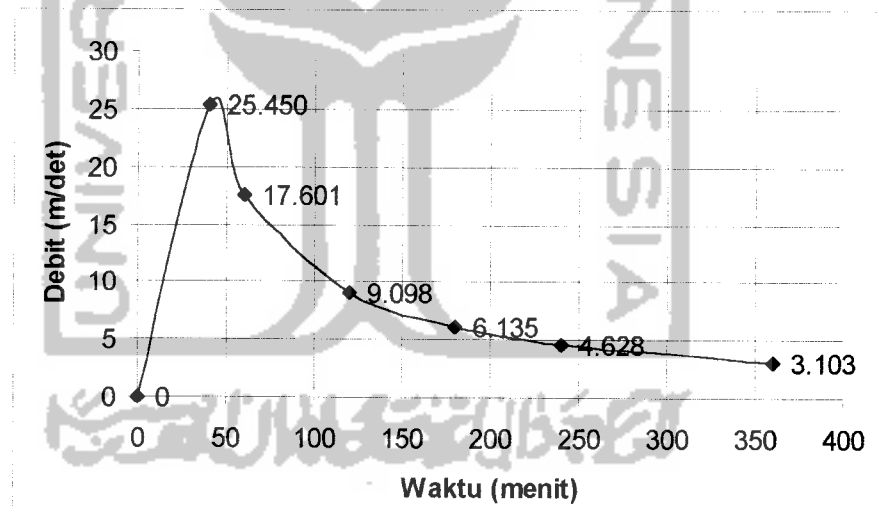
$$Q = 0,4169 \times 0,7269 \times 1 \times 20,425 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3568123,323 = 6,135 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t = 240$

$$Q = 0,4169 \times 0,7269 \times 1 \times 15,406 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 356812,323 = 4,628 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t = 360$

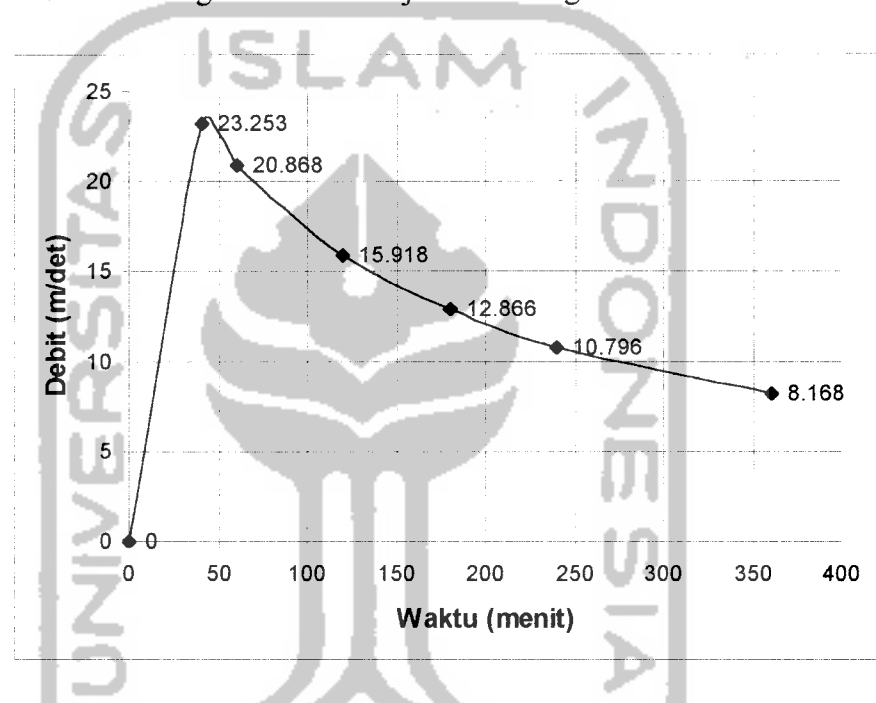
$$Q = 0,4169 \times 0,7269 \times 1 \times 10,330 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3568123,323 = 3,103 \text{ m}^3/\text{det}$$



Grafik 5.8 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 2 Tahunan

## 2. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 5 tahunan.

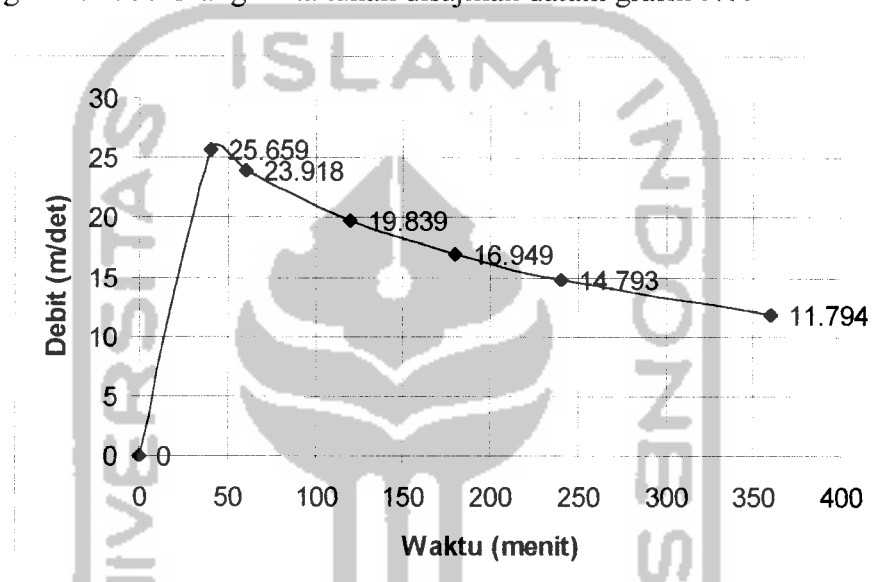
Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 5 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.1 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan periode ulang 5 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 5 tahunan disajikan dalam grafik 5.9



Grafik 5.9 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 5 Tahunan

### 3. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 10 tahunan.

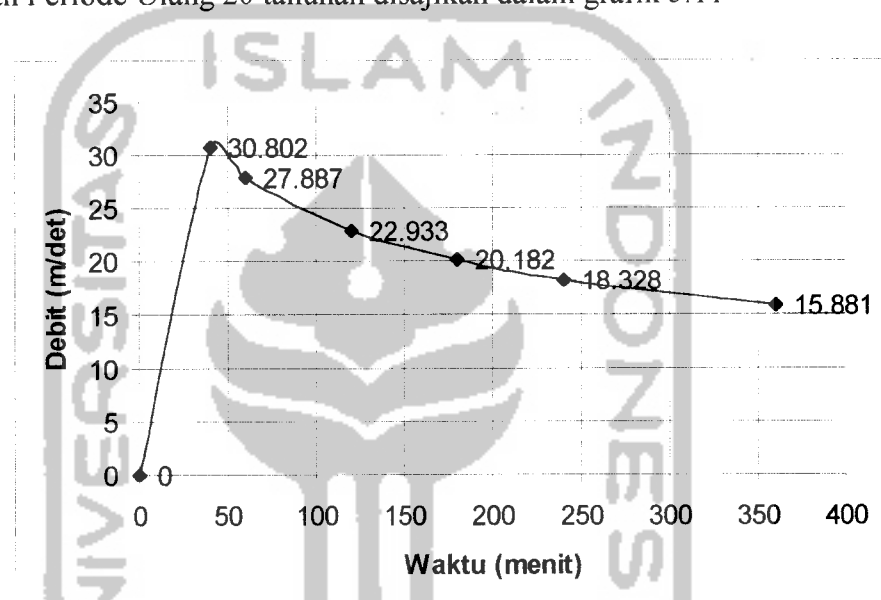
Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 10 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.1 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 10 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 10 tahunan disajikan dalam grafik 5.10



Grafik 5.10 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 10 Tahunan

#### 4. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 20 tahunan.

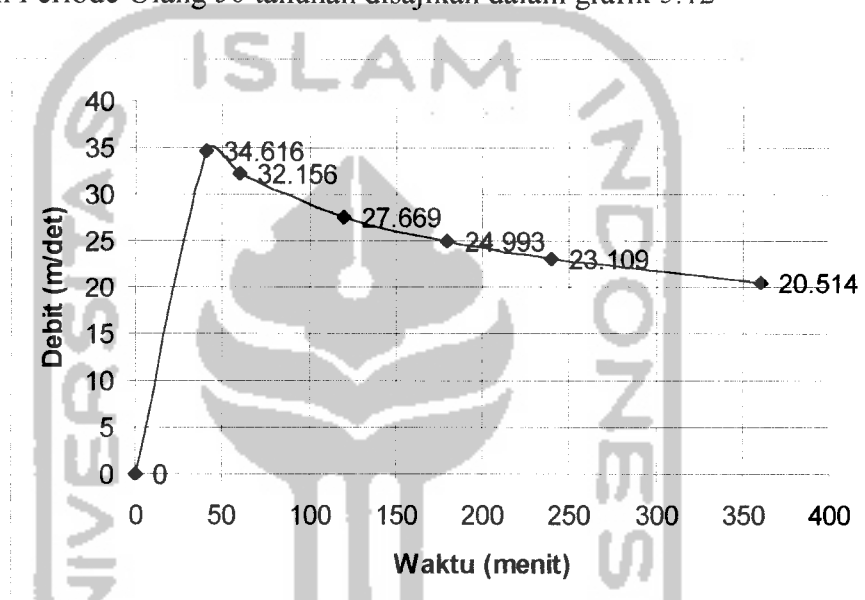
Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 20 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.1 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 20 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 9. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 20 tahunan disajikan dalam grafik 5.11



Grafik 5.11 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 20 Tahunan

### 5. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 50 tahunan.

Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 50 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.1 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 50 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 10. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 50 tahunan disajikan dalam grafik 5.12

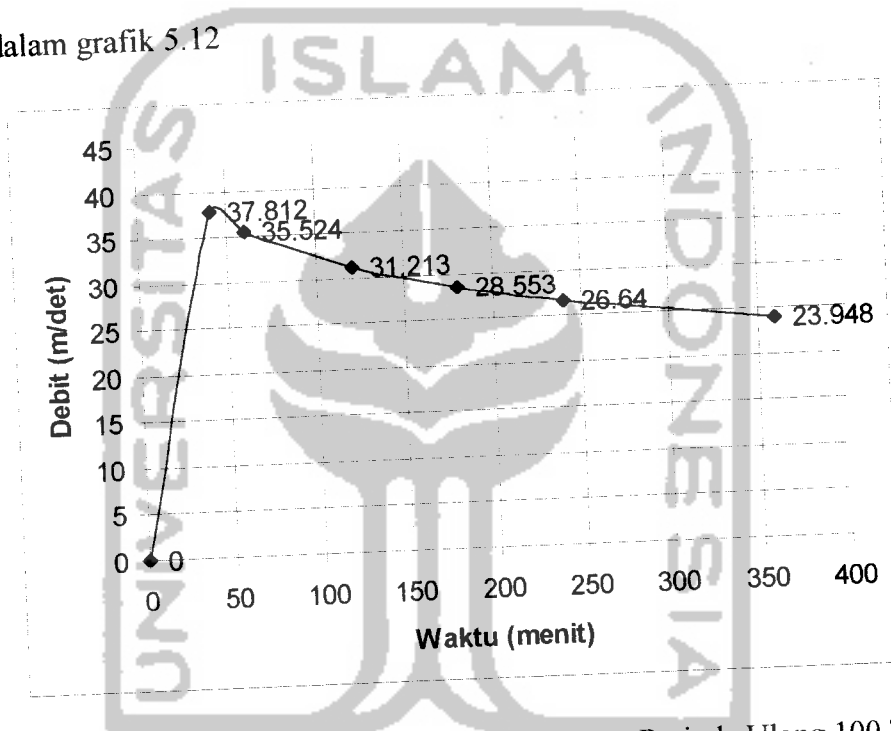


Grafik 5.12 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 50 Tahunan



6. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 100 tahunan.

Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 100 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.1 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 100 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 100 tahunan disajikan dalam grafik 5.12



Grafik 5.13 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 100 Tahunan

Tabel 5.21 Besar Air Limpasan Permukaan DAS Klanduan tahun 1989

| t ( menit ) | Besar Air Limpasan Permukaan DAS Klanduan 1989 ( Q ) ( m³/det ) |           |            |            |            |             |
|-------------|---|-----------|------------|------------|------------|-------------|
|             | 2 tahunan   | 5 tahunan | 10 tahunan | 20 tahunan | 50 tahunan | 100 tahunan |
| 40,2        | 25,450  | 23,253    | 25,659     | 30,802     | 34,616     | 37,812      |
| 60          | 17,601  | 20,868    | 23,918     | 27,887     | 32,156     | 35,524      |
| 120         | 9,098   | 15,918    | 19,839     | 22,933     | 27,669     | 31,213      |
| 180         | 6,135   | 12,866    | 16,949     | 20,182     | 24,993     | 28,553      |
| 240         | 4,628   | 10,796    | 14,793     | 18,328     | 23,109     | 26,640      |
| 360         | 3,103   | 8,168     | 11,794     | 15,881     | 20,514     | 23,948      |

### 5.7.2 Daerah Aliran Sungai Klanduan tahun 2003

1. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 2 tahunan.

$$Q = C \times C_s \times \beta \times I \times A$$

Untuk  $t_{=46,32}$

$$Q = 0,4745 \times 0,7183 \times 1 \times 74,468 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3557638,763 = 25,082 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t_{=60}$

$$Q = 0,4745 \times 0,7183 \times 1 \times 58,601 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3557638,763 = 19,738 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t_{=120}$

$$Q = 0,4745 \times 0,7183 \times 1 \times 30,292 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3557638,763 = 10,203 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t_{=180}$

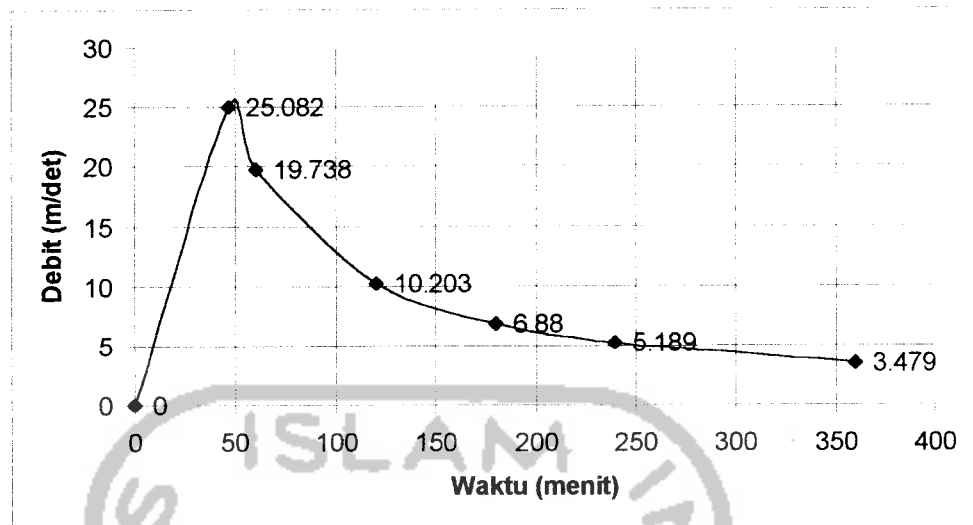
$$Q = 0,4745 \times 0,7183 \times 1 \times 20,425 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3557638,763 = 6,880 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t_{=240}$

$$Q = 0,4745 \times 0,7183 \times 1 \times 15,406 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3557638,763 = 5,189 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk  $t_{=360}$

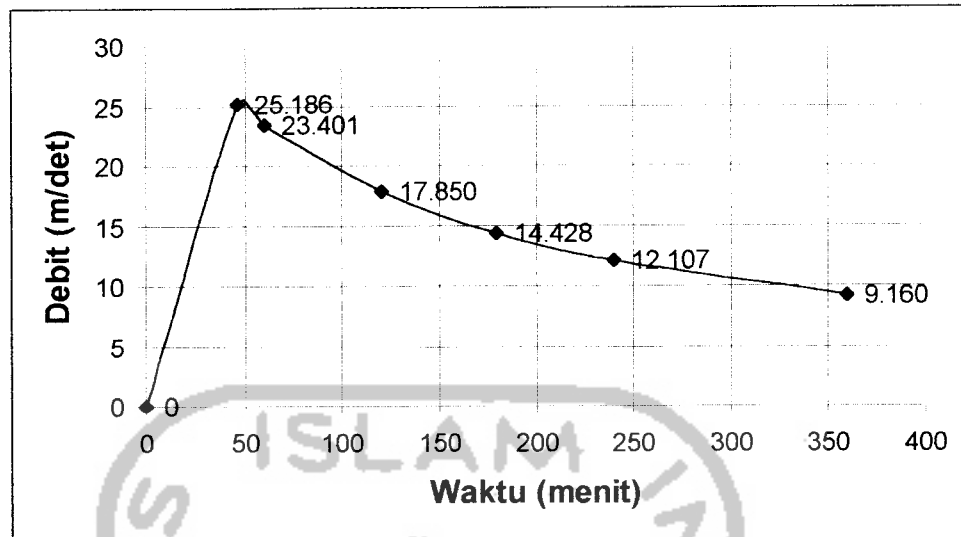
$$Q = 0,4745 \times 0,7183 \times 1 \times 10,330 \left( \frac{0,001}{3600} \right) \times 3557638,763 = 3,479 \text{ m}^3/\text{det}$$



Grafik 5.14 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 2 Tahunan

2. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 5 tahunan.

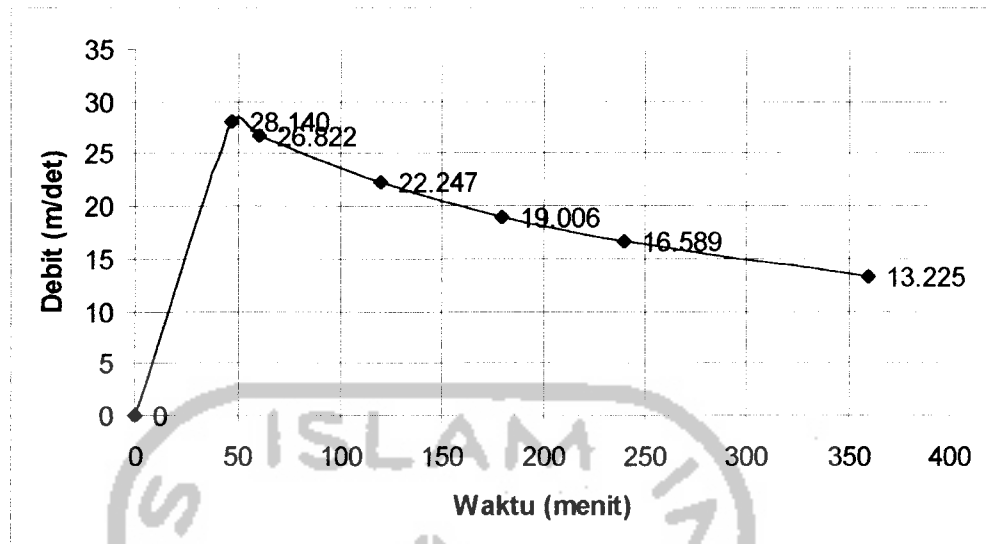
Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 5 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.2 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 5 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 12. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 5 tahunan disajikan dalam grafik 5.14



Grafik 5.15 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 5 Tahunan

### 3. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 10 tahunan.

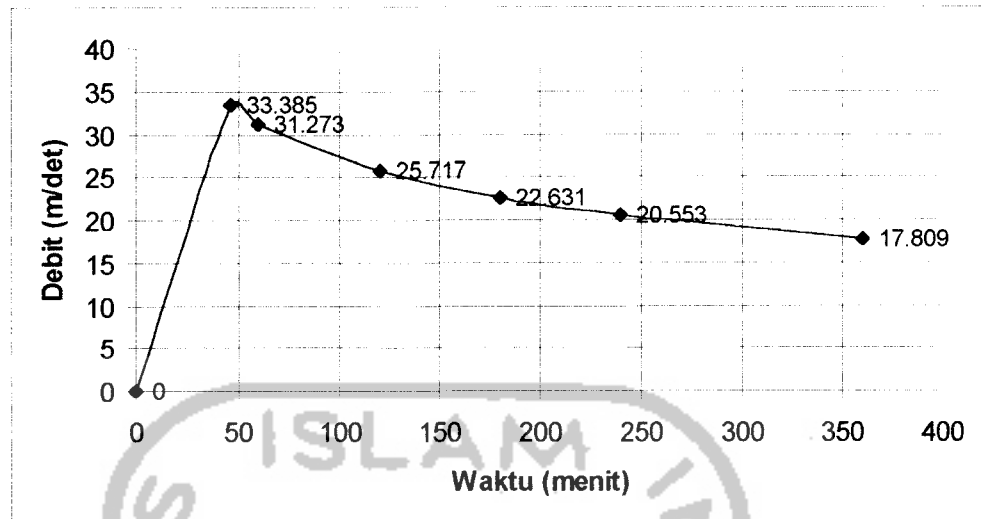
Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 10 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.2 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 10 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 13. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 10 tahunan disajikan dalam grafik 5.16



Grafik 5.16 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 10 Tahunan

#### 4. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 20 tahunan.

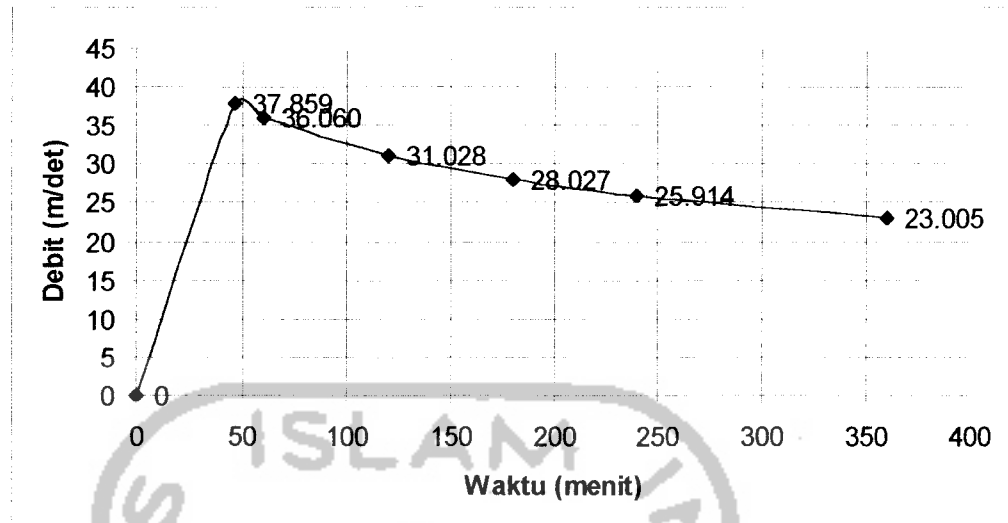
Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 20 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.2 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 20 tahunan selengkapanya dapat dilihat pada lampiran 14. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 20 tahunan disajikan dalam grafik 5.17



Grafik 5.17 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 20 Tahunan

5. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 50 tahunan.

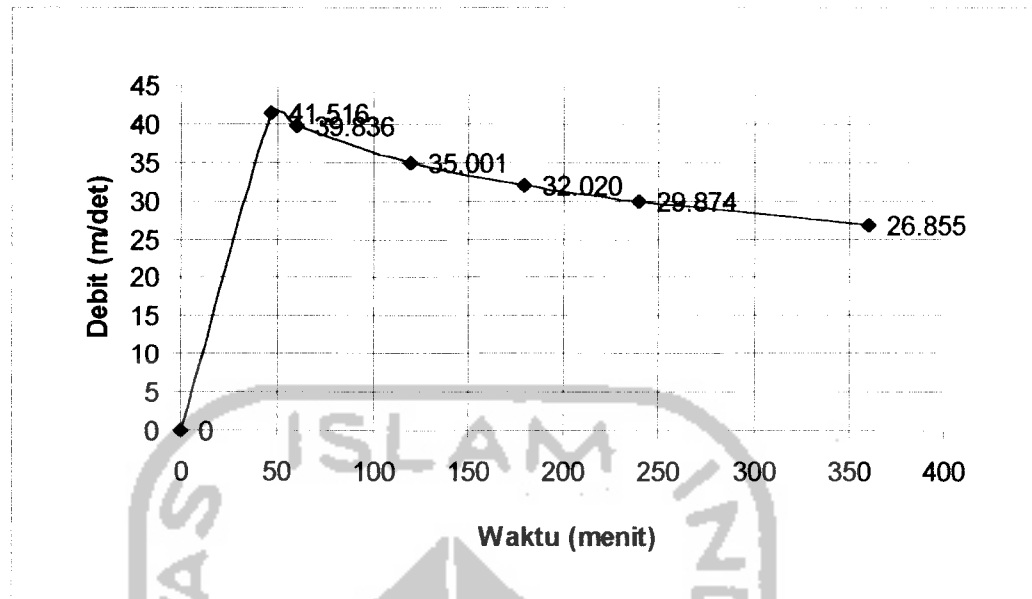
Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 50 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.2 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 50 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 15. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 50 tahunan disajikan dalam grafik 5.18



Grafik 5.18 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 50 Tahunan

6. Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 100 tahunan.

Besar aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 100 tahunan dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan poin 5.7.2 Hasil perhitungan aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 100 tahunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 16. Grafik aliran limpasan permukaan dengan Periode Ulang 100 tahunan disajikan dalam grafik 5.19



Grafik 5.19 Hidrograf Aliran Limpasan Permukaan Periode Ulang 100 Tahunan

Tabel 5.22 Besar Air Limpasan Permukaan DAS Klanduan tahun 2003

| t ( menit ) | Besar Air Limpasan Permukaan DAS Klanduan 2003 ( Q ) (m³/det) |           |            |            |            |             |
|-------------|---|-----------|------------|------------|------------|-------------|
|             | 2 tahunan   | 5 tahunan | 10 tahunan | 20 tahunan | 50 tahunan | 100 tahunan |
| 46,32       | 25,082  | 25,185    | 28,140     | 33,385     | 37,859     | 41,516      |
| 60          | 19,738  | 23,401    | 26,822     | 31,273     | 36,060     | 39,836      |
| 120         | 10,203  | 17,850    | 22,247     | 25,717     | 31,028     | 35,001      |
| 180         | 6,880   | 14,428    | 19,006     | 22,631     | 28,027     | 32,020      |
| 240         | 5,189   | 12,107    | 16,589     | 20,553     | 25,914     | 29,874      |
| 360         | 3,479   | 9,160     | 13,225     | 17,809     | 23,005     | 26,855      |



### **5.8 Perbandingan DAS Sungai Klanduan**

Dari hitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil besar air limpasan permukaan DAS Klanduan, perbandingan yang didapatkan dari besar air limpasan permukaan DAS Klanduan tahun 1989 dan 2003 adalah didapatkan kenaikan besar air limpasan permukaan pada tahun 2003 dibandingkan pada tahun 1989. Hal ini dapat disebabkan oleh bertambahnya bangunan didaerah sekitar penelitian yang mengakibatkan air yang jatuh kepermukaan langsung mengalir ke sungai.



## 5.9 Analisis Frekuensi Banjir Metode Mononobo

### 5.9.1 Perhitungan Parameter Statistik

Tabel 5.23 Data Intensitas Hujan Tertinggi Tiap Tahun pada Stasiun Kemput

| No | Tanggal          | I (mm/hari) | Selama(jam) |
|----|------------------|-------------|-------------|
| 1  | 3 Oktober 1996   | 114,5       | 7           |
| 2  | 30 Oktober 1998  | 125         | 4           |
| 3  | 6 Maret 1999     | 121,5       | 4           |
| 4  | 22 November 2000 | 200         | 4           |

- Perhitungan Probabilitas curah hujan harian :

#### 1. Standar deviasi

Tabel 5.24 Standar Deviasi Curah hujan maksimum

| X              | $\bar{X}$ | $(X - \bar{X})$ | $(X - \bar{X})^2$                 | S (mm/hari) |
|----------------|-----------|-----------------|-----------------------------------|-------------|
| 114,5          | 140,25    | -25,75          | 663,063                           |             |
| 125            | 140,25    | -15,25          | 232,563                           |             |
| 121,5          | 140,25    | -18,75          | 351,563                           |             |
| 200            | 140,25    | 59,75           | 3570,063                          |             |
| $\sum X = 561$ |           |                 | $\sum (X - \bar{X})^2 = 4817,252$ | 40,072      |

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{4} = \frac{561}{4} = 140,25 \text{ mm/hari}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{4817,250}{3}} = 40,072 \text{ mm/hari}$$

#### 2 Menghitung Koefisien pengembangan udara

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{3,14} 40,072 = 31,259 \text{ mm/hari}$$

3 Menghitung jenis – jenis sebaran ( U )

$$U = \bar{X} - 0,5772 \times \alpha$$

$$U = 140,25 - (0,5772 \times 31,259) = 122,207 \text{ mm/hari}$$

4 Hubungan antara probabilitas dengan periode ulang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Y_t = -\ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Sebagai contoh untuk periode ulang 2 tahun. t untuk 2 tahun.

$$Y_{t=2} = -\ln ( \ln 2 ) = 0,367$$

Probabilitas periode ulang tiap t tahun didapat :

$$t = 5 \quad ; \quad Y_{t=5} = 1,500$$

$$t = 10 \quad ; \quad Y_{t=10} = 2,250$$

$$t = 20 \quad ; \quad Y_{t=20} = 2,970$$

$$t = 50 \quad ; \quad Y_{t=50} = 3,902$$

$$t = 100 \quad ; \quad Y_{t=100} = 4,600$$

5 Menghitung Intensitas hujan dengan periode ulang t tahun (  $X_T$  )

$$X_T = U + \alpha \times Y_t$$

$$X_{T=2} = 122,207 + (31,259 \times 0,367) = 133,679 \text{ mm/hari}$$

$$X_{T=5} = 122,207 + (31,259 \times 1,500) = 169,095 \text{ mm/hari}$$

$$X_{T=10} = 122,207 + (31,259 \times 2,250) = 192,539 \text{ mm/hari}$$

$$X_{T=20} = 122,207 + (31,259 \times 2,970) = 215,046 \text{ mm/hari}$$

$$X_{T=50} = 122,207 + (31,259 \times 3,902) = 244,179 \text{ mm/hari}$$

$$X_{T=100} = 122,207 + (31,259 \times 4,600) = 265,998 \text{ mm/hari}$$

## 5.9.2 Perhitungan Parameter Daerah Aliran Sungai

- Kemiringan Sungai

### 1. DAS Klanduan 1989

Panjang Sungai Klanduan dibagi menjadi 4 segmen kemiringan :

Tabel 5.25 kemiringan DAS Klanduan 1989

| Segmen | $\Delta H$ | L ( m )  | $i$   |
|--------|------------|----------|-------|
| 1      | 43,75      | 977,049  | 0,045 |
| 2      | 100        | 3179,311 | 0,031 |
| 3      | 43,75      | 1374,936 | 0,032 |
| 4      | 18,75      | 952,769  | 0,020 |

Contoh pada segmen 1 sebagai berikut :

$$i = \frac{\Delta H}{L}$$

$$= \frac{43,750}{977,0493} = 0,045$$

### 2. DAS Klanduan 2003

Tabel 5.26 kemiringan DAS Klanduan 2003

| Segmen | $\Delta H$ | L ( m ) | $i$   |
|--------|------------|---------|-------|
| 1      | 40,75      | 995,52  | 0,041 |
| 2      | 92,5       | 3215,43 | 0,029 |
| 3      | 47,75      | 1409,93 | 0,034 |
| 4      | 21,25      | 990,415 | 0,021 |

Contoh pada segmen 1 sebagai berikut :

$$i = \frac{\Delta H}{L}$$

$$= \frac{4075}{995,52} = 0,041$$

- . Koefisien aliran (C)

1. DAS Klanduan 1989

Dari Tabel 5.15 (Halaman 74) nilai  $\alpha = 0,4169$

2. DAS Klanduan 2003

Dari Tabel 5.16 (Halaman 74) nilai  $\alpha = 0,4745$

- Koefisien reduksi ( $\beta_1$ )

1. DAS Klanduan 1989

Diambil berdasarkan luas DAS Klanduan tahun 1989 dengan luas 3,568 km<sup>2</sup>, maka  $\beta_1 = 1$ . Pada Tabel 3.2 koefisien penyebaan hujan.

2. DAS Klanduan 2003

Diambil berdasarkan luas DAS Klanduan tahun 2003 dengan luas 3,558 km<sup>2</sup>, maka  $\beta_1 = 1$ . Pada Tabel 3.2 koefisien penyebaan hujan

### 5.9.3 Perhitungan Analisis Frekuensi Debit Banjir

Tahap Perhitungan Tahun 1989

#### 1. Menghitung Kecepatan Aliran

Tabel 5.27 Kecepatan Aliran Sungai Klanduan 1989

| Segmen | i     | V(km/jam) |
|--------|-------|-----------|
| 1      | 0,045 | 11,201    |
| 2      | 0,031 | 8,957     |
| 3      | 0,032 | 9,129     |
| 4      | 0,02  | 6,886     |

Contoh Perhitungan segmen I :

$$\begin{aligned}
 V &= 72.(i)^{0,6} \\
 &= 72 \times (0,045)^{0,6} = 11,201 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

#### 2. Menghitung Waktu Konsentrasi

Tabel 5.28 Waktu Konsentrasi DAS Klanduan 1989

| Segmen | L(km <sup>2</sup> ) | V(km/jam) | t(jam) |
|--------|---------------------|-----------|--------|
| 1      | 0,977               | 11,201    | 0,087  |
| 2      | 3,179               | 8,957     | 0,355  |
| 3      | 1,374               | 9,129     | 0,151  |
| 4      | 0,952               | 6,886     | 0,138  |

Contoh Perhitungan segmen I :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{L}{V} \\
 &= \frac{0,977}{11,201} = 0,087 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

### 3. Menghitung Intensitas Hujan ( I )

Tabel 5.29 Perhitungan Intensitas Hujan

| Periode Tahun | R <sub>24</sub> (mm/hari) | t(jam) | I(mm/jam) |
|---------------|---------------------------|--------|-----------|
| 2             | 133,679                   | 0,087  | 235,154   |
| 5             | 169,095                   | 0,087  | 297,454   |
| 10            | 192,539                   | 0,087  | 338,695   |
| 20            | 215,046                   | 0,087  | 378,287   |
| 50            | 244,179                   | 0,087  | 429,534   |
| 100           | 265,998                   | 0,087  | 467,916   |

Contoh pada periode ulang 2 Tahun :

$$\begin{aligned}
 I_{2\text{Tahun}} &= \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2,3} \\
 &= \frac{133,679}{24} \times \left( \frac{24}{0,087} \right)^{2,3} = 235,154 \text{ mm / jam}
 \end{aligned}$$

### 4. Menghitung Debit Banjir

Tabel 5.30 Perhitungan Debit Banjir

| Periode tahun | I(mm/jam) | C      | A(km <sup>2</sup> ) | Q(m <sup>3</sup> /det) |
|---------------|-----------|--------|---------------------|------------------------|
| 2             | 235,154   | 0,4169 | 0,725               | 19,743                 |
| 5             | 297,454   | 0,4169 | 0,725               | 24,974                 |
| 10            | 338,695   | 0,4169 | 0,725               | 28,436                 |
| 20            | 378,287   | 0,4169 | 0,725               | 31,761                 |
| 50            | 429,534   | 0,4169 | 0,725               | 36,063                 |
| 100           | 467,916   | 0,4169 | 0,725               | 39,286                 |

Contoh pada periode ulang 2 Tahun :

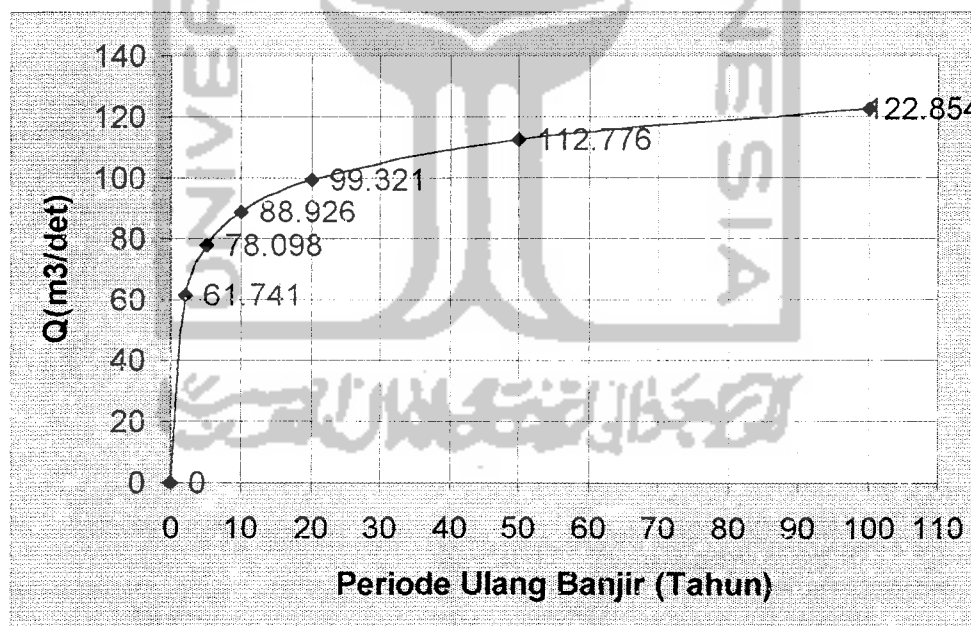
$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} . C . I . A \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,4169 \times 235,154 \times 0,275 = 19,743 \text{ m}^3 / \text{det}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Menggunakan Metode Mononobo

Pada perhitungan metoda mononobo segmen I,II,III, dan IV memiliki langkah penyelesaian yang sama dengan poin 5.8.3 hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada lampiran 17. Hasil DAS Klanduan Tahun 1989 yang telah dihitung menggunakan metode tersebut ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5.31 hasil hitungan metoda mononobo segmen I,II, III, dan IV Periode 1989

| Periode tahun | QI(m <sup>3</sup> /det) | QII(m <sup>3</sup> /det) | QIII(m <sup>3</sup> /det) | QIV(m <sup>3</sup> /det) | QTot(m <sup>3</sup> /det) |
|---------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 2             | 19,743                  | 15,948                   | 15,996                    | 10,054                   | 61,741                    |
| 5             | 24,974                  | 20,173                   | 20,233                    | 12,718                   | 78,098                    |
| 10            | 28,436                  | 22,970                   | 23,039                    | 14,481                   | 88,926                    |
| 20            | 31,761                  | 25,655                   | 25,732                    | 16,174                   | 99,321                    |
| 50            | 36,063                  | 29,130                   | 29,218                    | 18,365                   | 112,776                   |
| 100           | 39,286                  | 31,733                   | 31,828                    | 20,006                   | 122,854                   |



Grafik 5.20 Grafik Debit maksimum Mononobo DAS Klanduan Tahun 1989



## Tahap Perhitungan Tahun 2003

## 1. Menghitung Kecepatan Aliran

kemiringan DAS Klanduan 2003

Tabel 5.32 kemiringan DAS Klanduan 2003

| Segmen | i     | V(km/jam) |
|--------|-------|-----------|
| 1      | 0,041 | 10,593    |
| 2      | 0,029 | 8,605     |
| 3      | 0,034 | 9,467     |
| 4      | 0,021 | 7,090     |

Contoh Perhitungan segmen I :

$$V = 72 \cdot (i)^{0,6}$$

$$= 72 \times (0,041)^{0,6} = 10,593 \text{ km/jam}$$

## 2. Menghitung Waktu Konsentrasi

Tabel 5.33 Waktu Konsentrasi DAS Klanduan 2003

| Segmen | L(km <sup>2</sup> ) | V(km/jam) | t(jam) |
|--------|---------------------|-----------|--------|
| 1      | 0,995               | 10,593    | 0,094  |
| 2      | 3,215               | 8,605     | 0,374  |
| 3      | 1,409               | 9,467     | 0,149  |
| 4      | 0,99                | 7,090     | 0,140  |

Contoh Perhitungan segmen I :

$$t = \frac{L}{V}$$

$$= \frac{0,995}{10,593} = 0,094 \text{ jam}$$

## 3. Menghitung Intensitas Hujan ( I )

Tabel 5.34 Perhitungan Intensitas Hujan

| Periode tahun | R <sub>24</sub> (mm/hari) | t(jam) | I(mm/jam) |
|---------------|---------------------------|--------|-----------|
| 2             | 133,679                   | 0,094  | 223,342   |
| 5             | 169,095                   | 0,094  | 282,512   |
| 10            | 192,539                   | 0,094  | 321,681   |
| 20            | 215,046                   | 0,094  | 359,284   |
| 50            | 244,179                   | 0,094  | 407,957   |
| 100           | 265,998                   | 0,094  | 444,411   |

Contoh pada periode ulang 2 Tahun :

$$\begin{aligned}
 I_{2\text{Tahun}} &= \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{133,679}{24} \times \left( \frac{24}{0,094} \right)^{2/3} = 223,342 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

## 4. Menghitung Debit Banjir

Tabel 5.35 Perhitungan Debit Banjir

| Periode tahun | I(mm/jam) | C      | A(km <sup>2</sup> ) | Q(m <sup>3</sup> /det) |
|---------------|-----------|--------|---------------------|------------------------|
| 2             | 223,342   | 0,4745 | 0,722               | 21,254                 |
| 5             | 282,512   | 0,4745 | 0,722               | 26,885                 |
| 10            | 321,681   | 0,4745 | 0,722               | 30,612                 |
| 20            | 359,284   | 0,4745 | 0,722               | 34,191                 |
| 50            | 407,957   | 0,4745 | 0,722               | 38,823                 |
| 100           | 444,411   | 0,4745 | 0,722               | 42,292                 |

Contoh pada periode ulang 2 Tahun :

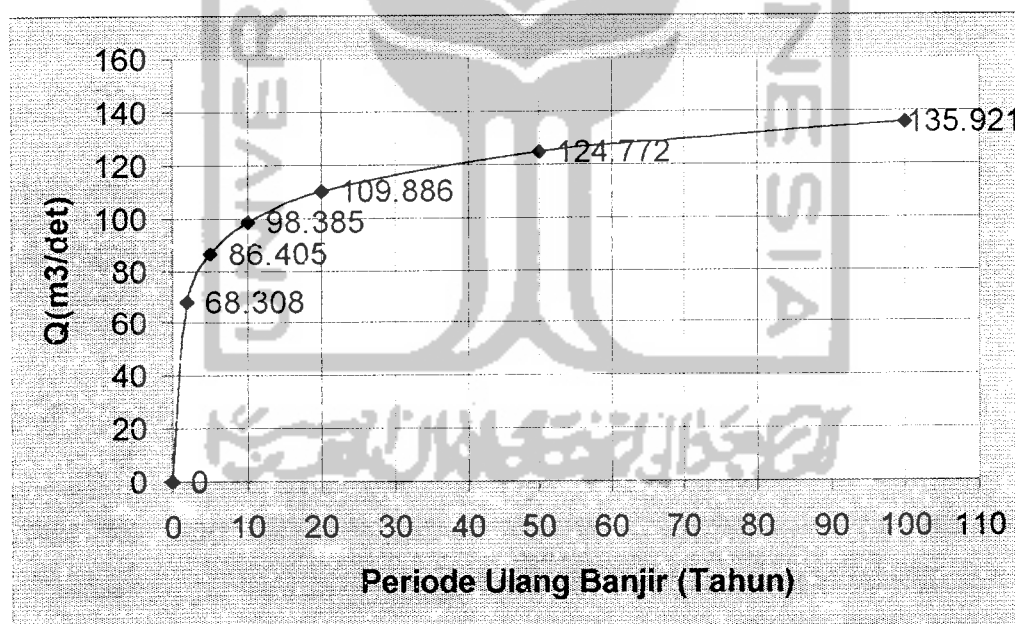
$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,4745 \times 223,342 \times 0,722 = 21,254 \text{ m}^3 / \text{det}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Menggunakan Metode Mononobo

Pada perhitungan metoda mononobo segmen I,II,III, dan IV memiliki langkah penyelesaian yang sama dengan poin 5.8.3 hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada lampiran 17. Hasil DAS Klanduan Tahun 2003 yang telah dihitung menggunakan metode tersebut ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5.36 hasil hitungan metoda mononobo segmen I,II, III, dan IV Periode 2003

| Periode tahun | QI(m <sup>3</sup> /det) | QII(m <sup>3</sup> /det) | QIII(m <sup>3</sup> /det) | QIV(m <sup>3</sup> /det) | QTot(m <sup>3</sup> /det) |
|---------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 2             | 21,254                  | 17,485                   | 18,303                    | 11,266                   | 68,308                    |
| 5             | 26,885                  | 22,117                   | 23,152                    | 14,251                   | 86,405                    |
| 10            | 30,612                  | 25,183                   | 26,362                    | 16,227                   | 98,385                    |
| 20            | 34,191                  | 28,127                   | 29,443                    | 18,124                   | 109,886                   |
| 50            | 38,823                  | 31,938                   | 33,432                    | 20,579                   | 124,772                   |
| 100           | 42,292                  | 34,792                   | 36,420                    | 22,418                   | 135,921                   |



Grafik 5.21 Grafik Debit maksimum DAS Klanduan Tahun 2003