

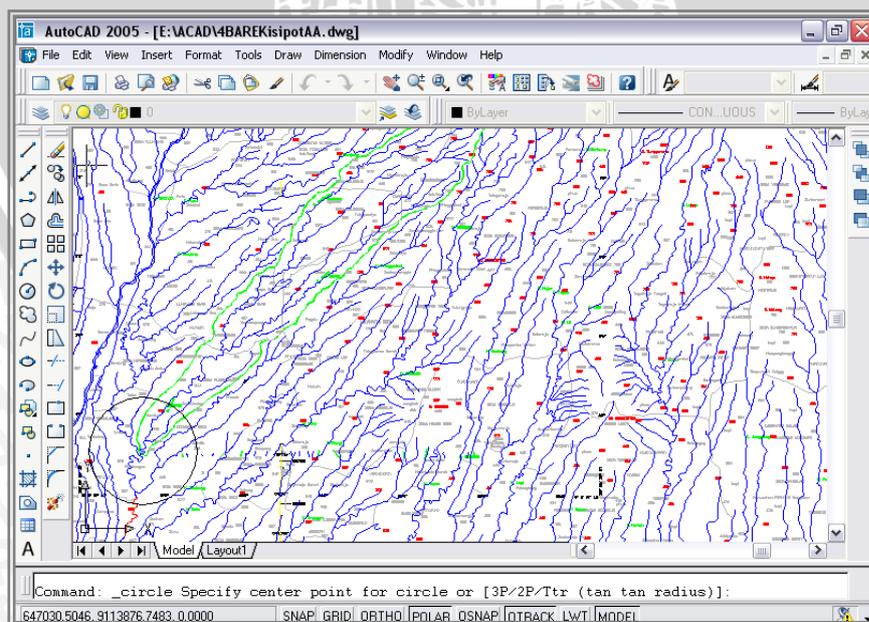
## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Penentuan Batas DAS

Studi erosi pada sebuah DAS, diawali dengan identifikasi wilayah yang akan dikaji, baik berdasarkan batas administrasi atau berdasarkan Daerah Aliran Sungai (DAS). Dalam studi ini, batasan wilayah yang dikaji menggunakan konsep daerah aliran sungai, karena segala peristiwa yang berhubungan dengan erosi berlangsung menurut batas-batas daerah aliran sungai, sehingga sangat diperlukan untuk menentukan batas DAS sebagai batas wilayah kajian.

Penentuan batas DAS pada studi ini menggunakan bantuan software *ArcView GIS 3.2*. Dalam menentukan batas DAS pada *ArcView GIS 3.2* dibutuhkan beberapa *extension* sebagai alat bantu antara lain *GeoProcessing Wizard*, *Spatial Analyst*, *Hydrologic Modelling*, *3D Analyst*, *Xtools* dan *AVSWAT 2000*. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penggambaran batas DAS :

1. Mempersiapkan peta topografi digital dengan skala 1:25.000 dari BAKOSURTANAL Tahun 2000 yang meliputi wilayah MDM Berek Kisi. Peta ini terdiri dari 4 *sheet* peta dengan indeks 1508-321 Krisik, 1508-322 Banjarejo, 1508-643 Wlingi dan 1508-644 Wonosari. Format *file* dalam program autocad (\*.dwg) ditunjukkan pada gambar berikut :

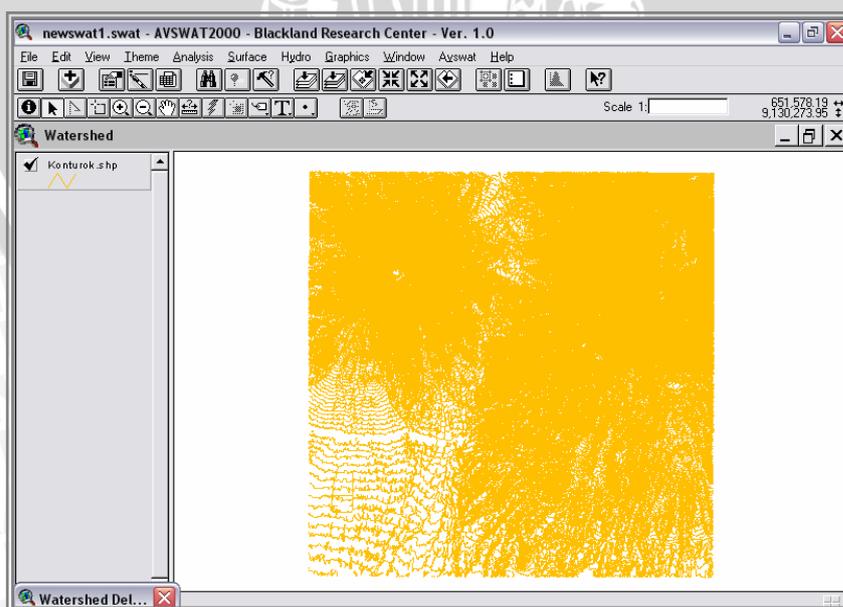


Gambar 4.1. Tampilan gabungan keempat indeks peta



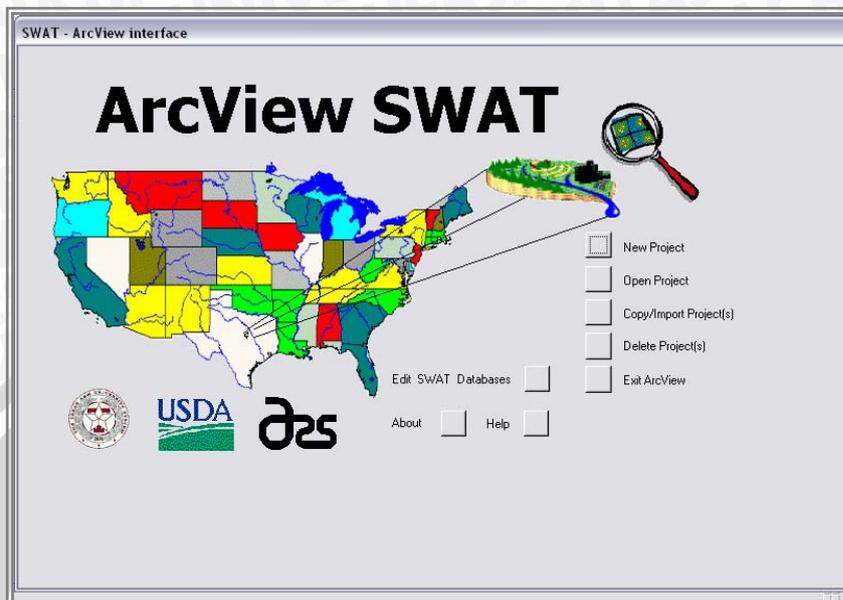
Proses pemilihan *polyline* kontur peta topografi pada program *CAD2Shape* 1.0 tersebut didasarkan pada kode unsur topografi, dimana setiap kode mewakili satu layer dan satu unsur topografi sebagai berikut :

- 3212 : garis kontur (12,5 m).
  - 3222 : garis kontur indeks (50 m).
  - 3232 : garis kontur antara (6,25m).
  - 3242 : garis kontur depresi (12,5 m).
  - 3282 : garis kontur depresi, indeks (50 m).
  - 3292 : garis kontur depresi, garis antara (6,25 m).
  - 3512 : garis kontur (12,5 m).
  - 3522 : garis kontur indeks (50 m).
  - 3532 : garis kontur antara (6,25 m).
  - 3542 : garis kontur depresi (12,5 m).
  - 3582 : garis kontur depresi, indeks (50 m).
  - 3592 : garis kontur depresi, garis antara (6,25 m).
5. Hasil *file* yang didapatkan pada program *CAD2Shape* 1.0 adalah berformat \*.shp, sesuai dengan *layer* yang dipilih. Dalam hal ini *layer* yang di\_eksport *polyline* yaitu *layer* topografi dan *layer* sungai, didapatkan dua *file* berupa shp dan sungai.shp.
  6. Selanjutnya menjalankan program *ArcView GIS* 3.2 dan membuat *view* untuk batas DAS. Kemudian mengatur sistem proyeksi yang digunakan pada *view properties*. Kontur dan sungai yang sudah dalam format *file* \*.shp tersebut di\_input.



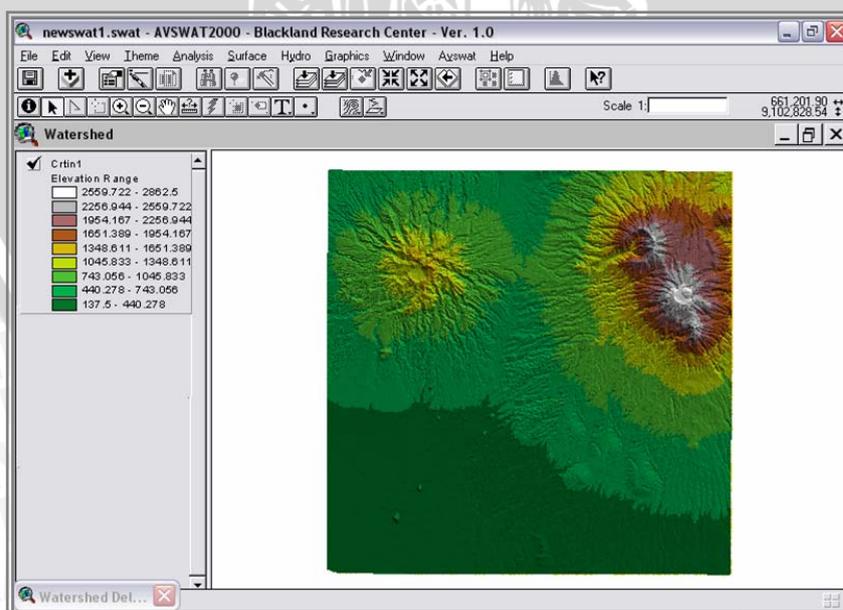
Gambar 4.4. Tampilan peta kontur yang sudah digabung

7. Sebelum membangkitkan peta kedalam DEM terlebih dahulu aktifkan extension *hydrologic modeling v 1.1*, *Spatial Analyst*, *3D Analyst* dan *AVSWAT 2000*.



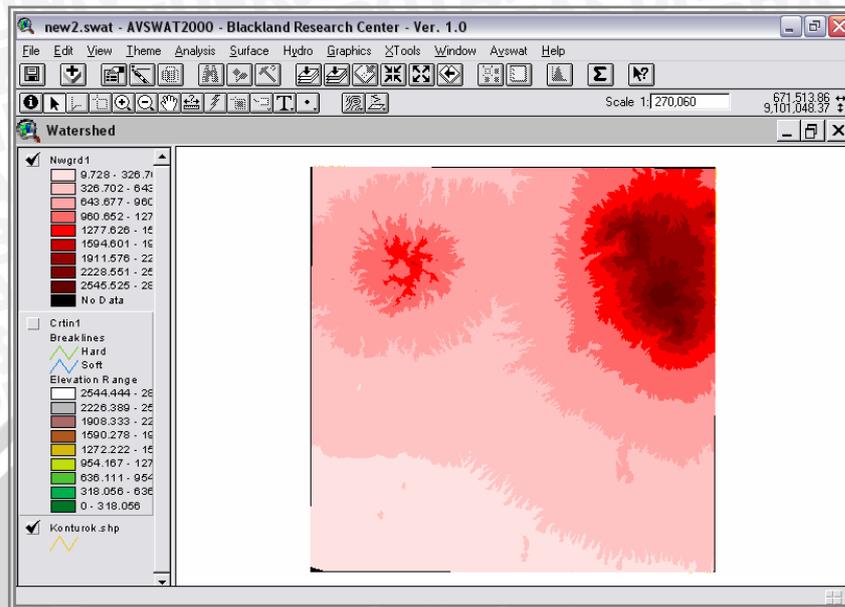
Gambar 4.5. Tampilan *extension AVSWAAT 2000*

8. Hasil gabungan peta, dibangkitkan ke dalam *DEM* dalam bentuk 3 dimensi dengan format *TIN* (*triangular irregular network*) dari toolbar *surface* dengan pilihan *option* adalah *create TIN from features*.



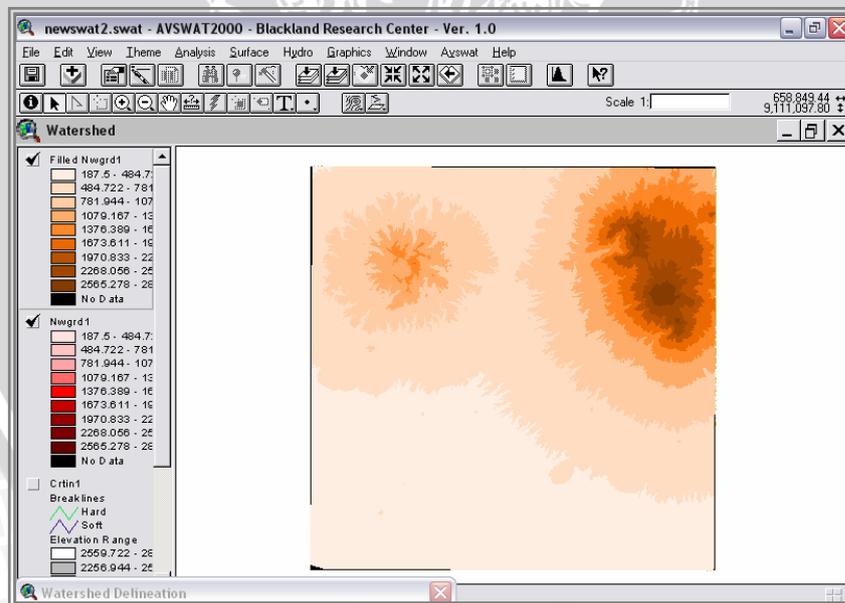
Gambar 4.6. Tampilan DEM dalam format TIN

9. DEM dikonversi dari format *TIN* ke dalam struktur format *grid* dengan ukuran sel 25 m x 25 m. Perintah yang digunakan adalah *convert to grid*.



Gambar 4.7. Tampilan DEM dalam format *grid*

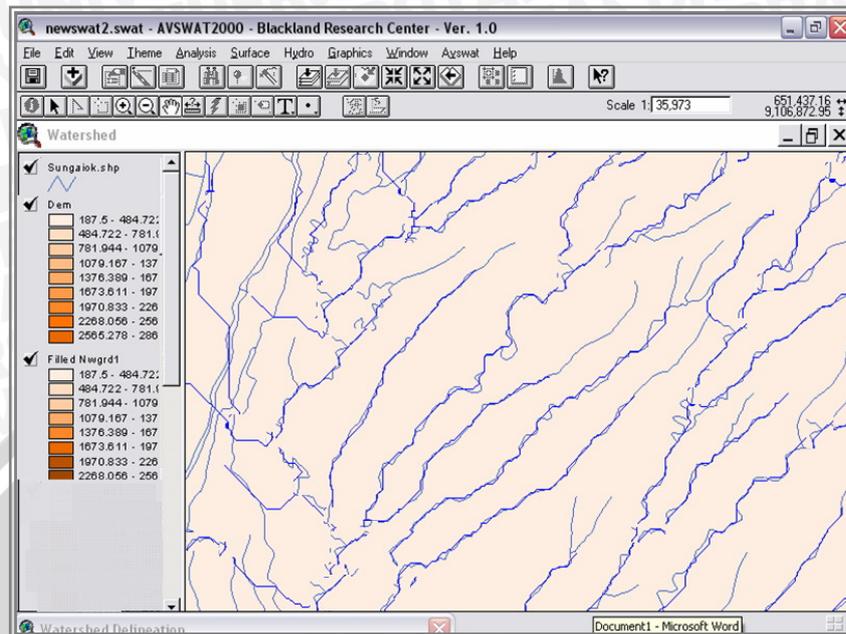
10. Identifikasi daerah yang mengalami depresi aliran (*sink*) dan lakukan manipulasi *sink* dengan menaikkan elevasi daerah tersebut. Perintah yang digunakan adalah *fill sink* pada toolbar *Hydro*.



Gambar 4.8. Tampilan hasil identifikasi *sink*

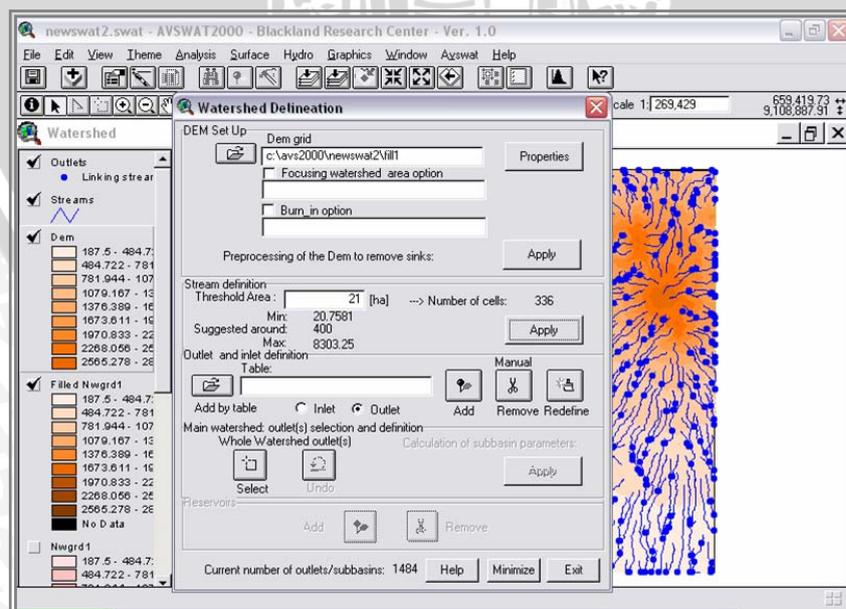
11. Deliniasi DAS atau biasa disebut penelusuran batas DAS dilakukan dengan bantuan *extensions AVSWAT 2000*. Pada tahapan ini, *theme grid* yang sudah diidentifikasi *sink* dimasukkan ke dalam DEM *setup*. Selanjutnya sungai.shp di *inputkan* dalam

pembuatan DEM, sehingga dengan tombol *apply* dapat diperoleh *theme DEM* dan *theme Digitized Stream Network*.



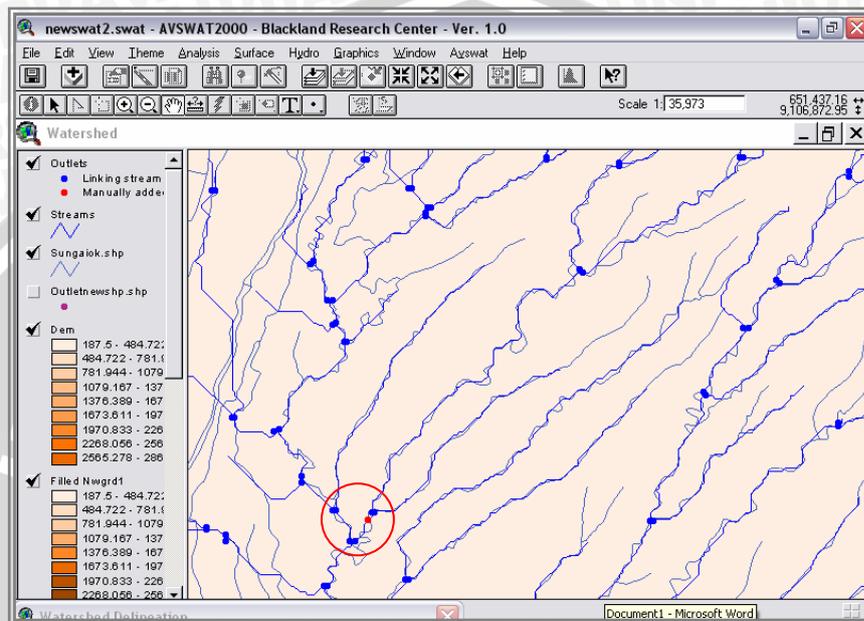
Gambar 4.9. Tampilan hasil pendefinisian DEM

12. Tahapan selanjutnya mendefinisikan sungai dan outlet dalam DEM. Proses ini akan menghasilkan *theme stream* dan *theme outlet* dengan menginputkan nilai *threshold area* (daerah yang akan di definisikan sebagai sub DAS). Nilai *threshold area* ini coba-coba, hingga didapatkan sungai, anak sungai dan outlet sub DAS hampir sama dengan peta sungai dari BAKOSURTANAL. Tujuan dari proses ini adalah sungai *digital* yang hampir sama dengan kondisi di lapangan.



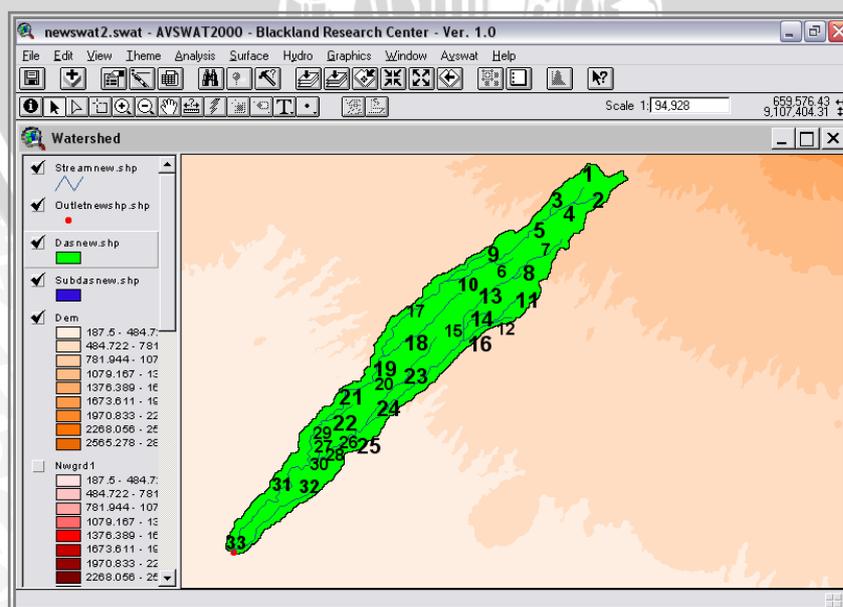
Gambar 4.10. Tampilan hasil perhitungan *flow accumulation*

13. Tahapan terakhir pada deliniasi DAS adalah mendefinisikan batas DAS dan batas Sub DAS dalam DEM. Pemilihan *outlet* DAS dengan tombol *select*, maka akan didapatkan *theme watershed* (batas DAS). Hal yang perlu diperhatikan adalah apabila terdapat *outlet* yang tidak terdapat pada *theme outlet*, maka perlu penambahan titik outlet dengan tombol *add* pada *toolbar watershed delineation*. Namun bila terdapat outlet yang tidak diinginkan maka dapat di-*remove* (hapus).



Gambar 4.11. Tampilan hasil pendefinisian sungai dan outlet

14. Data *spasial* dan *atribut* yang didapatkan dalam semua proses pembangkitan DEM dan deliniasi DAS dengan *extensions AVSWAT 2000*, akan digunakan pada tahapan analisa data spasial dan data atribut selanjutnya.



Gambar 4.12. Tampilan hasil pendefinisian batas DAS dan Sub DAS

15. Data atribut sub DAS dan sungai pada Tabel 4.1
16. Tabel-tabel (*atribut*) hasil dari pembangkitan DEM dan deliniasi DAS dengan *extensions AVSWAT 2000*, perlu dipindahkan ke dalam *worksheet* program *excel* agar dapat di olah maupun diubah. Adapun proses yang perlu dilakukan sebagai berikut :
- Aktifkan tabel yang ingin ditransfer dalam *Arcview 3.2*.
  - Pada *toolbar file* pilih *export*, kemudian pilih *format* yang diinginkan. Dalam hal ini, *format exportnya* yaitu *dBASE*.
  - Simpan *filenya* dan beri nama *file*, maka *file* ini dapat dibuka pada program *excel* untuk diedit.
  - Selanjutnya proses *export* ini digunakan seterusnya pada kondisi yang sama
17. Untuk selanjutnya dilakukan pengeplotan untuk batasan DAS yang ada dengan peta-peta tematik yang lain seperti peta batas administrasi, peta jenis tanah, peta tekstur, peta tata guna lahan dan peta kemiringan lahan seperti yang terlihat pada Gambar 3.6 sampai 3.10. Setelah itu dapat dilakukan *overlay* peta dengan melakukan perhitungan pada langkah selanjutnya. Penggambaran peta yang dilakukan meliputi:
- 1) Peta Indeks Erosivitas (R) untuk *USLE*
  - 2) Peta Indeks Erosivitas (R) untuk *RUSLE*
  - 3) Peta Indeks Limpasan Permukaan (Rw) untuk *MUSLE*
  - 4) Peta Jenis Tanah (K)
  - 5) Peta Kemiringan Lahan (LS)
  - 6) Peta Tata Guna Lahan (CP)
  - 7) Peta Laju Erosi (A) untuk ketiga metode yaitu *A-USLE*, *A-RUSLE* dan *A-MUSLE* Tahun 2005 (Curah Hujan Aktual Tahun 2005) = 91.58 mm
  - 8) Peta Indeks Limpasan Permukaan (Rw) untuk *MUSLE* dengan  $Tr = 1.01$  Thn.
  - 9) Peta Laju Erosi (A) Rerata 10 Tahun (1996-2005) menggunakan metode yang paling mendekati yaitu *MUSLE* dengan Curah Hujan Rancangan Kala Ulang  $Tr = 1.01$  Tahun = 75.888 mm.
- Dengan perhitungan laju erosi Rerata 10 Tahun dengan metode *MUSLE*, maka dapat ditentukan analisa konservasi MDM Berek Kisi.
- 10) Peta Kedalaman Solum
  - 11) Peta Tingkat Bahaya Erosi (TBE)
  - 12) Peta Klasifikasi Kemampuan Lahan dan
  - 13) Peta Arahlan Fungsí Kawasan MDM Berek Kisi

Tabel 4.1 Data Atribut Sub-Sub MDM Berek Kisi

| Data Subbasin |       |          |         | Data Sungai |         |        |        |          |
|---------------|-------|----------|---------|-------------|---------|--------|--------|----------|
| GRID_         | SUB   | AREA     | SLO     | SUB         | SLO     | WID    | DEP    | LENGTH   |
| CODE          | BASIN | METER    | %       | BASINR      | %       |        |        | MET      |
| 1             | 1     | 391250   | 40.0873 | 4           | 7.1945  | 0.7346 | 0.0893 | 521.231  |
| 2             | 2     | 495000   | 38.4793 | 4           | 8.2669  | 0.8460 | 0.0981 | 816.942  |
| 3             | 3     | 277500   | 44.0846 | 5           | 18.7070 | 0.5978 | 0.0778 | 334.099  |
| 4             | 4     | 312500   | 47.3253 | 5           | 13.1795 | 1.4382 | 0.1398 | 663.909  |
| 5             | 5     | 747500   | 36.4552 | 10          | 5.1844  | 2.0893 | 0.1793 | 1928.858 |
| 6             | 6     | 300000   | 32.9136 | 10          | 9.5144  | 0.6565 | 0.0829 | 525.520  |
| 7             | 7     | 650625   | 34.8375 | 13          | 7.4478  | 1.0065 | 0.1102 | 1678.338 |
| 8             | 8     | 328125   | 22.3931 | 13          | 8.4903  | 0.6610 | 0.0832 | 294.454  |
| 9             | 9     | 428750   | 25.3534 | 17          | 7.0842  | 0.7856 | 0.0934 | 1235.140 |
| 10            | 10    | 446875   | 31.9994 | 17          | 4.6261  | 2.4963 | 0.2019 | 1351.041 |
| 11            | 11    | 396250   | 18.9800 | 16          | 7.4077  | 0.7569 | 0.0911 | 843.718  |
| 12            | 12    | 276875   | 21.8171 | 16          | 10.2192 | 0.5970 | 0.0778 | 489.277  |
| 13            | 13    | 641250   | 31.6688 | 15          | 7.2289  | 1.7441 | 0.1590 | 1902.082 |
| 14            | 14    | 372500   | 25.8460 | 15          | 10.3861 | 0.7197 | 0.0881 | 722.119  |
| 15            | 15    | 58125    | 28.2285 | 24          | 4.8011  | 2.0072 | 0.1746 | 260.355  |
| 16            | 16    | 206875   | 32.3606 | 24          | 9.5557  | 1.2069 | 0.1244 | 915.685  |
| 17            | 17    | 1035625  | 25.2536 | 19          | 3.8694  | 3.1788 | 0.2372 | 2907.412 |
| 18            | 18    | 1154375  | 27.8135 | 19          | 5.2156  | 1.4106 | 0.1380 | 2636.333 |
| 19            | 19    | 210625   | 20.6356 | 21          | 3.3366  | 3.7294 | 0.2638 | 749.264  |
| 20            | 20    | 259375   | 16.4398 | 21          | 5.8579  | 0.5740 | 0.0758 | 213.388  |
| 21            | 21    | 467500   | 17.2238 | 29          | 3.3811  | 4.0044 | 0.2766 | 1798.528 |
| 22            | 22    | 407500   | 21.1501 | 29          | 3.8668  | 0.7604 | 0.0914 | 823.008  |
| 23            | 23    | 1121250  | 25.1659 | 25          | 4.9458  | 1.3849 | 0.1363 | 2957.932 |
| 24            | 24    | 1202500  | 26.6956 | 25          | 3.9492  | 3.0495 | 0.2307 | 3481.676 |
| 25            | 25    | 327500   | 21.0850 | 28          | 1.2359  | 3.6453 | 0.2598 | 1011.396 |
| 26            | 26    | 237500   | 15.9804 | 28          | 0.1000  | 0.5453 | 0.0732 | 158.211  |
| 27            | 27    | 232500   | 22.3806 | 30          | 0.1000  | 0.5376 | 0.0725 | 147.855  |
| 28            | 28    | 203750   | 15.4216 | 30          | 3.5534  | 3.8138 | 0.2678 | 703.553  |
| 29            | 29    | 480000   | 17.2995 | 31          | 2.8231  | 4.3214 | 0.2911 | 1388.173 |
| 30            | 30    | 60000    | 18.4605 | 31          | 4.9647  | 3.9227 | 0.2729 | 251.777  |
| 31            | 31    | 1361250  | 16.5173 | 33          | 1.9987  | 6.6137 | 0.3865 | 3752.386 |
| 32            | 32    | 1034375  | 16.2787 | 33          | 2.8751  | 1.3183 | 0.1319 | 2845.800 |
| 33            | 33    | 46250    | 13.1409 | 0           | 0.1000  | 6.8918 | 0.3973 | 158.211  |
| <b>Jumlah</b> |       | 16171875 |         |             |         |        |        |          |

Sumber: Analisa SIG



## 4.2 Analisa Hidrologi

MDM Berek Kisi terletak di kawasan DAS Brantas Tengah Kabupaten Blitar dengan luas daerah sebesar 1617.1875 ha. MDM Berek Kisi merupakan Sub DAS yang tidak terukur (*Ungauged Cacthment Area*) sebelum adanya penempatan beberapa alat *monitoring* pada tahun 2005, sehingga diperlukan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisa permasalahan yang terjadi.

Dalam analisa hidrologi, untuk memperoleh besaran hujan sebenarnya yang terjadi di seluruh MDM, maka diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dapat mewakili besaran hujan di daerah tersebut. Pada wilayah MDM Berek Kisi terdapat tiga stasiun hujan yang berpengaruh yaitu Stasiun Ngadirenggo, Doko dan Tunggorono.

### 4.2.1 Data Curah Hujan

Curah hujan daerah dapat dihitung berdasarkan stasiun pengamatan dan parameter luas daerah tinjauan dimana untuk daerah tinjauan dengan luas 250-50.000 ha yang memiliki 1, 2 atau 3 stasiun pengamatan dapat menggunakan metode rata-rata aljabar atau metode Tunggal.

Data hujan yang dipergunakan dalam analisa hidrologi dan laju erosi, diambil dari tiga stasiun penakar hujan yaitu stasiun Ngadirenggo, Doko dan Tunggorono. Secara administratif stasiun ini terletak di wilayah Kabupaten Blitar. Data hujan yang dimaksud meliputi data curah hujan harian dengan periode pengamatan tahun 1996 sampai dengan tahun 2005. Rekapitulasi data total curah hujan bulanan setiap stasiun selama 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.2-Tabel 4.4. Data jumlah hari hujan bulanan dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.7, sedangkan data jumlah curah hujan maksimum bulanan pada Tabel 4.8 dan 4.10 sebagai berikut :













#### 4.2.2. Uji Homogenitas

Uji T adalah uji homogenitas untuk mengetahui dua set sampel data apakah berasal dari populasi yang sama atau tidak. Uji T termasuk jenis uji untuk sampel kecil. Sampel kecil adalah dimana ukuran sampel atau data pengamatan kurang dari 30. Dalam studi kali ini dilakukan tiga kali perhitungan uji T, yaitu uji T untuk stasiun Ngadirenggo-Doko, Ngadirenggo-Tunggorono, Doko-Tunggorono. Dimana analisa ini digunakan untuk mengetahui apakah sampel dari data hujan stasiun Ngadirenggo, Doko dan Tunggorono berasal dari populasi yang sama, maka dihitung *t score* dengan rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{[x_1 - x_2]}{\sigma \cdot \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$\sigma = \left| \frac{N_1 \cdot S_1^2 + N_2 \cdot S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right|^{1/2}$$

$$d_k = N_1 + N_2 - 2$$

dengan :

$\bar{x}_1$  = rerata dari sampel  $x_1$  (St. 1)

$\bar{x}_2$  = rerata dari sampel  $x_2$  (St. 2)

$S_1$  = varian dari Stasiun 1

$S_2$  = varian dari Stasiun 2

$N_1$  = jumlah sampel Stasiun 1

$N_2$  = jumlah sampel Stasiun 2

$\sigma$  = deviasi standar populasi dari varian  $x$

$dk$  = derajat kebebasan

Hipotesa :

$H_0$  : sampel  $x_1$  dan  $x_2$  berasal dari populasi yang sama

$H_1$  : sampel  $x_1$  dan  $x_2$  tidak berasal dari populasi yang sama

Dalam menentukan hipotesa maka diperlukan harga *t* tabel yang dicari pada tabel *distribusi student's t* untuk derajat kebebasan ( $dk$ ) =  $N_1 + N_2 - 2$  dan  $\alpha$  (*Level of Significance*) 5%. Apabila *t score* (*t* hitung) < *t* tabel, maka  $H_0$  diterima, dan jika sebaliknya maka  $H_0$  ditolak atau  $H_1$  diterima.

Langkah-langkah perhitungan Uji T, sebagai berikut :

Diketahui :

Data bulan Januari

-  $N_1 = 10$  tahun pengamatan (1996-2005)

-  $N_2 = 10$  tahun pengamatan (1996-2005)

Dari data curah hujan bulanan di Stasiun Ngadirenggo dan Stasiun Doko dihitung :

1. Rerata curah hujan bulanan (th. 1996-2005)

$$\bar{X}_1 = 380.80 \text{ mm/th}$$

$$\bar{X}_2 = 397.90 \text{ mm/th}$$

2. Menghitung besarnya varian data  $S_1$  dan  $S_2$ :

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_1 - \bar{X}_1)^2}{N-1}} = 145.552 \text{ mm/th}$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_2 - \bar{X}_2)^2}{N-1}} = 154.256 \text{ mm/th}$$

3. Menghitung besarnya  $\sigma$ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 \cdot S_1^2 + N_2 \cdot S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} = \sqrt{\frac{10 \times 145.552^2 + 10 \times 154.256^2}{10 + 10 - 2}} = 149.967 \text{ mm/th}$$

4. Menghitung variabel t hitung:

$$t = \frac{[\bar{X}_1 - \bar{X}_2]}{\sigma \cdot \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} = \frac{[380.80 - 397.90]}{149.967 \cdot \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} = 0,255$$

Kesimpulan Uji T pada derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5 %  $\rightarrow t_c = 1,734$  (Lampiran 2)

Ternyata  $t_{hit} < t_c$ , maka kedua sampel yang diuji berasal dari populasi yang sama atau 95 % adalah benar, tidak terdapat perbedaan secara nyata antara curah hujan rerata bulanan di stasiun Ngadirenggo dan Doko.

Perhitungan yang sama dilakukan pada ketiga uji T yaitu Uji T antara Stasiun Ngadirenggo-Tunggorono dan Stasiun Doko-Tunggorono.

Perhitungan Uji T, selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :







### 4.2.3 Curah Hujan Rerata Daerah

Untuk mendapatkan gambaran mengenai penyebaran hujan di seluruh daerah, di beberapa tempat tersebar pada suatu Daerah Aliran Sungai maka dipasang alat penakar hujan. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan daerah yang dinyatakan dalam satuan millimeter (Sosrodarsono, 2003 : 27).

MDM Berek Kisi memiliki luas daerah sebesar 16.171875 km<sup>2</sup> atau 1617.1875 ha. Berdasarkan luasan daerah tersebut, maka menurut Suyono Sosrodarsono, metode curah hujan daerah yang sesuai adalah metode rerata aljabar, karena daerah studi berada diantara luas 250-50000 ha.

Dalam studi ini metode curah hujan rerata daerah yang digunakan adalah Metode *Polygon Thiessen*. Hal ini dikarenakan metode ini lebih teliti dari pada Metode Rerata Aljabar. Selain itu juga disebabkan oleh faktor titik-titik pengamatan yang tidak tersebar merata. Maka cara perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan.

Curah hujan rata-rata untuk daerah Metode *Polygon Thiessen* didapat dari hasil perkalian persentase luas total dengan curah hujan tiap stasiun penakar hujan atau menggunakan Persamaan 2-4 sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dengan :

|   |   |
|---|---|
| R   | = curah hujan rerata daerah (mm)            |
| R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> , ..., R <sub>n</sub> | = curah hujan di tiap titik pengamatan (mm) |
| A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , ..., A <sub>n</sub> | = luas daerah pengaruh (km <sup>2</sup> )   |
| $\frac{A_1}{A}, \frac{A_2}{A}, \dots, \frac{A_n}{A}$  | = persentase luas daerah (%)                |

Contoh perhitungan Rerata Curah Hujan Bulanan MDM Berek Kisi:

1. Dari Tabel 3.2 Sebaran Lokasi Stasiun Hujan MDM Berek Kisi, diperoleh Koefisien Thiessen (KT) atau luas daerah pengaruh untuk stasiun hujan:
  - Ngadirenggo = 27.961% = 0.27961
  - Doko = 68.704% = 0.68704 dan
  - Tunggorono = 3.336% = 0.0336

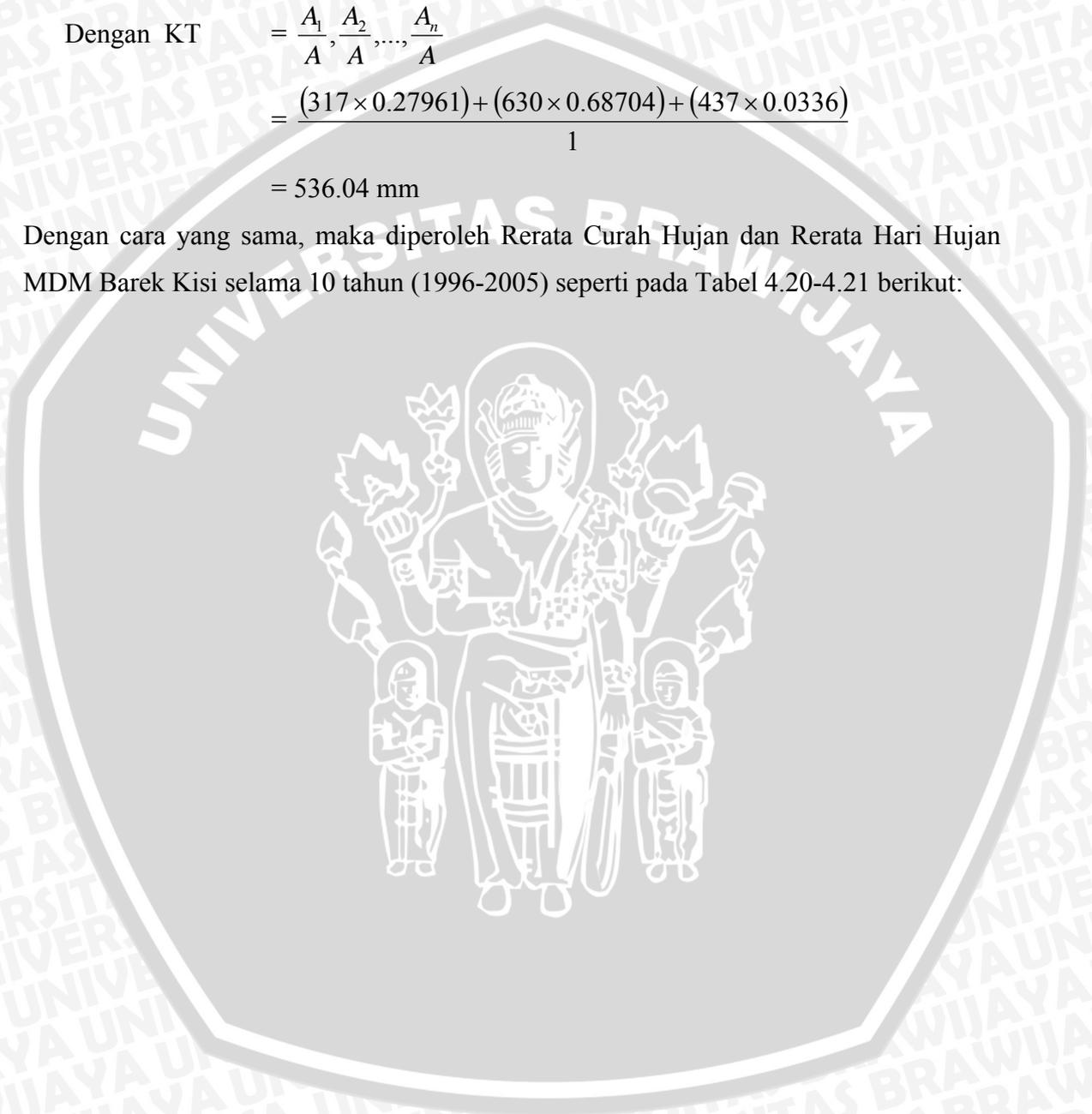
2. Tabel 4.2 Curah Hujan Bulan Januari Tahun 1996 stasiun hujan:

- Ngadirenggo= 317 mm
- Doko = 630 mm
- Tunggorono = 437 mm

3. Maka Curah Hujan Rerata Bulan Januari Tahun 1996 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Dengan } KT &= \frac{A_1}{A} , \frac{A_2}{A} , \dots , \frac{A_n}{A} \\ &= \frac{(317 \times 0.27961) + (630 \times 0.68704) + (437 \times 0.0336)}{1} \\ &= 536.04 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka diperoleh Rerata Curah Hujan dan Rerata Hari Hujan MDM Berek Kisi selama 10 tahun (1996-2005) seperti pada Tabel 4.20-4.21 berikut:





#### 4.2.4 Analisa Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang tertentu. Dalam studi ini, metode analisis hujan rancangan yang digunakan adalah metode Log Person III.

Langkah-langkah perhitungan distribusi Log Person Tipe III adalah sebagai berikut (Soemarto, 1999 : 152) :

1. Mengurutkan data rerata hujan maksimum kemudian mengubahnya dalam bentuk logaritma seperti pada Tabel 4.22-4.23.
2. Menghitung nilai rerata logaritma :

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}X_i}{n} = \frac{19.64}{10} = 1.96$$

dengan :  $\overline{\text{Log}X}$  = logaritma hujan rerata harian maksimum

n = banyaknya data

3. Menghitung besarnya simpangan baku (standar deviasi):

$$S\overline{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1}} = 0,03$$

4. Menghitung koefisien kemencengan :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^3}{(n-1)(n-2)S^3 \overline{\text{Log}X}} = \frac{-0.000125}{(10-1)(10-2)0,03^3} = -0.6271$$

5. Menghitung logaritma curah hujan rancangan dengan periode ulang 1,01 th :

$$\text{Log} X = \overline{\text{Log}X} + K \cdot S \overline{\text{Log}X}$$

$$\text{Log} X = 1.96 + (-0.27737 \times 0,03)$$

$$\text{Log} X = 1.8802$$

$$X = 75.888$$

dengan :

K = faktor sifat distribusi Log Person Tipe III yang merupakan fungsi koefisien kemencengan (Cs) terhadap kala ulang atau probabilitas (P) ditentukan dari Lampiran karena nilai Cs negatif.

Maka, nilai Curah hujan rancangan dengan periode ulang 1,01 th = 75.888 mm

Perhitungan metode Log Person III selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :





#### 4.2.5 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dimaksudkan untuk mengetahui apakah distribusi yang dipilih dapat digunakan atau tidak, untuk serangkaian data yang tersedia. Dalam studi ini, untuk keperluan analisis uji kesesuaian distribusi digunakan dua metode statistik, yaitu Uji *Chi Square* dan Uji *Smirnov Kolmogorov*.

##### 4.2.5.1. Uji Smirnov-Kolmogorof

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

1. menghitung peluang empiris dengan memasukkan nomor urut data mulai dari data terkecil sampai terbesar dengan persamaan berikut:

$$Pe = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

Misal ambil contoh pada data nomor 1:

$$Pe = \frac{1}{10+1} \times 100\% = 9,1\% = 0,091$$

2. Mencari nilai log dari data hujan rerata maksimum

$$\text{Log } 81.01 = 1.909$$

3. mencari nilai k dengan persamaan berikut:

$$\text{Log } x = \overline{\log x} + G. S_{\text{Log } x}, \text{ maka}$$

$$K = (\log x - \overline{\log x}) / S_{\text{Log } x} = (1.909 - 1.964) / 0.030 = -1.834$$

4. mencari harga Pr melalui tabel Distribusi Pearson III, didapat Pr = 0.951
5. menghitung nilai Pt(x) dengan persamaan : Pt(x) = 1 - Pr = 1 - 0.951 = 0.049
6. menghitung selisih Pe(x) dan P(x) dengan persamaan berikut:

$$\Delta = Pt(x) - Pe(x) = 0.049 - 0.091 = -0.042$$

7. Mencari nilai  $\Delta_{Cr}$  lalu dibandingkan dengan  $\Delta_{maks}$ . Didapat  $\Delta_{Cr}$  untuk a = 5% adalah 0.41 dan  $\Delta_{maks}$  adalah 0,127
8. Jika  $\Delta_{maks} < \Delta_{Cr}$ , maka keputusan uji Smirnov Kolmogorof diterima.

Untuk Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.26-4.27.



#### 4.2.5.2. Uji Chi Square

Uji ini digunakan untuk uji kesesuaian vertikal dari data. Uji ini didasarkan pada perbedaan nilai ordinat teoritis dan koordianat empiris.

Urutan pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan banyaknya kelas, dengan rumus:

$$\text{Banyak kelas} = 1 + 3.22 \log n = 1 + 3.22 \log 10 = 4.22 \simeq 4 \text{ kelas}$$

Dimana  $n$  = jumlah data

2. Menentukan batas kelas dengan memasukkan  $S_{\text{Log}x} = 0,063$  dan  $C_s = -0.627$  kedalam persamaan:

$$\text{Log } x = \overline{\log x} + (G \cdot S_{\text{Log}x})$$

Dengan nilai  $G$  untuk masing-masing  $P$ , yaitu 75%, 50%, 25%.

Contoh perhitungan:

$P = 75\%$ , maka dilihat pada tabel dan di interpolasi akan didapat nilai  $K$  yaitu

$G = -0.647139$ , sehingga

$$\text{Log } x = 1.964 + (-0.647139 \times 0.03) = 1.94442$$

$$x = 87.987 \text{ mm}$$

3. Setelah perhitungan dengan masing-masing batas kelas, maka didapatkan:

-  $x$  hitung = 2

- Dari tabel Chi Square didapat  $x^2_{cr} = 3.841$

untuk jumlah data ( $n$ ) = 10 dan  $\alpha = 5\%$

Perhitungan selengkapnya ditabelkan pada tabel 4.28-4.29.



#### 4.2.6 Curah Hujan Rerata Bulanan MDM Barek Kisi Tahun 2005

Sebelum perhitungan laju erosi rerata tahunan (Tahun 1996-2005) dilakukan, maka harus ditentukan terlebih dahulu metode perhitungan yang sesuai dengan kondisi daerah studi. Karena data sedimen yang digunakan sebagai verifikasi pada penentuan metode laju erosi MDM Barek Kisi adalah data sedimen tahun 2005, maka perhitungan laju erosi yang dilakukan dengan ketiga metode yaitu metode *USLE*, *RUSLE* dan *MUSLE* harus dilakukan terlebih dahulu.

Perhitungan laju erosi tahun 2005 dengan ketiga metode tersebut diatas dilakukan dengan memperhitungkan data curah hujan rerata daerah dan hari hujan rerata Polygon Thiessen pada tahun 2005, yang dapat dilihat pada Tabel 4.30 sebagai berikut:

Tabel 4.30 Data Curah Hujan Bulanan MDM Barek Kisi Tahun 2005

| Bulan     | St. Ngadirenggo<br>(mm) | Stasiun Doko<br>(mm) | St. Tunggorono<br>(mm) | Rerata<br>(mm) |
|-----------|-------------------------|----------------------|------------------------|----------------|
| Januari   | 262.00                  | 252.00               | 315.00                 | 256.90         |
| Februari  | 293.00                  | 285.00               | 452.00                 | 292.81         |
| Maret     | 389.00                  | 360.00               | 339.00                 | 367.41         |
| April     | 246.00                  | 300.00               | 321.00                 | 285.60         |
| Mei       | 2.00                    | 6.00                 | 17.00                  | 5.25           |
| Juni      | 66.00                   | 125.00               | 76.00                  | 106.87         |
| Juli      | 117.00                  | 130.00               | 154.00                 | 127.17         |
| Agustus   | 0.00                    | 0.00                 | 0.00                   | 0.00           |
| September | 13.00                   | 13.00                | 20.00                  | 13.23          |
| Oktober   | 242.00                  | 161.00               | 209.00                 | 185.25         |
| November  | 231.00                  | 211.00               | 322.00                 | 220.29         |
| Desember  | 722.00                  | 415.00               | 352.00                 | 498.74         |
| Jumlah    | 2583.00                 | 2258.00              | 2577.00                | 2359.51        |

Sumber: Data Curah Hujan Tahun 2005 dan Hasil Perhitungan

Sedangkan perhitungan rerata hari hujan dan rerata curah hujan maksimum tahun 2005 dapat dilihat pada Tabel 3.1-3.2.

Tabel 4.31 Data Hari Hujan Bulanan MDM Berek Kisi Tahun 2005

| Bulan     | St. Ngadirenggo<br>(mm) | Stasiun Doko<br>(mm) | St. Tungggoro<br>(mm) | Rerata<br>(hari) |
|-----------|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|
| Januari   | 17                      | 13                   | 11                    | 14.05            |
| Februari  | 15                      | 14                   | 16                    | 14.35            |
| Maret     | 17                      | 14                   | 11                    | 14.74            |
| April     | 16                      | 15                   | 14                    | 15.25            |
| Mei       | 1                       | 1                    | 2                     | 1.03             |
| Juni      | 5                       | 7                    | 8                     | 6.47             |
| Juli      | 8                       | 5                    | 5                     | 5.84             |
| Agustus   | 0                       | 0                    | 3                     | 0.10             |
| September | 2                       | 2                    | 9                     | 2.23             |
| Oktober   | 11                      | 7                    | 18                    | 8.49             |
| November  | 18                      | 11                   | 21                    | 13.29            |
| Desember  | 30                      | 22                   | 21                    | 24.20            |
| Jumlah    | 140                     | 111                  | 139                   | 120.04           |

Sumber: Data Curah Hujan Tahun 2005 dan Hasil Perhitungan

Tabel 4.32 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan MDM Berek Kisi Tahun 2005

| Bulan     | St. Ngadirenggo<br>(mm) | Stasiun Doko<br>(mm) | St. Tungggoro<br>(mm) | Rerata<br>(mm) |
|-----------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| Januari   | 50.00                   | 63.00                | 99.00                 | 60.57          |
| Februari  | 39.00                   | 66.00                | 67.00                 | 58.48          |
| Maret     | 95.00                   | 83.00                | 97.00                 | 86.82          |
| April     | 70.00                   | 84.00                | 96.00                 | 80.49          |
| Mei       | 2.00                    | 6.00                 | 12.00                 | 5.08           |
| Juni      | 21.00                   | 65.00                | 21.00                 | 51.23          |
| Juli      | 38.00                   | 83.00                | 59.00                 | 69.62          |
| Agustus   | 0.00                    | 0.00                 | 0.00                  | 0.00           |
| September | 11.00                   | 7.00                 | 9.00                  | 8.19           |
| Oktober   | 63.00                   | 49.00                | 120.00                | 55.28          |
| November  | 56.00                   | 66.00                | 45.00                 | 62.50          |
| Desember  | 97.00                   | 88.00                | 48.00                 | 89.18          |
| Jumlah    | 542.00                  | 660.00               | 673.00                | 89.18          |

Sumber: Data Curah Hujan Tahun 2005 dan Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.30-4.32 diatas diperoleh Rerata Curah Hujan Daerah MDM Berek Kisi Tahun 2005 sebesar 2359,51 mm dengan Jumlah Hari Hujan Rerata 120.04 hari. Sedangkan Curah Hujan Maksimumnya dalam satu tahun sebesar 89.18 mm.

### 4.3. Analisa Laju Erosi

Analisa laju erosi diperlukan untuk menentukan besarnya *suspended load* dari lahan yang masuk kesungai. Analisa laju erosi MDM Berek Kisi Tahun 2005 dilakukan dengan tiga metode yaitu metode *USLE*, *RUSLE* dan *MUSLE*. Dalam metode *USLE* dan *RUSLE* faktor-faktor yang berpengaruh terhadap besarnya erosi antara lain faktor hujan (indeks erosivitas), tanah (nilai erodibilitas), topografi (nilai LS), tanaman (nilai C), dan konservasi tanah (nilai P). Sedangkan metode *MUSLE* memperhitungkan faktor limpasan permukaan (*Rw*) selain faktor-faktor diatas.. Dengan demikian maka dapat diketahui besarnya erosi yang terjadi, dimana perkiraan besarnya erosi adalah dalam kurun waktu per tahun (tahunan).

#### 4.3.1. Perhitungan Indeks Erosivitas (R)

Erosivitas merupakan salah satu faktor utama penyebab erosi. Indeks erosivitas hujan menggambarkan kemampuan hujan dalam mengikis lapisan permukaan tanah sehingga menimbulkan erosi. Semakin besar indeks erosivitas, maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya erosi.

##### 4.3.1.1. Perhitungan Indeks Erosivitas Metode USLE

Perhitungan indeks erosivitas pada metode USLE ini menggunakan metode yang dikemukakan oleh Arnoldus (1978) dan Bols.

- Indeks erosivitas Arnoldus (Utomo: 1994,43)

Untuk menghitung indeks erosivitas hujan dengan metode Arnoldus diperlukan data curah hujan bulanan dan Curah hujan tahunan dari keempat stasiun. Rumus yang digunakan dalam metode ini adalah:

$$R = \sum P_n^2 / P$$

Dengan:

$P_n$  : rerata curah hujan bulanan (mm)

$P$  : rerata curah hujan tahunan (mm)

Contoh perhitungan indeks erosivitas bulan Januari Tahun 2005:

- Curah hujan rerata daerah bulan Januari ( $P_n$ ) : 256.90 mm
- $P_n^2 = 65996.31 \text{ mm}^2$
- Curah hujan tahunan tahun 2005 = 2359.51 mm
- Indeks erosivitas (R)

$$R = P_n^2 / P$$

$$= 65996.31 \text{ mm}^2 / 2359.51 \text{ mm} = 27.97 \text{ mm}$$

Perhitungan selanjutnya seperti terlihat pada Tabel 4.33 berikut:

Tabel 4.33 Analisa Indeks Erosivitas Menurut Arnoldus  
MDM Berek Kisi Tahun 2005

| Bulan | Rerata (Pn)<br>(mm) | Pn <sup>2</sup><br>(mm <sup>2</sup> ) | P<br>(mm)  | Pn <sup>2</sup> / P<br>(mm) |
|-------|---------------------|---------------------------------------|------------|-----------------------------|
| Jan.  | 256.90              | 65996.31                              | 2359.51    | 27.97                       |
| Feb.  | 292.81              | 85736.05                              | 2359.51    | 36.34                       |
| Mar.  | 367.41              | 134988.79                             | 2359.51    | 57.21                       |
| Apr.  | 285.60              | 81568.25                              | 2359.51    | 34.57                       |
| Mei   | 5.25                | 27.55                                 | 2359.51    | 0.01                        |
| Jun.  | 106.87              | 11420.91                              | 2359.51    | 4.84                        |
| Jul.  | 127.17              | 16171.09                              | 2359.51    | 6.85                        |
| Agt.  | 0.00                | 0.00                                  | 2359.51    | 0.00                        |
| Sept. | 13.23               | 175.13                                | 2359.51    | 0.07                        |
| Oct.  | 185.25              | 34317.34                              | 2359.51    | 14.54                       |
| Nop.  | 220.29              | 48529.72                              | 2359.51    | 20.57                       |
| Des.  | 498.74              | 248740.24                             | 2359.51    | 105.42                      |
|       |                     |                                       | <b>R =</b> | <b>308.399</b>              |

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

Rumus :  $R = \frac{\sum Pn^2}{P}$

Dengan : R = indeks erosivitas (mm)

Pn = rerata curah hujan bulanan (mm)

P = rerata curah hujan tahunan (mm)

Dari Tabel 4.33 diperoleh Indeks Erosivitas menurut Arnoldus (R)= 308.399 mm/Tahun

- Indeks Erosivitas Metode Bols (Suripin, 2002:72)

Untuk menghitung indeks erosivitas hujan dengan metode Bols diperlukan data curah hujan bulanan, data jumlah hari hujan per bulan, dan data hujan maksimum harian (24 jam). Ketiga data tersebut diolah dengan menggunakan rumus :

$$EI_{30} = 6,119P_b^{1,211} \cdot N^{-0,474} \cdot P_{max}^{0,526}$$

dimana :

$EI_{30}$  = Indeks erosi hujan bulanan (KJ/ha)

$P_b$  = Curah hujan bulanan (cm)

N = Jumlah hari hujan per bulan

$P_{max}$  = Hujan maksimum harian (24 jam) dalam bulan yang bersangkutan (cm)

Contoh perhitungan indeks erosivitas hujan bulan Januari tahun 2005:

- Curah hujan rerata bulan Januari = 25.69 cm
- Jumlah hari hujan rerata bulan Januari = 14.052 hari
- Curah hujan maksimum rata-rata dalam 24 jam = 6.06 cm
- Indeks erosivitas hujan bln Januari =  $6,119 \cdot (25.693)^{1,211} \cdot (14.052)^{-0,47} \cdot (6.067)^{0,526}$   
= 229.79 KJ/ha.

Indeks erosivitas hujan tahunan merupakan hasil dari penjumlahan indeks erosivitas hujan bulanan. Perhitungan indeks erosivitas hujan metode EI<sub>30</sub> Bols selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Analisa Indeks Erosivitas Menurut EI<sub>30</sub> Bols  
MDM Berek Kisi Tahun 2005

| Bulan  | P <sub>b</sub><br>(cm) | N<br>(hari) | P <sub>max</sub><br>(cm) | EI <sub>30</sub><br>(KJ/ha) |
|--------|------------------------|-------------|--------------------------|-----------------------------|
| Jan.   | 25.69                  | 14.052      | 6.06                     | 229.79                      |
| Feb.   | 29.28                  | 14.346      | 5.85                     | 261.74                      |
| Mar.   | 36.74                  | 14.739      | 8.68                     | 418.74                      |
| Apr.   | 28.56                  | 15.246      | 8.05                     | 291.87                      |
| Mei    | 0.52                   | 1.033       | 0.51                     | 1.93                        |
| Jun.   | 10.69                  | 6.474       | 5.12                     | 105.03                      |
| Jul.   | 12.72                  | 5.839       | 6.96                     | 159.99                      |
| Agt.   | 0.00                   | 0.100       | 0.00                     | 0.00                        |
| Sept.  | 1.32                   | 2.233       | 0.82                     | 5.28                        |
| Oct.   | 18.52                  | 8.485       | 5.53                     | 187.22                      |
| Nop.   | 22.03                  | 13.291      | 6.25                     | 199.13                      |
| Des.   | 49.87                  | 24.204      | 8.92                     | 486.06                      |
| Jumlah | 235.95                 | 120.04      | 62.74                    | 2346.802                    |
| R =    | 2346.802               | KJ/ha       |                          |                             |

Sumber: Hasil Perhitungan

Ket :

Rumus :  $EI_{30} = 6,119 (P_b)^{1,211} (N)^{-0,474} (P_{max})^{0,526}$

Dengan : EI<sub>30</sub> = Indeks Erosivitas Hujan Tahunan (KJ/ha)

P<sub>b</sub> = Curah Hujan Rata-rata Tahunan (cm)

N = Jumlah Hari hujan perbulan (hari)

P<sub>max</sub> = Curah hujan maks rata-rata harian (24 jam)/bulan  
untuk kurun waktu satu tahun (cm)

Dari Tabel 4.34 diatas diperoleh Indeks Erosivitas menurut metode EI<sub>30</sub> Bols sebesar = 2346.802 KJ/Ha.

#### 4.3.1.2. Perhitungan Indeks Erosivitas Metode RUSLE

Pada metode RUSLE nilai faktor erosivitas ditentukan dengan menggunakan  $EI_{30}$  yang merupakan fungsi dari intensitas hujan (cm/jam) dan energi kinetik (KJ/ha). Pada prinsipnya  $EI_{30}$  didapatkan dari alat penakar hujan otomatis yang biasanya terdapat pada stasiun curah hujan setempat. Dikarenakan tidak adanya alat penakar hujan otomatis pada stasiun curah hujan MDM Berek Kisi, maka tidak tersedia data *real time* (hidrograf) curah hujan jam-jaman.

Dengan adanya keterbatasan data tersebut, untuk mendapatkan data intensitas hujan jam-jaman digunakan data curah hujan harian yang kemudian digunakan pendekatan melalui rumus mononobe pada Persamaan 2.15 dan 2.18:

$$t_c = 0,76 A^{0,38}$$

dengan:

$t_c$  = waktu konsentrasi (jam)

$A$  = luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

Nilai  $A$  didapatkan dari penggambaran Polygon thiesen pada program *arcview* 3.2. Peta polygon thiesen dapat dilihat pada gambar 4.14. Dimana intensitas hujan dihitung berdasarkan persamaan:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

dengan:

$I$  = Intensitas Hujan (mm/jam)

$t_c$  = Waktu Konsentrasi (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

**Tabel 4.35 Luas Daerah Pengaliran Stasiun Hujan dan Waktu Konsentrasi (Tc)**

| No.   | Nama Stasiun Hujan | Area (m)    | Persen Total (%) | Luas (Ha) | Luas (Km2) | Tc (jam) |
|-------|--------------------|-------------|------------------|-----------|------------|----------|
| [1]   | [2]                | [3]         | [4]              | [5]       | [6]        | [7]      |
| 1     | Ngadirenggo        | 4521805.38  | 27.961           | 452.1805  | 4.521805   | 1.35     |
| 2     | Doko               | 11110653.58 | 68.704           | 1111.0654 | 11.110654  | 1.90     |
| 3     | Tunggorono         | 539416.04   | 3.336            | 53.9416   | 0.539416   | 0.60     |
| Total |                    | 16171875.00 | 100              | 1617.1875 | 16.171875  | 3.85     |

Sumber : Perhitungan dan Peta SIG

Keterangan:

[1] = No

[2] = Nama stasiun

[3] = Luas daerah pengaruh

[4] = Persentase luas

[5] = [3]/1000

[6] = Luas daerah pengaliran[5]/100

[7] = Waktu Konsentrasi =  $0.76 * [6]^{0.38}$

Untuk mendapatkan  $EI_{30}$  *RUSLE* digunakan Persamaan 2.26 dan 2.27:

$$EI_{30} = \sum E(I_{30} \times 10^{-2})$$

Dimana:

$EI_{30}$  = energi kinetik suatu hujan (KJ/ha)

$I_{30}$  = intensitas hujan maksimum selama 30 menit (cm/jam)

Nilai E dihitung dengan persamaan (Arsyad, 1989:109):

$$E = 210 + 89 \log I$$

Dimana:

E = energi kinetik suatu hujan (ton/ha/cm/jam)

I = intensitas hujan (cm/jam)

Contoh Perhitungan:

a. Menghitung waktu konsentrasi untuk Stasiun Ngadirenggo

- Luas daerah pengaliran = 4.521805 km<sup>2</sup>
- $t_c = 0,76 \cdot (98,590)^{0,38} = 1.35$  jam

b. Menghitung intensitas hujan (I) pada bulan Januari stasiun Ngadirenggo:

- Hujan maksimum = 50 mm
- $t_c = 1.35$  jam
- $I = \frac{50}{24} \left[ \frac{24}{1.35} \right]^{2/3} = 1.420$  cm/jam
- $I_{30} = 1,65229 \times (30/60 \text{ menit}) = 0.71$  cm/jam

c. Menghitung Energi kinetik (E) untuk bulan Januari stasiun Ngadirenggo

- I = 1.420 cm/jam
- $E = 210 + 89 \log (1.420) = 223.559$  (ton-m/ha/cm/jam)

d. Menghitung  $EI_{30}$  untuk bulan Januari Stasiun Ngadirenggo

- $I_{30} = 0.71$  cm/jam
- E = 223.559 x 9.81 KJ/cm/jam
- $EI_{30} = 2193.111 \times (0.71 \times 10^{-2}) = 15.573$  KJ/ha
- Dimana  $EI_{30}$  dalam kurun waktu satu tahun (Tahun 2005) Stasiun hujan Ngadirenggo = 174.644 KJ/ha.

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.36 sampai 4.38 berikut:







#### 4.3.1.3 Perhitungan Indeks Erosivitas Metode *MUSLE*

Dalam perhitungan indeks erosivitas *MUSLE*, maka perlu diketahui besar debit banjir rancangan yaitu debit banjir terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan terjadi dalam waktu tertentu, atau debit dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Karena data debit per Sub DAS pada daerah studi tidak diketahui, maka penentuan debit banjir rancangan dilakukan dengan menggunakan pendekatan Metode Rasional Modifikasi.

##### 4.3.1.3.1 Koefisien Pengaliran

Nilai koefisien pengaliran (*C*) yang besar menunjukkan jumlah limpasan permukaan yang terjadi pada lahan tersebut besar, dengan kata lain kondisi tata air dan tata guna lahan pada lahan tersebut rusak. Sebaliknya nilai koefisien pengaliran yang kecil menunjukkan jumlah limpasan permukaan yang terjadi pada lahan tersebut kecil, dengan kata lain jumlah air yang meresap ke dalam tanah dan memberikan kontribusi (*recharge*) air tanah besar.

Dalam studi ini, besarnya nilai koefisien pengaliran berdasarkan kondisi tata guna lahan eksisting pada MDM Berek Kisi dapat dilihat pada Tabel 4.39 berikut :

Tabel 4.39. Koefisien Pengaliran  
Metode Rasional Modifikasi MDM Berek Kisi

| No. | Tata Guna Lahan | C    |
|-----|-----------------|------|
|     | Eksisting       |      |
| 1   | Hutan Alam      | 0.2  |
| 2   | Hutan Damar     | 0.25 |
| 3   | Hutan Jati      | 0.26 |
| 4   | Hutan Pinus     | 0.25 |
| 5   | Kebun Campuran  | 0.5  |
| 6   | Kopi            | 0.35 |
| 7   | Pemukiman       | 0.7  |
| 8   | Perkebunan      | 0.4  |
| 9   | Sawah           | 0.3  |
| 10  | Tegal           | 0.5  |

Sumber : Tabel 2.2

Perhitungan Debit banjir rancangan untuk menentukan indeks erosivitas permukaan (*Rw*) dilakukan pada tiap sub-sub MDM Berek Kisi. Tiap-tiap sub-sub MDM Berek Kisi memiliki beberapa tata guna lahan, sehingga memiliki nilai koefisien pengaliran yang berbeda-beda.

Untuk menentukan koefisien pengaliran pada tiap sub-sub MDM Berek Kisi, maka digunakan rumus berikut :

$$C_m = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Contoh perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :

Sub-sub DAS 2, dengan keterangan ditabelkan sbb :

Tata guna lahan dan nilai C di sub-sub DAS 1

| No. | Tata Guna Lahan | Luas (ha) | Nilai C |
|-----|-----------------|-----------|---------|
| 1   | Pemukiman       | 0.0075    | 0.70    |
| 2   | Perkebunan      | 0.4875    | 0.50    |
|     | Total           | 0.4950    | 0.4045  |

Sumber : Hasil Analisa Peta SIG

Maka :

$$C_{rerata} = \frac{(0,7 \times 0.0075) + (0,5 \times 0.4875)}{0.0075 + 0,4875} \text{ maka}$$

$$C_{rerata} = \frac{0.2002}{0.495} = 0.4045$$

#### 4.3.1.3.2 Analisa Debit Banjir Rancangan Metode Rasional Modifikasi

Metode Rasional Modifikasi merupakan pengembangan dari metode Rasional, dimana waktu konsentrasi curah hujan yang terjadi lebih lama. Metode Rasional Modifikasi mempertimbangkan pengaruh tampungan dalam memperkirakan debit puncak limpasan. Rumus Metode Rasional Modifikasi dalam menentukan debit puncak, adalah sebagai berikut (Lewis et all.,1975 : 9):

$$Q = 0,278 \cdot C_s \cdot C \cdot I \cdot A$$

dengan :

Q = debit puncak dengan kala ulang tertentu ( $m^3/dt$ )

I = intensitas hujan rata-rata dalam t jam (mm/jam)

C = koefisien limpasan

A = luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

$C_s$  = koefisien tampungan

0,278 = faktor konversi

Dalam studi ini, perhitungan debit puncak dengan metode Rasional Modifikasi dilakukan pada tiap sub-sub MDM Berek Kisi. Contoh perhitungan debit puncak metode Rasional Modifikasi, adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Sub-sub DAS 1 dengan data :

$$\text{Luas sub-sub DAS 1} = 0.3913 \text{ km}^2$$

$$\text{Slope lahan} = 0.4009 \text{ (Tabel 4.1 Analisa SIG)} \quad \text{Panjang lereng} = \Delta h / \sin \alpha = 503.9 \text{ m}$$

$$\text{Slope sungai} = 0.0719 \text{ (Tabel 4.1 Analisa SIG)} \quad \text{Panjang sungai} = 521.231 \text{ m}$$

$n$  = saluran alam, berkelok, berceruk dan terdapat tanaman pengganggu = 0,04

Maka :

1. Berdasarkan analisa sebelumnya telah diketahui nilai koefisien pengaliran (C) sub-sub DAS 1 = 0.4.
2. Menghitung  $T_o$  (*Overland flow time*)

$$T_o = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \times \frac{1}{60} \right] = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times 503,9 \times \frac{0,04}{\sqrt{0,4009}} \times \frac{1}{60} \right]$$

$$T_o = 1.1602 \text{ jam}$$

3. Menghitung  $v$  (kecepatan aliran)

$$v = 4,918(S)^{1/2}$$

$$v = 4,918 (0.0719)^{1/2} = 1,3191 \text{ m/dt}$$

4. Menghitung  $T_d$  (*Drain flow time*)

$$T_d = \frac{L}{3600v} = \frac{521.231}{3600 \times 1.3191}$$

$$T_d = 0.1098 \text{ jam}$$

5. Menghitung  $T_c$  (Waktu konsentrasi)

$$T_c = T_o + T_d$$

$$T_c = 1.1602 + 0.1098 = 1.2700 \text{ jam}$$

6. Menghitung  $C_s$  (Koefisien tumpang)

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} = \frac{2 \times 1.27}{2 \times 1.27 + 0.1098} = C_s = 0.9586$$

7. Menghitung intensitas hujan metode Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{2/3}, \text{ dengan } R_{24} \text{ untuk data hujan maksimum}$$

(Tabel 4.22 Perhitungan Curah Hujan Rerata Maksimum) tahun 2005=91.58 mm

$$I = \frac{91.58}{24} \left( \frac{24}{1.27} \right)^{2/3} = 27.0738 \text{ mm/jam}$$

8.  $Q_p = 0,278 \cdot C_s \cdot C \cdot I \cdot A$

$$Q_p = 0,278 \times 0.9586 \times 0.4 \times 27.0738 \times 0.3913 \rightarrow Q_p = 1.1291 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan selanjutnya untuk Sub DAS 2 sampai Sub DAS 33 terlihat pada Tabel 4.40.

#### 4.3.1.3.3 Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan ( $R_w$ )

Proses erosi selalu disertai dengan proses pengangkutan. Hal tersebut dipengaruhi oleh besar kecilnya limpasan permukaan. Oleh karena itu Williams (1975) dalam Utomo, 1994:154 mengadakan Modifikasi Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT) selanjutnya disebut MPUKT. William mengadakan modifikasi *USLE* untuk menduga hasil endapan dari setiap kejadian limpasan permukaan dengan cara mengganti indeks erosivitas ( $R$ ) dengan erosivitas limpasan permukaan ( $R_w$ ). Rumus indeks erosivitas menurut Williams, sebagai berikut :

$$R_w = 9,05 \cdot (V_o \cdot Q_p)^{0,56}$$

dengan :

$$V_o = \text{Volume limpasan permukaan (m}^3\text{)}$$

$$Q_p = \text{Debit aliran puncak (m}^3\text{/det)}$$

Volume limpasan permukaan, dirumuskan :

$$V_o = R \cdot \exp(-R_c / R_o)$$

dimana :

$$R_c = 1000 \cdot MS \cdot \rho_b \cdot RD \cdot (E_t/E_o)^{0,50}$$

$$R_o = R / R_n$$

dengan :

$$R = \text{Hujan tahunan (mm)}$$

$$R_c = \text{Kapasitas penyimpanan lengas tanah}$$

$$MS = \text{Kandungan lengas pada kapasitas lapang (\%)} \text{ (Tabel 2.4)}$$

$$\rho_b = \text{Berat jenis volume lapisan tanah atas (Mg/m}^3\text{)} \text{ (Tabel 2.4)}$$

$$RD = \text{Kedalaman perakaran efektif (m), didefinisikan sebagai lapisan Impermeabel.}$$

Besarnya ditentukan sebagai berikut :

- Untuk tanaman pohon, tanaman kayu = 0,10 m
- Untuk tanaman semusim dan rumput = 0.05 m

$Et/Et_0$  = Perbandingan evapotranspirasi aktual (Et) dengan Evapotraspirasi potensial ( $Et_0$ ) (Tabel 2.5)

$R_n$  = Jumlah hari hujan (hari)

Pada studi ini, perhitungan  $R_w$  adalah dihitung per sub\_Sub DAS MDM Berek Kisi. Jadi, curah hujan rerata bulanan (R) dan hari hujan ( $R_n$ ) untuk 33 Sub DAS jumlahnya sama.

Berikut Contoh perhitungan indeks erosivitas limpasan permukaan ( $R_w$ ):

Diketahui :

Sub-sub DAS 1

1. Dari perhitungan debit banjir dengan metode Rasional Modifikasi telah didapatkan  $Q_p = 1.1291 \text{ m}^3/\text{dt}$

2. Menghitung  $R_c$ :

Tekstur = halus

Sehingga:  $\rho_b = 1.1 \text{ Mg/m}^3$

$MS = 30 \% = 0.30$

Tata guna lahan pada Sub DAS 1 adalah Perkebunan

Sehingga:  $RD = 0.05 \text{ m}$  (diambil nilai kedalaman efektif perakaran maksimal)

$Et / Eo = 0.80$

$R_c = 1000 \cdot MS \cdot \rho_b \cdot RD \cdot (Et / Eo)^{0.50}$

$= 1000 \times 0,30 \times 1,1 \times 0.05 \times (0.8)^{0.5}$

$= 14.76$

3. Menghitung  $R_o$ :

$R = 2359.513 \text{ mm}$  (Tabel 4.30 Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2005)

$R_n = 120.04 \text{ hari}$  (Tabel 4.31 Data Hari Hujan Bulanan Tahun 2005)

$R_o = R/R_n = 2359.513/120.04 = 19.656 \text{ mm/hari}$

4. Menghitung volume limpasan permukaan ( $V_o$ ) :

$V_o = R \cdot \exp^{-R_c / R_o}$

$= 2359.513 \times \exp^{-14.76/19.656}$

$= 1113.63 \text{ m}^3$

## 5. Menghitung indeks erosivitas limpasan permukaan (Rw):

$$\begin{aligned}
 R_w &= 9,05 \cdot (V_o \cdot Q_p)^{0,56} \\
 &= 9,05 \times (1113.63 \times 1.1291)^{0,56} \\
 &= 492.44 \text{ MJ.mm/ha/jam/tahun} \\
 &= 49.244 \text{ MJ.cm/ha/jam/tahun.}
 \end{aligned}$$

Nilai  $R_w$  ini kemudian akan digunakan untuk perhitungan erosi dengan rumus *MUSLE*. Perhitungan nilai  $Q_p$  dan  $R_w$  selengkapnya pada Tabel 4.40-4.41, sedangkan  $Q_p$  puncak digambarkan pada gambar 4.17. Setelah itu dilakukan proses pemindahan data  $R_w$  menjadi data atribut sub DAS mengacu pada proses di sub\_sub bab sebelumnya.

Tabel 4.42 Rekapitulasi Debit MDM Berek Kisi Tahun 2005

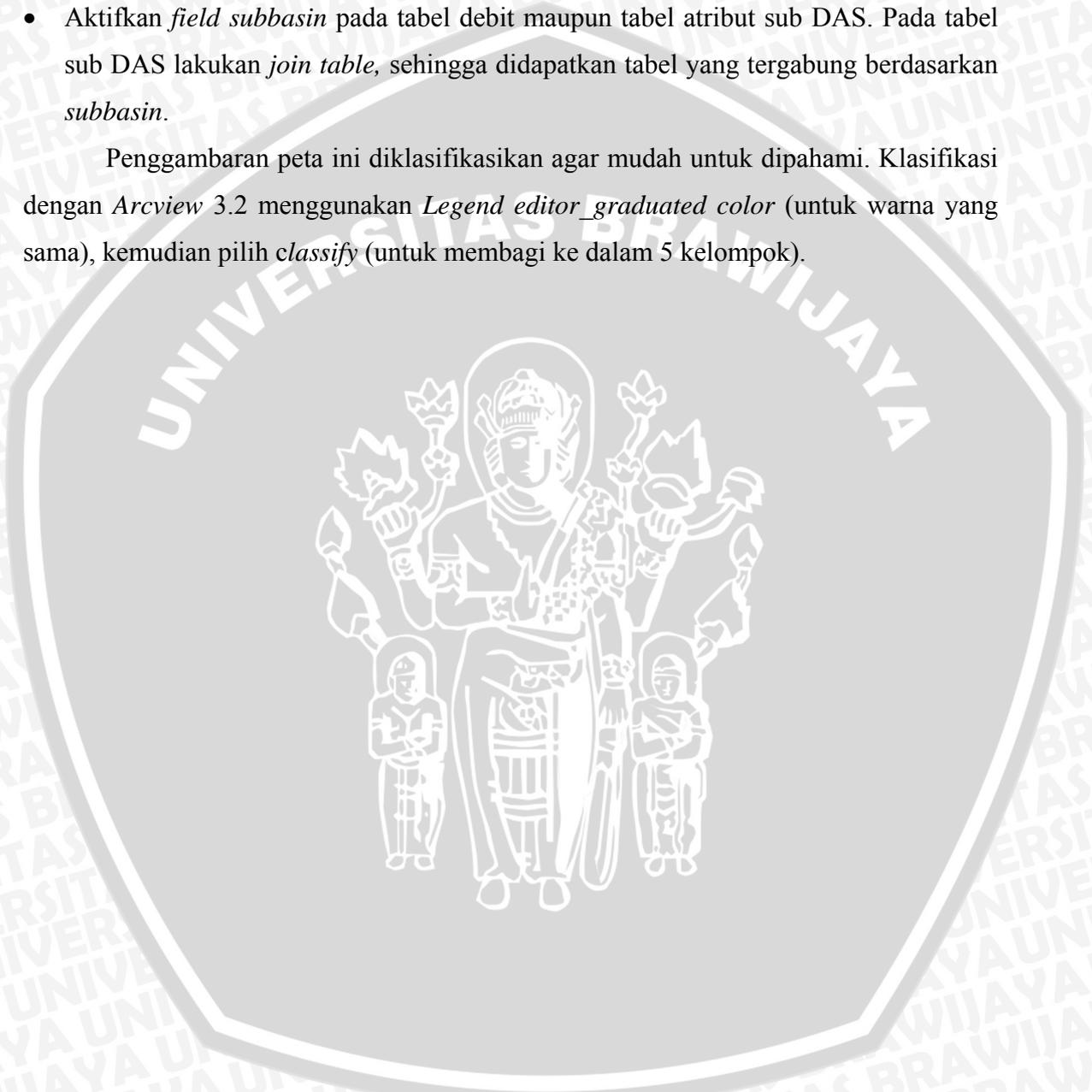
| Sub DAS | Td      | Tc      | QpEAK   | Rw        |
|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1       | 0.1098  | 1.2700  | 1.1291  | 49.2442   |
| 2       | 0.1605  | 1.4693  | 1.2968  | 53.6442   |
| 3       | 0.0436  | 1.2684  | 0.8141  | 40.6565   |
| 4       | 0.1033  | 1.0940  | 0.9924  | 45.8165   |
| 5       | 0.4785  | 2.2406  | 1.3622  | 51.4960   |
| 6       | 0.0962  | 1.7219  | 0.6361  | 29.9031   |
| 7       | 0.3474  | 2.3179  | 1.2122  | 49.1924   |
| 8       | 0.0571  | 2.1720  | 0.6947  | 34.4648   |
| 9       | 0.2621  | 2.3240  | 0.7551  | 31.2483   |
| 10      | 0.3548  | 1.7288  | 0.8875  | 32.4490   |
| 11      | 0.1751  | 3.0911  | 0.8234  | 43.8577   |
| 12      | 0.0864  | 2.4654  | 0.6829  | 39.9866   |
| 13      | 0.3996  | 2.1156  | 1.3925  | 51.7580   |
| 14      | 0.1266  | 2.1316  | 0.9609  | 46.1101   |
| 15      | 0.0671  | 0.8246  | 0.2874  | 24.2541   |
| 16      | 0.1673  | 1.3118  | 0.7543  | 43.0499   |
| 17      | 0.8348  | 3.2047  | 1.6606  | 56.1608   |
| 18      | 0.6520  | 3.1022  | 2.0546  | 67.7479   |
| 19      | 0.2317  | 1.4224  | 0.7490  | 45.3308   |
| 20      | 0.0498  | 2.2661  | 0.7561  | 48.0685   |
| 21      | 0.5525  | 2.3636  | 0.9456  | 42.3653   |
| 22      | 0.2364  | 1.3853  | 0.9165  | 33.1475   |
| 23      | 0.7512  | 3.5787  | 1.9518  | 70.9845   |
| 24      | 0.9896  | 3.3138  | 2.1339  | 74.9023   |
| 25      | 0.5139  | 1.6677  | 0.4631  | 18.4802   |
| 26      | 0.2826  | 1.7269  | 0.4057  | 19.2279   |
| 27      | 0.2641  | 1.3223  | 0.4136  | 17.6899   |
| 28      | 0.2108  | 1.7332  | 0.3475  | 17.2420   |
| 29      | 0.4666  | 2.2657  | 1.1000  | 51.1512   |
| 30      | 0.0638  | 0.9983  | 0.1627  | 11.7082   |
| 31      | 1.4991  | 4.2500  | 1.4616  | 50.4630   |
| 32      | 0.9480  | 4.0398  | 1.2873  | 45.9077   |
| 33      | 0.2826  | 1.0543  | 0.1236  | 13.1187   |
| Jumlah  | 11.8647 | 69.2417 | 31.6148 | 1350.8281 |

Sumber : Rekapitulasi Tabel 4.40-4.41

Dari rekapitulasi debit sub\_Sub DAS akan diinputkan menjadi data atribut pada peta sub DAS sehingga didapatkan peta debit tiap sub\_Sub DAS. Prosesnya yaitu:

- Tabel debit di *save* (simpan) dalam format \*.DBF 4 (*dBASE IV*).
- Buka program *arcview 3.2*, kemudian buka atribut sub DAS dalam hal ini *subbasin*. Inputkan tabel debit pada view yang sama.
- Aktifkan *field subbasin* pada tabel debit maupun tabel atribut sub DAS. Pada tabel sub DAS lakukan *join table*, sehingga didapatkan tabel yang tergabung berdasarkan *subbasin*.

Penggambaran peta ini diklasifikasikan agar mudah untuk dipahami. Klasifikasi dengan *Arcview 3.2* menggunakan *Legend editor\_graduated color* (untuk warna yang sama), kemudian pilih *classify* (untuk membagi ke dalam 5 kelompok).





























#### 4.3.2. Analisa Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah adalah tingkat kepekaan tanah terhadap erosi. Indeks erodibilitas tanah menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah tersebut oleh adanya energi kinetik hujan. Di MDM Berek Kisi terdapat beberapa jenis tanah yang mempunyai pengaruh terhadap besarnya erosi yang terjadi. Dalam studi ini, nilai K ditentukan dengan menggunakan tabel nilai K Hasil Penelitian Beberapa jenis Tanah (Tabel 2.8). Jenis tanah dan nilai erodibilitas (K) dapat dilihat pada Tabel 3.6 tentang sebaran jenis tanah di wilayah MDM Berek Kisi pada bab sebelumnya.

#### 4.3.3 Analisa Faktor Panjang Lereng (L) Dan Kemiringan Lereng (S)

Faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S) mempengaruhi besarnya erosi yang terjadi. Kemiringan mempengaruhi kecepatan dan volume limpasan permukaan. Pada dasarnya makin curam suatu lereng, maka persentase kemiringan lereng semakin besar, sehingga semakin cepat laju limpasan permukaan.

Nilai kemiringan dan panjang lereng pada daerah studi ini didapatkan dari peta topografi yang kemudian diolah dengan menggunakan bantuan *DEM*. *DEM* adalah salah satu metode pendekatan yang bisa dipakai untuk memodelkan relief permukaan bumi dalam bentuk tiga dimensi. Dengan mendapatkan peta kontur digital dalam format grid selanjutnya dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik fisik suatu DAS yang berupa kemiringan (*slope*), arah aliran (*flow direction*), panjang aliran (*flow length*) dari *upstream* sampai outlet DAS.

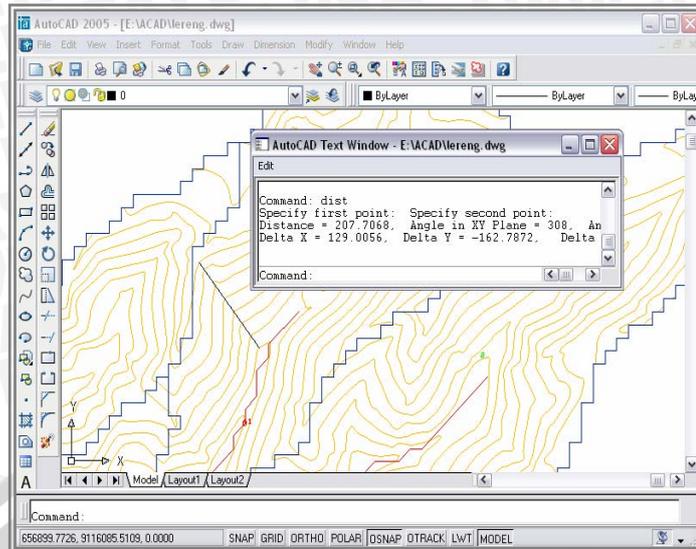
Perhitungan LS pada studi ini menggunakan persamaan 2.37. (Utomo, 1994:147)

$$LS = \sqrt{\frac{l}{100} (0,136 + 0,0975S + 0,0139S^2)}$$

Dengan:

- L = panjang lereng (m)
- S = kemiringan lereng (%)

Panjang lereng rata-rata (L) di Sub MDM Berek Kisi didapat melalui peta topografi *digital* dengan skala 1 : 25000. Melalui pengukuran jarak antar kontur beberapa titik tinjau pada *Arcview 3.2* dengan bantuan *tools* yaitu *measure* atau perhitungan manual dengan *Auto-cad*, maka dapat diketahui panjang lereng rata-rata pada tiap sub-sub DAS.



Gambar 4.22 Tampilan Perhitungan Jarak Lereng

Nilai slope (S) didapatkan dari peta pembangkitan DEM. Keduanya ditentukan berdasarkan sub-sub DAS nya.

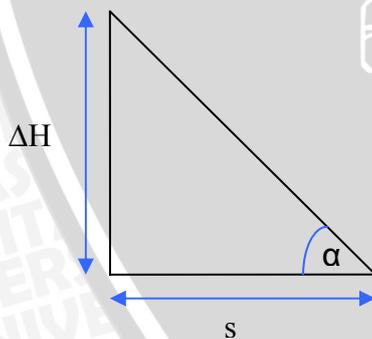
Contoh perhitungan LS:

Diketahui sub-sub DAS 1 dengan data :

Kemiringan lereng SIG = S = 40.0873 %

Panjang Lereng = L = tidak dapat diketahui, sehingga dilakukan perhitungan manual dengan *tools measure* dan *Autocad* ataupun menggunakan cara sebagai berikut:

Sub-Sub DAS 1:



**Data dari Peta SIG:**

Sub DAS = 1

**Slope (S) = 40.0873%**

Elv. Maksimum = 1025.00

Elv. Minimum = 837.50

$$\Delta H = \text{Elv. Maksimum} - \text{Elv. Minimum}$$

$$= 1025.00 - 837.50 = 187.5 \text{ m}$$

$$S = \text{Slope} = \tan \alpha = \Delta H/s$$

$$= 187.5/s = 0.400873$$

$$\alpha = 21.8559^\circ$$

Karena  $\alpha = 21.8559^\circ$

$$\text{Maka } L = \Delta H / \sin \alpha = 187.5 / \sin 21.8559^\circ \rightarrow L = 503.9119 \text{ m}$$

Dengan diketahui nilai L dan S maka faktor LS dengan Persamaan 2-37 maka,

$$LS = \sqrt{(L/100).(0,136 + (0,0975.S) + (0,0139.S^2))}$$

$$LS = \sqrt{(503.9119/100).(0,136 + (0,0975.40.0873) + (0,0139.40.0873^2))}$$

$$= 6.5359$$

Untuk menghindari penyimpangan yang terlalu besar, maka dalam studi ini harga indeks LS metode *USLE*, *RUSLE* dan *MUSLE* dianggap sama yaitu LS Rerata tiap Sub DAS seperti yang terlihat pada Tabel 4.43 perhitungan nilai LS.



Tabel 4.43 Perhitungan Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

| Sub<br>DAS | Slope<br>S | Tan $\alpha$ | $\alpha$ | Sin $\alpha$ | Elevasi |       | $\Delta H$ | Panjang | Faktor |
|------------|------------|--------------|----------|--------------|---------|-------|------------|---------|--------|
|            |            |              |          |              | Maks    | Min   |            | L       | LS     |
| [1]        | [2]        | [3]          | [4]      | [5]          | [6]     | [7]   | [8]        | [9]     | [10]   |
| 1          | 40.0873    | 0.401        | 21.845   | 0.37209      | 1025.0  | 837.5 | 187.50     | 503.912 | 6.5359 |
| 2          | 38.4793    | 0.385        | 21.045   | 0.35911      | 1037.5  | 837.5 | 200.00     | 556.936 | 6.4987 |
| 3          | 44.0846    | 0.441        | 23.788   | 0.40335      | 975.0   | 750.0 | 225.00     | 557.825 | 7.1937 |
| 4          | 47.3253    | 0.473        | 25.328   | 0.42780      | 950.0   | 750.0 | 200.00     | 467.505 | 7.3034 |
| 5          | 36.4552    | 0.365        | 20.032   | 0.34254      | 900.0   | 650.0 | 250.00     | 729.838 | 6.7384 |
| 6          | 32.9136    | 0.329        | 18.216   | 0.31261      | 850.0   | 650.0 | 200.00     | 639.781 | 6.0381 |
| 7          | 34.8375    | 0.348        | 19.208   | 0.32900      | 950.0   | 687.5 | 262.50     | 797.864 | 6.7123 |
| 8          | 22.3931    | 0.224        | 12.620   | 0.21849      | 837.5   | 687.5 | 150.00     | 686.528 | 4.7847 |
| 9          | 25.3534    | 0.254        | 14.225   | 0.24573      | 775.0   | 600.0 | 175.00     | 712.173 | 5.2448 |
| 10         | 31.9994    | 0.320        | 17.745   | 0.30478      | 762.5   | 600.0 | 162.50     | 533.178 | 5.6208 |
| 11         | 18.9800    | 0.190        | 10.747   | 0.18647      | 787.5   | 625.0 | 162.50     | 871.450 | 4.7243 |
| 12         | 21.8171    | 0.218        | 12.309   | 0.21318      | 787.5   | 625.0 | 162.50     | 762.253 | 4.8854 |
| 13         | 31.6688    | 0.317        | 17.573   | 0.30192      | 750.0   | 550.0 | 200.00     | 662.426 | 5.9410 |
| 14         | 25.8460    | 0.258        | 14.494   | 0.25027      | 725.0   | 550.0 | 175.00     | 699.235 | 5.2780 |
| 15         | 28.2285    | 0.282        | 15.764   | 0.27168      | 612.5   | 537.5 | 75.00      | 276.058 | 4.3646 |
| 16         | 32.3606    | 0.324        | 17.932   | 0.30788      | 675.0   | 537.5 | 137.50     | 446.601 | 5.4087 |
| 17         | 25.2536    | 0.253        | 14.171   | 0.24482      | 675.0   | 475.0 | 200.00     | 816.938 | 5.4855 |
| 18         | 27.8135    | 0.278        | 15.541   | 0.26793      | 712.5   | 475.0 | 237.50     | 886.421 | 5.9997 |
| 19         | 20.6356    | 0.206        | 11.662   | 0.20214      | 525.0   | 450.0 | 75.00      | 371.031 | 3.7267 |
| 20         | 16.4398    | 0.164        | 9.336    | 0.16222      | 550.0   | 450.0 | 100.00     | 616.439 | 3.8047 |
| 21         | 17.2238    | 0.172        | 9.771    | 0.16970      | 487.5   | 400.0 | 87.50      | 515.609 | 3.6720 |
| 22         | 21.1501    | 0.212        | 11.942   | 0.20692      | 475.0   | 400.0 | 75.00      | 362.453 | 3.7663 |
| 23         | 25.1659    | 0.252        | 14.128   | 0.24409      | 637.5   | 400.0 | 237.50     | 973.013 | 5.8310 |
| 24         | 26.6956    | 0.267        | 14.949   | 0.25796      | 612.5   | 400.0 | 212.50     | 823.763 | 5.6980 |
| 25         | 21.0850    | 0.211        | 11.909   | 0.20636      | 462.5   | 387.5 | 75.00      | 363.443 | 3.7611 |
| 26         | 15.9804    | 0.160        | 9.079    | 0.15780      | 450.0   | 387.5 | 62.50      | 396.076 | 3.2031 |
| 27         | 22.3806    | 0.224        | 12.615   | 0.21840      | 437.5   | 362.5 | 75.00      | 343.409 | 3.8630 |
| 28         | 15.4216    | 0.154        | 8.766    | 0.15240      | 425.0   | 362.5 | 62.50      | 410.107 | 3.1670 |
| 29         | 17.2995    | 0.173        | 9.815    | 0.17047      | 437.5   | 350.0 | 87.50      | 513.294 | 3.6764 |
| 30         | 18.4605    | 0.185        | 10.459   | 0.18153      | 400.0   | 350.0 | 50.00      | 275.431 | 3.1732 |
| 31         | 16.5173    | 0.165        | 9.381    | 0.16299      | 400.0   | 275.0 | 125.00     | 766.917 | 4.1456 |
| 32         | 16.2787    | 0.163        | 9.247    | 0.16068      | 412.5   | 275.0 | 137.50     | 855.717 | 4.2929 |
| 33         | 13.1409    | 0.131        | 7.486    | 0.13028      | 300.0   | 275.0 | 25.00      | 191.894 | 2.2627 |

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

[1] = Sub-sub DAS

[2] = Slope (SIG, Tabel 4.1)

[3] =  $\tan \alpha = [2]/100$ [4] = Arc Tan  $\alpha$ 

[5] = Sin [4]

[6] = Elevasi Maksimum DAS (Analisa SIG)

[7] = Elevasi Minimum DAS (Analisa SIG)

[8] = Beda Tinggi (Elv.Maks-Elv.Min) = [6]/[7]

[9] = [8]/[5]

[10] = Rumus LS (Pers.2-37)  $LS = \sqrt{(L/100) \cdot (0,136 + (0,0975 \cdot S) + (0,0139 \cdot S^2))}$

#### 4.3.4 Faktor Pengelolaan Tanaman dan Faktor Tindakan Konservasi Tanah (CP)

Faktor pengelolaan tanaman merupakan faktor yang menggambarkan nisbah antara besarnya erosi dari lahan yang bertanaman tertentu dan dengan pengelolaan tertentu terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami dan diolah bersih. Besarnya faktor pengelolaan tanaman (C) dapat diketahui dengan tabel nilai faktor pengelolaan tanaman (Tabel 2.13) berdasarkan tata guna lahan eksisting di sub MDM Berek Kisi. Besarnya nilai faktor pengelolaan tanaman (C) dapat dilihat pada Tabel 3.7.

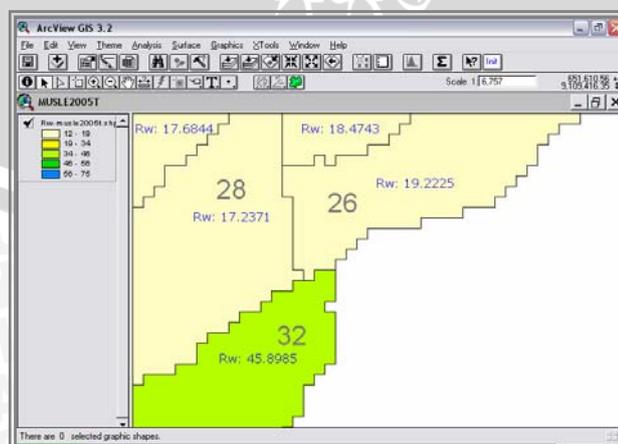
Faktor tindakan konservasi adalah nisbah antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan tanpa tindakan konservasi (Suripin, 2002 : 80). Besarnya faktor C berdasarkan tabel nilai faktor P berbagai tindakan konservasi tanah (Tabel 2.10). Dalam studi ini, nilai faktor P dianggap = 1 karena dianggap belum ada tindakan konservasi yang dilakukan kecuali untuk tata guna lahan sawah,  $P=0.4$  yaitu berupa teras tradisional.

#### 4.3.5 Analisa Laju Erosi

Perhitungan laju erosi lahan untuk metode *USLE* dan *RUSLE* dihitung untuk setiap unit lahan yang memiliki informasi tataguna lahan, kemiringan lereng, dan jenis tanah, sedangkan metode *MUSLE* dihitung pada setiap Sub DAS yang terdiri dari beberapa unit lahan. Untuk mendapatkan laju erosi unit lahan dilakukan dengan cara menggabungkan/*overlay* dari peta-peta yang telah dibuat sebelumnya, yaitu peta Sub DAS yang ditambahkan atribut dari hasil perhitungan indeks erosivitas hujan, peta kemiringan lereng, peta jenis tanah dan peta tata guna lahan.

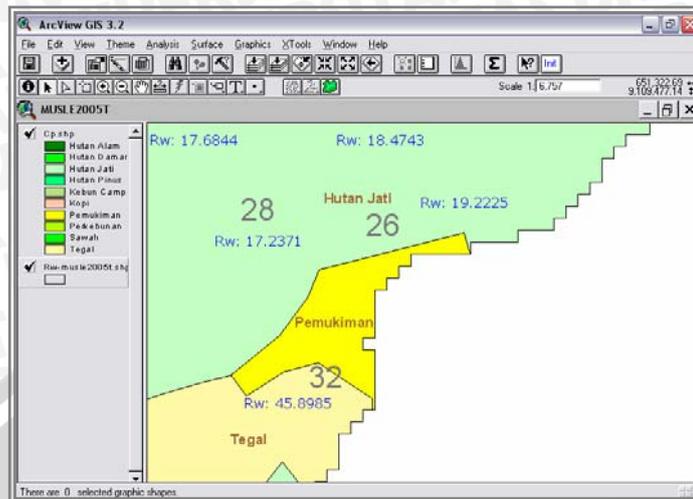
Berikut langkah-langkah dalam perhitungan laju erosi dengan *ArcView GIS 3.2* :

1. Tampilkan *theme* peta Sub DAS dan tambahkan *field* indeks erosivitas dan isi nilainya sesuai dengan hasil perhitungan indeks erosivitas pada Sub Bab 4.3.1.



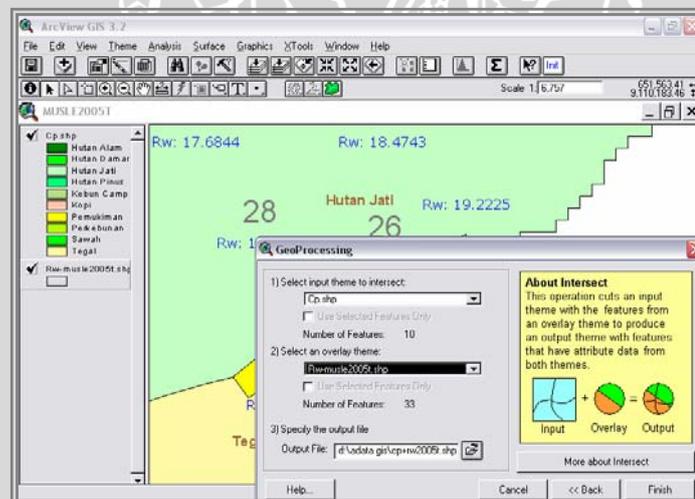
Gambar 4.23. Contoh tampilan Indeks Erosivitas

2. Tampilkan *theme* peta tata guna lahan yang mengandung atribut penggunaan lahan dan tambahkan *field* nilai C dan nilai P.



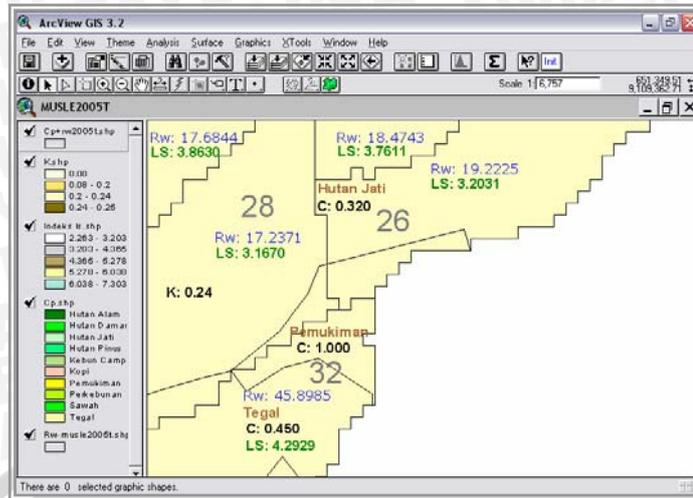
Gambar 4.24 Contoh tampilan peta Overlay Indeks Erosivitas dan Tata Guna Lahan

3. Lakukan *overlay* dengan menggunakan perintah *intersect* pada *extention Geo Processing Wizard* pada peta indeks erosivitas dan peta tata guna lahan.



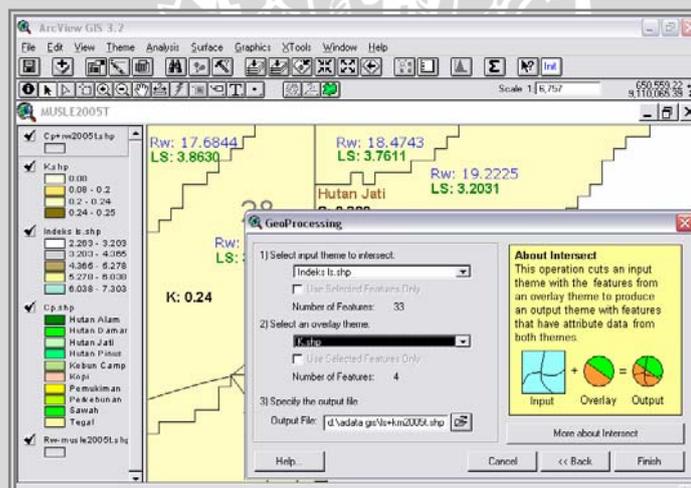
Gambar 4.25 Contoh tampilan peta Overlay Indeks Erosivitas dan Tata Guna Lahan

4. Tampilkan *theme* peta kemiringan lereng dan tambahkan *field* faktor LS sesuai dengan tabel penentuan nilai LS (Tabel 4.43) serta *theme* peta jenis tanah dan tambahkan *field* nilai K (erodibilitas) sesuai dengan tabel penentuan nilai K (Tabel 3.14).



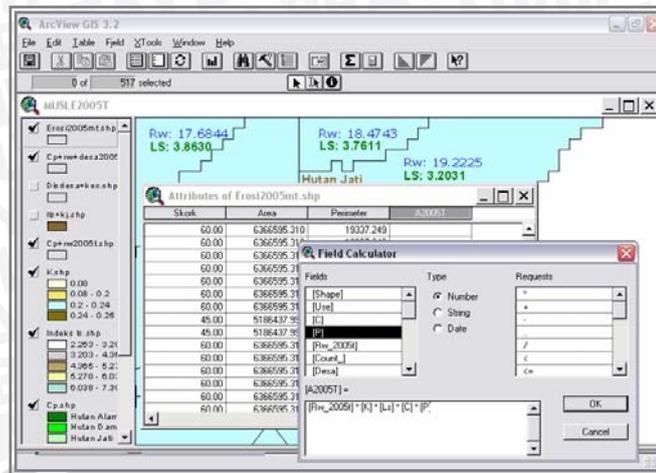
Gambar 4.26 Contoh tampilan peta kemiringan (LS) dan jenis tanah (K)

5. Lakukan *overlay* peta kemiringan lereng dan peta jenis tanah dengan menggunakan perintah *intersect* pada *extension Geo Processing Wizard*.



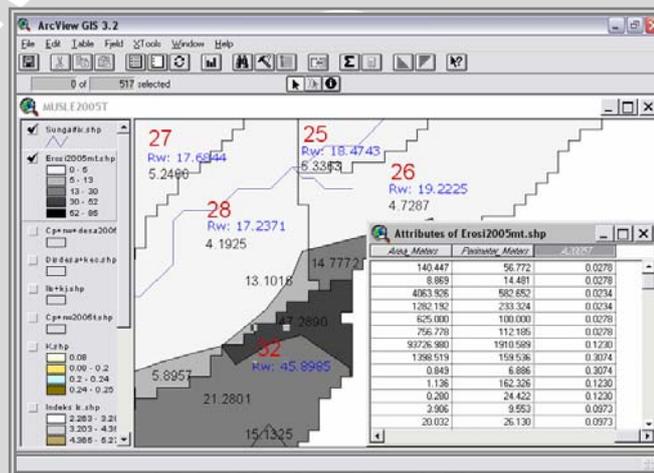
Gambar 4.27 Hasil *overlay* peta lereng dan jenis tanah

6. Lakukan *overlay* peta tata guna lahan dan indeks erosititas dengan hasil *overlay* peta lereng dan jenis tanah sehingga akan didapatkan laju erosi tiap unit lahan. Kemudian dilakukan perhitungan laju erosi dapat menggunakan perintah *calculate* dengan mengalikan semua faktor yang berpengaruh terhadap erosi yakni indeks erosititas R, nilai K, nilai faktor LS, nilai C, dan nilai P.



Gambar 4.28 Tampilan fungsi *calculate* untuk menghitung laju erosi

7. Dengan *Reclassify*, maka diperoleh sebaran laju erosi tiap unit lahan pada Sub DAS tersebut.



Gambar 4.29 Tampilan sebaran laju erosi

#### 4.3.5.1 Analisa Laju Erosi Metode USLE

Dari beberapa metode untuk memprakirakan besarnya erosi permukaan, metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)* yang dikembangkan oleh Wischmeir dan Smith (1978) adalah metode yang paling umum digunakan untuk memprakirakan besarnya erosi. Dikembangkan cara untuk memperkirakan erosi dengan menggunakan persamaan matematis seperti dikemukakan oleh Weschmeir dan Smith (1978) dan dikenal sebagai persamaan USLE (Persamaan 2-28) :

$$A = R.K.LS.C.P$$

Dimana:

A = Besarnya kehilangan tanah per satuan luas lahan (ton/ha/th)

R = Indeks erosivitas

- K = Indeks erodibilitas  
 L = Faktor panjang lereng  
 S = Faktor kemiringan lereng  
 C = Faktor pengelolaan tanaman  
 P = Faktor praktek konservasi tanah

Dalam studi ini, untuk metode *USLE* digunakan dua metode indeks erosivitas, yaitu indeks erosivitas metode Arnoldus dan indeks erosivitas metode Bols.

**Contoh perhitungan laju erosi Sub MDM Berek Kisi dengan R-Arnoldus Tahun 2005 adalah sebagai berikut :**

Diketahui :

Sub-sub DAS 1

1. Dari perhitungan indeks erosivitas Arnoldus (Tabel 4.37-Analisa Indeks Erosivitas Arnoldus Tahun 2005) didapatkan nilai  $R = 308.399 \text{ mm}$
2. Slope = 40.0873 %
3. Panjang lereng = 503.9119 m
4. Didapatkan faktor LS = 6.5359
5. Jenis tanah adalah kompleks Andosol , didapatkan nilai  $K = 0.08$
6. Tata guna lahan adalah Perkebunan, didapatkan nilai  $C = 0,2$  dan nilai  $P = 1$  (tanpa tindakan konservasi)

Maka :

$$A = R.K.LS.C.P$$

$$A = 308.399. 0.08. 6.5359. 0.2.1$$

$$A = 32.2506 \text{ ton/ha/th}$$

Dengan luas unit lahan = 39.125 ha, maka

$$\text{Total erosi} = 32.2506 \text{ ton/ha/th} \times 39.125 \text{ ha} = 1261.806 \text{ ton/th}$$

Hasil perhitungan erosi sub MDM Berek Kisi di tiap sub-sub DASnya dengan indeks erosivitas metode Arnoldus dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.44 Perhitungan Laju Erosi Metode  
USLE-Arnoldus MDM Berek Kisi Tahun 2005

| Sub DAS | Luas Sub DAS (Ha) | Laju Erosi Ton | Persentase Erosi (%) |
|---------|-------------------|----------------|----------------------|
| 1       | 39.125            | 1261.806       | 1.258                |
| 2       | 49.5              | 1683.526       | 1.678                |
| 3       | 27.75             | 966.167        | 0.963                |
| 4       | 31.25             | 1126.175       | 1.123                |
| 5       | 74.75             | 2480.348       | 2.473                |
| 6       | 30                | 685.316        | 0.683                |
| 7       | 65.0625           | 2423.104       | 2.416                |
| 8       | 32.813            | 769.246        | 0.767                |
| 9       | 42.8750           | 1235.170       | 1.231                |
| 10      | 44.6875           | 1355.814       | 1.352                |
| 11      | 39.625            | 774.434        | 0.772                |
| 12      | 27.6875           | 954.562        | 0.952                |
| 13      | 64.1250           | 3889.515       | 3.877                |
| 14      | 37.25             | 715.572        | 0.713                |
| 15      | 5.8125            | 244.903        | 0.244                |
| 16      | 20.6875           | 1492.703       | 1.488                |
| 17      | 103.5625          | 5018.219       | 5.002                |
| 18      | 115.4375          | 8362.441       | 8.336                |
| 19      | 21.0625           | 1595.531       | 1.591                |
| 20      | 25.9375           | 2692.340       | 2.684                |
| 21      | 46.75             | 2778.890       | 2.770                |
| 22      | 40.750            | 3565.344       | 3.554                |
| 23      | 112.13            | 8781.116       | 8.754                |
| 24      | 120.25            | 7746.478       | 7.722                |
| 25      | 32.75             | 2909.627       | 2.901                |
| 26      | 23.75             | 2050.488       | 2.044                |
| 27      | 23.25             | 2199.413       | 2.193                |
| 28      | 20                | 1718.922       | 1.714                |
| 29      | 48.000            | 5416.142       | 5.399                |
| 30      | 6                 | 494.236        | 0.493                |
| 31      | 136.125           | 10867.827      | 10.834               |
| 32      | 103.4375          | 11952.844      | 11.915               |
| 33      | 4.625             | 106.055        | 0.106                |
| TOTAL   | 1617.1875         | 100314.274     | 100.000              |

Sumber: Rekapitulasi Lampiran 1

Dari tabel 4.44 didapatkan total erosi sebesar 100.314,274 ton/th, sehingga erosi rata-rata di sub MDM Berek Kisi adalah sebesar 62.030 ton/ha/th. Dengan berat volume tanah = 1,4 gr/cm<sup>3</sup> (BP-DAS Brantas).

Maka didapatkan nilai kehilangan tanah =  $\frac{62.030}{1,4.10} = 4.431 \text{ mm/th} = 0.4431 \text{ cm/th}$ .

Hasil perhitungan erosi Sub MDM Berek Kisi di tiap sub-sub DAS dengan indeks erosivitas metode Arnoldus dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Contoh perhitungan erosi Sub MDM Berek Kisi dengan R-EI<sub>30</sub> Bols Tahun 2005 adalah sebagai berikut :**

Diketahui :

Sub-sub DAS 1

1. Dari perhitungan indeks erosivitas Arnoldus (Tabel 4.34-Analisa Indeks Erosivitas EI<sub>30</sub> Bols Tahun 2005) didapatkan nilai R = 2346.802 KJ/Ha
2. Slope = 40.0873 %
3. Panjang lereng = 503.9119 m
4. Didapatkan faktor LS = 6.5359
5. Jenis tanah adalah kompleks Andosol , didapatkan nilai K =0.08
6. Tata guna lahan adalah Perkebunan, didapatkan nilai C = 0,2 dan nilai P = 1 (tanpa tindakan konservasi)

Maka :

$$A = R.K.LS.C.P$$

$$A = 2346.802. 0.08. 6.5359. 0.2.1$$

$$A = 245.415 \text{ ton/ha/th}$$

Dengan luas unit lahan = 39.125 ha, maka

$$\text{Total erosi} = 245.415 \text{ ton/ha/th} \times 39.125 \text{ ha} = 9601.874 \text{ ton/th}$$

Hasil perhitungan erosi sub MDM Berek Kisi di tiap sub-sub DASnya dengan indeks erosivitas metode EI<sub>30</sub> Bols dapat dilihat pada Tabel 4.45 berikut :

Tabel 4.45 Perhitungan Laju Erosi Metode *USLE*-EI<sub>30</sub> Bols  
MDM Berek Kisi Tahun 2005

| Sub DAS | Luas Sub DAS (Ha) | Laju Erosi Ton | Persentase Erosi (%) |
|---------|-------------------|----------------|----------------------|
| 1       | 39.125            | 9601.874       | 1.2579               |
| 2       | 49.5              | 12811.007      | 1.6783               |
| 3       | 27.75             | 7352.173       | 0.9631               |
| 4       | 31.25             | 8569.773       | 1.1227               |
| 5       | 74.75             | 18874.534      | 2.4726               |
| 6       | 30                | 5215.004       | 0.6832               |
| 7       | 65.0625           | 18438.9291     | 2.4155               |
| 8       | 32.813            | 5853.6778      | 0.7668               |
| 9       | 42.8750           | 9399.1835      | 1.2313               |
| 10      | 44.6875           | 10317.2429     | 1.3516               |
| 11      | 39.625            | 5893.1526      | 0.7720               |
| 12      | 27.6875           | 7263.8656      | 0.9516               |
| 13      | 64.1250           | 29597.7743     | 3.8773               |
| 14      | 37.25             | 5445.2350      | 0.7133               |
| 15      | 5.8125            | 1863.6178      | 0.2441               |
| 16      | 20.6875           | 11358.9182     | 1.4880               |
| 17      | 103.5625          | 38186.7940     | 5.0025               |
| 18      | 115.4375          | 63635.0853     | 8.3363               |
| 19      | 21.0625           | 12141.3983     | 1.5905               |
| 20      | 25.9375           | 20487.7129     | 2.6839               |
| 21      | 46.75             | 21146.3261     | 2.7702               |
| 22      | 40.750            | 27130.9503     | 3.5542               |
| 23      | 112.13            | 66817.3257     | 8.7532               |
| 24      | 120.25            | 58947.8318     | 7.7222               |
| 25      | 32.75             | 22141.1820     | 2.9005               |
| 26      | 23.75             | 15603.4567     | 2.0441               |
| 27      | 23.25             | 16736.7223     | 2.1925               |
| 28      | 20                | 13080.3625     | 1.7135               |
| 29      | 48.000            | 41214.8407     | 5.3992               |
| 30      | 6                 | 3760.9521      | 0.4927               |
| 31      | 136.125           | 82700.1422     | 10.8338              |
| 32      | 103.4375          | 90956.7252     | 11.9155              |
| 33      | 4.625             | 807.0416       | 0.1057               |
| TOTAL   | 1617.1875         | 763350.8114    | 100.00               |

Sumber : Rekapitulasi Lampiran 2

Dari Tabel 4.45 didapatkan total erosi sebesar 763.350,8114 ton/th, sehingga erosi rata-rata di sub MDM Berek Kisi adalah sebesar 472.024 ton/ha/th. Dengan berat volume tanah = 1,4 gr/cm<sup>3</sup> (BP-DAS Brantas).

Maka didapatkan nilai kehilangan tanah =  $\frac{472.024}{1,4.10} = 33.716 \text{ mm/th} = 3.3716 \text{ cm/th}$ .

Rekapitulasi hasil perhitungan erosi metode *USLE* dengan indeks erosivitas metode EI<sub>30</sub> Bols dapat dilihat pada Tabel Lampiran 2.

#### 4.3.5.2 Analisa Laju Erosi Metode *RUSLE*

Contoh perhitungan erosi sub MDM Berek Kisi dengan  $R-EI_{30}$  Tahun 2005 adalah sebagai berikut :

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| ▪ Unit lahan                     | : 1             |
| Penggunaan lahan                 | : Perkebunan    |
| Kemiringan                       | : >45%          |
| Jenis tanah                      | : Andosol       |
| Stasiun                          | : Doko          |
| Indeks erosivitas $EI_{30}$ (R ) | : 174.644 Kj/ha |
| Indeks erodibilitas (K)          | : 0.08          |
| Faktor LS                        | : 6.5359        |
| Indeks CP                        | : 0.2           |
| Luas                             | : 16.5639 ha    |

Perhitungan laju erosi yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$A = R.K.LS.CP$$

$$A = 174.644 \times 0,08 \times 6.5359 \times 0.2 = 18.2633 \text{ ton/thn}$$

$$A = 18,2633 \text{ ton/thn} \times 16.5639 \text{ ha} = 302.512 \text{ ton/thn}$$

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| ▪ Unit lahan                     | : 2             |
| Penggunaan lahan                 | : Perkebunan    |
| Kemiringan                       | : >45%          |
| Jenis tanah                      | : Andosol       |
| Stasiun                          | : Tunggorono    |
| Indeks erosivitas $EI_{30}$ (R ) | : 417.712 Kj/ha |
| Indeks erodibilitas (K)          | : 0.08          |
| Faktor LS                        | : 6.5359        |
| Indeks CP                        | : 0.2           |
| Luas                             | : 22.5611 ha    |

$$A = R.K.LS.CP$$

$$A = 417.712 \times 0,08 \times 6.5359 \times 0.2 = 42.6820 \text{ ton/thn}$$

$$A = 42.6820 \text{ ton/thn} \times 22.5611 \text{ ha} = 958.5113 \text{ ton/thn}$$

Maka Laju Erosi Sub DAS 1 = A unit lahan 1 + A unit lahan 2 = 1288.0233 ton/Thn.

Hasil perhitungan erosi Sub MDM Berek Kisi dengan indeks erosivitas metode  $EI_{30}$  *RUSLE* dapat dilihat pada Tabel 4.46 berikut :

Tabel 4.46 Perhitungan Laju Erosi Metode EI<sub>30</sub>RUSLE  
MDM Berek Kisi Tahun 2005

| Sub DAS | Luas Sub DAS (Ha) | Laju Erosi Ton | Persentase Erosi (%) |
|---------|-------------------|----------------|----------------------|
| 1       | 39.125            | 1288.023       | 2.254                |
| 2       | 49.5              | 1822.278       | 3.189                |
| 3       | 27.75             | 547.121        | 0.957                |
| 4       | 31.25             | 637.744        | 1.116                |
| 5       | 74.75             | 1404.619       | 2.458                |
| 6       | 30                | 388.081        | 0.679                |
| 7       | 65.0625           | 1372.173       | 2.401                |
| 8       | 32.813            | 435.614        | 0.762                |
| 9       | 42.8750           | 699.529        | 1.224                |
| 10      | 44.6875           | 767.837        | 1.344                |
| 11      | 39.625            | 438.550        | 0.767                |
| 12      | 27.6875           | 540.690        | 0.946                |
| 13      | 64.1250           | 2202.561       | 3.854                |
| 14      | 37.25             | 405.231        | 0.709                |
| 15      | 5.8125            | 138.713        | 0.243                |
| 16      | 20.6875           | 845.289        | 1.479                |
| 17      | 103.5625          | 2841.625       | 4.973                |
| 18      | 115.4375          | 4735.551       | 8.287                |
| 19      | 21.0625           | 903.538        | 1.581                |
| 20      | 25.9375           | 1524.682       | 2.668                |
| 21      | 46.75             | 1519.245       | 2.659                |
| 22      | 40.750            | 1947.382       | 3.408                |
| 23      | 112.13            | 4966.255       | 8.691                |
| 24      | 120.25            | 4386.275       | 7.676                |
| 25      | 32.75             | 1572.369       | 2.752                |
| 26      | 23.75             | 1117.906       | 1.956                |
| 27      | 23.25             | 1188.203       | 2.079                |
| 28      | 20                | 928.661        | 1.625                |
| 29      | 48.000            | 2926.070       | 5.120                |
| 30      | 6                 | 267.007        | 0.467                |
| 31      | 136.125           | 5871.155       | 10.274               |
| 32      | 103.4375          | 6457.448       | 11.300               |
| 33      | 4.625             | 57.283         | 0.100                |
| TOTAL   | 1617.1875         | 57144.7105     | 100.000              |

Sumber: Rekapitulasi Lampiran 3

Dari Tabel 4.46 didapatkan total erosi sebesar 57144.7105 ton/th, sehingga erosi rata-rata di sub MDM Berek Kisi adalah sebesar 35.33586 ton/ha/th. Dengan berat volume tanah = 1,4 gr/cm<sup>3</sup> (BP-DAS Brantas).

Maka didapatkan nilai kehilangan tanah =  $\frac{35.5405}{1,4.10} = 2.524 \text{ mm/th} = 0.254 \text{ cm/th}$ .

Rekapitulasi hasil perhitungan erosi metode *RUSLE-EI<sub>30</sub>* dapat dilihat pada Tabel Lampiran 3.

#### 4.3.5.3 Analisa Laju Erosi Metode *MUSLE*

Metode *MUSLE*, dapat dirumuskan (persamaan 2-28):

$$A = R_w \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

dengan :

- A = Besarnya kehilangan tanah per satuan luas lahan (ton/ha/th)
- R<sub>w</sub> = Faktor erosivitas limpasan permukaan menurut Williams
- K = Faktor erodibilitas tanah
- L = Faktor panjang kemiringan lereng
- S = Faktor gradien (beda) kemiringan
- C = Faktor pengelolaan tanaman
- P = Faktor praktek konservasi tanah

Dalam studi ini, indeks erosivitas limpasan permukaan (R<sub>w</sub>) menggunakan perlakuan debit Rasional Modifikasi.

#### Contoh perhitungan erosi di Sub MDM Barek Kisi Metode *MUSLE* Tahun 2005

Diketahui :

Sub-sub DAS 1

1. Perhitungan indeks erosivitas dengan Q<sub>p</sub> (Rasional Modifikasi) Tabel 4.41)  
R<sub>w</sub> = 49.244
2. Slope = 40.087
3. Panjang lereng = 503.912, maka diperoleh faktor LS (Persamaan 2-37) = 6.536
4. Jenis tanah adalah kompleks Andosol, didapatkan nilai K = 0,08
5. Tata guna lahan adalah Perkebunan, didapatkan nilai C = 0.2 dan nilai P = 1 (tanpa tindakan konservasi)

Maka :

$$A = R_w \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

$$A = 49.244 \cdot 0.08 \cdot 6.536 \cdot 0,2 \cdot 1$$

$$A = 5.150 \text{ ton/ha/th}$$

Dengan lahan = 39.125 ha, maka

$$\text{Total erosi} = 5.150 \text{ ton/ha/th} \times 39.125 \text{ ha} = 201.481 \text{ ton/th}$$

Hasil perhitungan erosi sub MDM Barek Kisi di tiap sub-sub DAS dapat dilihat pada Tabel 4.47 berikut :

Tabel 4.47 Rekapitulasi Laju Erosi  
Metode *MUSLE* dengan  $Q_p$  Rasional Modifikasi  
MDM Berek Kisi Kala Ulang 1 Tahun

| Sub DAS      | Luas Sub DAS (ha) | Laju Erosi Ton    | Persentase Erosi (%) |
|--------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 1            | 39.125            | 201.481           | 1.2357               |
| 2            | 49.5              | 292.840           | 1.7960               |
| 3            | 27.75             | 127.351           | 0.7811               |
| 4            | 31.25             | 167.282           | 1.0260               |
| 5            | 74.75             | 414.095           | 2.5397               |
| 6            | 30                | 66.436            | 0.4075               |
| 7            | 65.0625           | 386.4436          | 2.3701               |
| 8            | 32.813            | 85.9510           | 0.5272               |
| 9            | 42.8750           | 125.1237          | 0.7674               |
| 10           | 44.6875           | 142.6198          | 0.8747               |
| 11           | 39.625            | 110.1188          | 0.6754               |
| 12           | 27.6875           | 123.7520          | 0.7590               |
| 13           | 64.1250           | 652.6572          | 4.0029               |
| 14           | 37.25             | 106.9734          | 0.6561               |
| 15           | 5.8125            | 19.2579           | 0.1181               |
| 16           | 20.6875           | 208.3446          | 1.2778               |
| 17           | 103.5625          | 913.6759          | 5.6038               |
| 18           | 115.4375          | 1836.7451         | 11.2651              |
| 19           | 21.0625           | 234.5005          | 1.4382               |
| 20           | 25.9375           | 419.6078          | 2.5735               |
| 21           | 46.75             | 381.6774          | 2.3409               |
| 22           | 40.750            | 383.1171          | 2.3497               |
| 23           | 112.13            | 2020.7873         | 12.3939              |
| 24           | 120.25            | 1881.1849         | 11.5377              |
| 25           | 32.75             | 174.2982          | 1.0690               |
| 26           | 23.75             | 127.8068          | 0.7839               |
| 27           | 23.25             | 126.1201          | 0.7735               |
| 28           | 20                | 96.0742           | 0.5892               |
| 29           | 48.000            | 898.2075          | 5.5089               |
| 30           | 6                 | 18.7582           | 0.1150               |
| 31           | 136.125           | 1777.9493         | 10.9045              |
| 32           | 103.4375          | 1778.9222         | 10.9105              |
| 33           | 4.625             | 4.5106            | 0.0277               |
| <b>TOTAL</b> | <b>1617.1875</b>  | <b>16304.6697</b> | <b>100.00</b>        |

Sumber: Lampiran 10-2

Dari tabel 4.47 didapatkan total erosi sebesar 16.304,6697 ton/th, sehingga erosi rata-rata di sub MDM Berek Kisi adalah sebesar 10.08221 ton/ha/th. Dengan berat volume tanah =  $1,4 \text{ gr/cm}^3$ . Maka didapatkan nilai kehilangan tanah =  $\frac{10.08211}{1,4.10} = 0,720$  mm/th.

Rekapitulasi karakteristik laju erosi metode *USLE*, *RUSLE*, dan *MUSLE* dapat dilihat pada Tabel 4.48 dan Gambar 4.30-4.33 berikut:









Tabel 4.48 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Laju Erosi Tahun 2005

| No | Metode                      | Total Erosi<br>Ton/Tahun | Laju Erosi   |          |
|----|-----------------------------|--------------------------|--------------|----------|
|    |                             |                          | Ton/ha/Tahun | mm/Tahun |
| 1  | USLE-Arnoldus               | 100.314,274              | 62.030       | 4.431    |
| 2  | USLE-EI <sub>30</sub> -Bols | 763.350,811              | 472.024      | 33.716   |
| 3  | RUSLE                       | 57.144,7105              | 35,3359      | 2.524    |
| 4  | MUSLE                       | 16.304.6697              | 10.08211     | 0.720    |

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.4. Penentuan *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Sebagian tanah hasil erosi permukaan di daerah tangkapan air/lahan akan sampai ke titik pengamatan. Sebagian tanah tererosi tersebut akan terdeposisi di cekungan-cekungan permukaan tanah, dikaki-kaki lereng dan bentuk-bentuk penampungan sedimen lainnya.

Oleh karena itu, hasil sedimen bervariasi mengikuti karakteristik fisik DAS/Sub DAS. Nilai SDR dapat dicari dengan menggunakan Tabel USDA (BAB II Tabel 2.12.). Pada studi ini nilai SDR juga ditentukan dengan Persamaan 2-40:

$$SDR = S \times \frac{(1 - 0.8683 (A^{-0.2018}))}{2(S + 50.n)} + 0.8683 (A^{-0.2018})$$

Di mana:

SDR = nisbah pelepasan sedimen, nilainya  $0 < SDR < 1$

A = luas DAS (ha) = 1617.1875 ha

S = kemiringan lereng rata-rata permukaan DAS

n = koefisien kekasaran Manning

= saluran alam, berkelok, berceruk dan terdapat tanaman pengganggu = 0,04

Perhitungan *Sediment Delivery Ratio* (SDR) untuk laju erosi Metode USLE (dengan indeks erosivitas R Arnoldus dan EI<sub>30</sub> Bols) adalah dengan persamaan 2-40, tetapi karena faktor energi curah hujan pada metode MUSLE ini digantikan dengan faktor limpasan permukaan, sehingga tidak memerlukan perhitungan nisbah pelepasan sedimen (SDR).

Perhitungan SDR ini tidak diperlukan dalam perhitungan perkiraan hasil sedimen dengan MUSLE, karena faktor limpasan permukaan menghasilkan energi yang digunakan dalam proses pelepasan dan pengangkutan sedimen. Jadi  $SY = A =$  erosi lahan total, dimana A untuk Tahun 2005 (Lampiran 4) sebesar = 16.307,27 Ton/Tahun untuk lahan dengan luas 1617.1875 ha.

- Maka nilai SY MUSLE Tahun 2005 = 16.304,6697/1617.1875
- SY = 10.082 Ton/ha/Tahun.

Contoh Perhitungan *Sediment Delivery Ratio (SDR)* untuk Laju Erosi Metode *USLE* dengan indeks erosivitas (R) Arnoldus untuk unit lahan 1 :

A = luas unit lahan (ha) = 39.125 ha

S = kemiringan lereng rata-rata permukaan DAS

= 40.0873 % = 0,400873

n = koefisien kekasaran Manning = 0,04

Nilai S didapatkan dari peta pembangkitan *DEM*, dari tabel atribut sub DAS didapatkan nilai slope permukaan DAS.

$$SDR = 0.400873 \times \frac{(1 - 0.8683 (39.125^{-0.2018}))}{2(0.400873 + 50 * 0,04)} + 0.8683 (39.125^{-0.2018})$$

$$SDR = 0.400873 \times 0,12198 + 0.41430$$

$$SDR = 0,463$$

#### 4.5. Hasil Sedimen Lahan MDM Barek Kisi

Contoh perhitungan erosi lahan metode *USLE*-Arnoldus yang sampai ke outlet Tahun 2005 untuk unit lahan 1 :

1. Berdasarkan Persamaan 2-40 :

- Tabel 4.44, erosi lahan metode *USLE*-Arnoldus = 1261.806 Ton/Tahun.
- Erosi lahan metode *USLE* dengan Indeks Erosivitas R-Arnoldus yang sampai ke outlet (sedimen yield) sebesar :

$$SY \text{ teoritis} = A \times SDR$$

$$SY \text{ teoritis} = 39.125 \times 0.463 = 584.462 \text{ Ton}$$

- Dari Lampiran 5 Perhitungan *Sedimen Yield* Metode *USLE*-Arnoldus Barek Kisi Tahun 2005, maka total  $SY = 40.860,672 \text{ Ton}$

$$SY = 40.860,672 \text{ Ton} / 1617,1875 \text{ Ha} = 25,2665 \text{ Ton/Ha}$$

2. Berdasarkan Tabel USDA :

- $SDR = 0,209662$  (interpolasi Tabel 2.12)
- Dari Lampiran 5 Perhitungan *Sedimen Yield* Metode *USLE*-Arnoldus Barek Kisi Tahun 2005, Erosi lahan total metode *USLE* sebesar :

$$SY \text{ teoritis} = A \times SDR$$

$$SY \text{ teoritis} = 100.314,274 \times 0.209662 = 21738.952 \text{ Ton}$$

$$= 21032,102 \text{ Ton} / 1617,1875 \text{ ha} = 13,005 \text{ Ton/Ha.}$$

Dengan cara yang sama maka akan diperoleh *Sediment Yield (SY)* teoritis untuk unit-unit lahan yang lain. Perhitungan *SDR* dan *Sediment Yield (SY)* tiap Sub DAS dapat dilihat pada Lampiran 5–7.

## 4.6. Perhitungan Erosi Terukur di Lapangan

### 4.6.1 Pengukuran Debit Sungai

Pengukuran debit sungai dilakukan di desa Plumbangan, tepatnya di dekat *outlet* sungai utama Berek Kisi. Dari hasil pengamatan langsung di daerah studi yang dilakukan oleh BP-DAS Brantas pada akhir Tahun 2004 tersebut diperoleh data sebagai berikut:

#### 1. Lebar Sungai

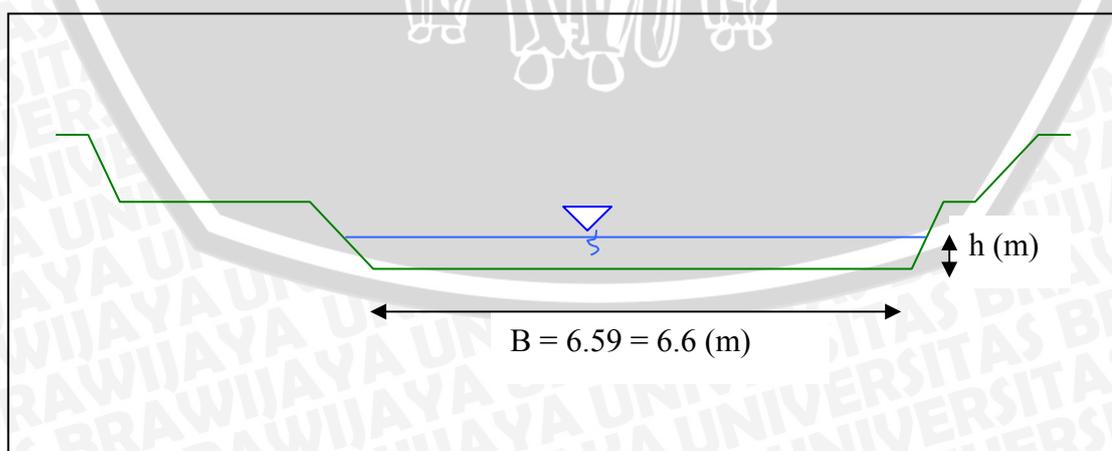
Dimana profil penampang sungai ditentukan berdasarkan:

- Hasil pengamatan di Lapangan



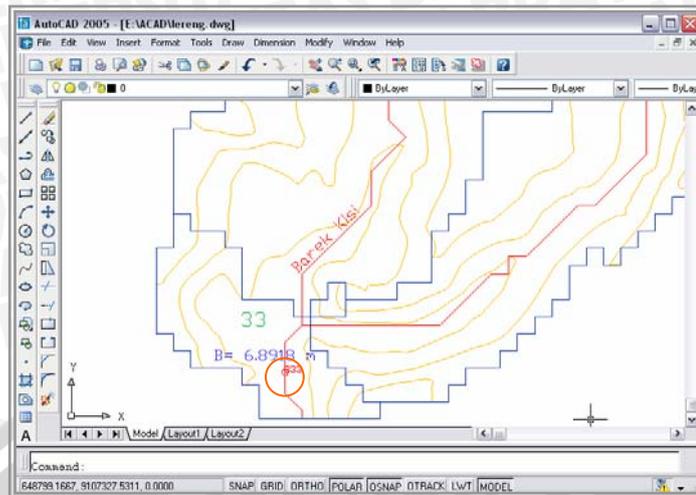
Gambar 4.34 Pengukuran Penampang Sungai  
(Hasil *Survey* BP-DAS Brantas: Tahun 2004)

Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh profil melintang sungai seperti pada Gambar 4.35 berikut:



Gambar 4.35 Profil Melintang Sungai Berek Kisi  
(Hasil *Survey* BP-DAS Brantas: 2004)

- Analisa Peta SIG



Gambar 4.36 Layout penampang sungai diperoleh  $B = 6.8918$  m

Karena profil melintang sungai berbeda-beda antara titik satu dengan yang lain, maka lebar sungai yang digunakan dalam perhitungan studi ini adalah hasil *survey* di lapangan, yaitu  $B = 6.59 = 6.6$  m.

## 2. Kecepatan Arus Sungai (V)

Hasil pengukuran kecepatan di lapangan pada waktu tertentu

## 3. Tinggi Muka Air (h)

Hasil pengukuran tinggi muka air di lapangan pada waktu yang sama saat pengukuran kecepatan (V).

### Contoh perhitungan debit sungai pada pengukuran pertama:

Diketahui:

$$B = 6.6 \text{ m}$$

$$h = 0.49 \text{ m Luas hidrolis penampang sungai (A), } z = 2$$

$$\text{Maka } \rightarrow A = (b + zh) h$$

$$A = (6.6 + 2 \cdot 0.49) \cdot 0.49$$

$$A = 3.714 \text{ m}^2$$

$V = 0.637$  m/detik, maka debit air dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = V \times A$$

$$Q = V \times (B + zh)h$$

$$Q = 0.637 \text{ m/detik} \times [(6.6 \text{ m} + 2 \times 0.49 \text{ m}) \cdot 0.49 \text{ m}]$$

$$Q = Q_w = 2.366 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan AWLR dan beberapa hasil pengukuran (Tabel 4.52) maka dapat ditentukan hubungan korelasi dan regresinya guna memperoleh debit air ( $Q_w$ ) Tahun 2005.

#### 4.6.2 Pengukuran Sedimen

Hasil pengukuran sedimen di sungai yang dilakukan BP-DAS Brantas pada akhir Tahun 2004 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.49 Hubungan Tinggi Muka Air (H), Kecepatan (V) dan Debit (Q) MDM Berek Kisi

| No. | H     | V Rerata | B   | A                 | Qw                    |
|-----|-------|----------|-----|-------------------|-----------------------|
|     | (m)   | (m/det)  | (m) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> /det) |
|     | [1]   | [2]      | [3] | [4]               | [5]                   |
| 1   | 0.110 | 0.385    | 6.6 | 0.750             | 0.289                 |
| 2   | 0.140 | 0.254    | 6.6 | 0.963             | 0.245                 |
| 3   | 0.150 | 0.309    | 6.6 | 1.035             | 0.320                 |
| 4   | 0.190 | 0.412    | 6.6 | 1.326             | 0.547                 |
| 5   | 0.220 | 0.386    | 6.6 | 1.549             | 0.598                 |
| 6   | 0.490 | 0.512    | 6.6 | 3.714             | 1.902                 |
| 7   | 0.500 | 0.427    | 6.6 | 3.800             | 1.624                 |
| 8   | 0.510 | 0.461    | 6.6 | 3.886             | 1.793                 |
| 9   | 0.550 | 0.447    | 6.6 | 4.235             | 1.891                 |
| 10  | 0.590 | 0.568    | 6.6 | 4.590             | 2.609                 |
| 11  | 0.600 | 0.531    | 6.6 | 4.680             | 2.484                 |
| 12  | 0.630 | 0.726    | 6.6 | 4.952             | 3.593                 |
| 13  | 0.680 | 0.759    | 6.6 | 5.413             | 4.106                 |
| 14  | 0.960 | 0.850    | 6.6 | 8.179             | 6.956                 |
| 15  | 0.970 | 0.839    | 6.6 | 8.284             | 6.948                 |
| 16  | 0.980 | 0.859    | 6.6 | 8.389             | 7.209                 |
| 17  | 1.000 | 1.040    | 6.6 | 8.600             | 8.948                 |
| 18  | 1.020 | 1.278    | 6.6 | 8.813             | 11.263                |
| 19  | 1.170 | 1.216    | 6.6 | 10.460            | 12.720                |
| 20  | 1.280 | 1.150    | 6.6 | 11.725            | 13.483                |
| 21  | 1.440 | 1.295    | 6.6 | 13.651            | 17.673                |
| 22  | 1.450 | 1.340    | 6.6 | 13.775            | 18.453                |
| 23  | 1.690 | 1.843    | 6.6 | 16.866            | 31.083                |
| 24  | 1.820 | 1.872    | 6.6 | 18.637            | 34.887                |
| 25  | 2.000 | 1.606    | 6.6 | 21.200            | 34.054                |

Sumber: Hasil Pengamatan BP-DAS Brantas

Keterangan:

[1] = Data Lapangan      [4] = ([3]+z\*[1])\*[1], dimana z=2

[2] = Data Lapangan      [5] = [2]\*[4]

[3] = Hasil Pengukuran

Tabel 4.49 merupakan hasil pengamatan tinggi muka air, kecepatan dengan beberapa kedalaman dan lebar sungai Berek Kisi. Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan debit air sungai untuk beberapa tinggi muka air (m) saat sedimen melayang (*suspended load*) dalam (grm/Lt) di ukur. Setelah dilakukan interpolasi debit dengan Tabel 4.49, maka hubungan debit air untuk sejumlah tinggi muka air tertentu saat pengambilan sampel sedimen di lapangan (*suspended load*) terlihat pada Tabel 4.50.





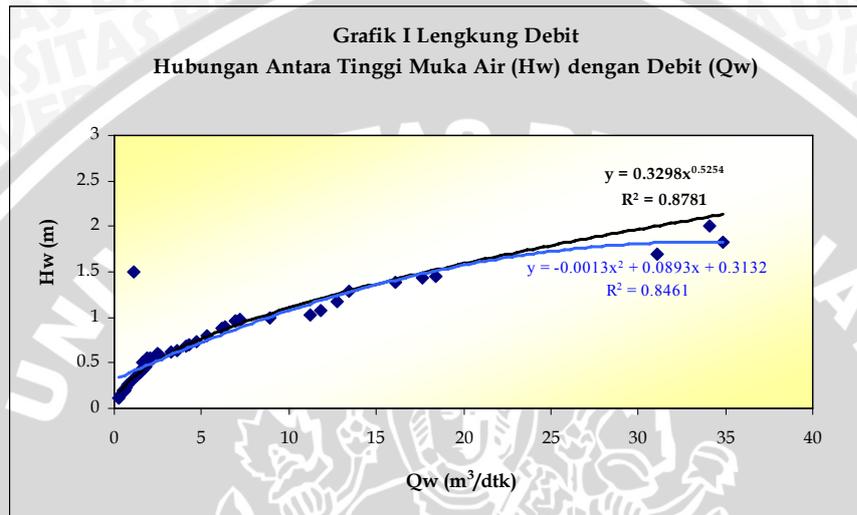
Dengan Tabel 4.50 tersebut (kolom 2 dan 3) dapat dilakukan perhitungan regresi mengenai hubungan tinggi muka air ( $H_w$ ) dengan debit ( $Q_w$ ). Dari Gambar 4.38 grafik hubungan Tinggi Muka Air ( $H_w$ ) dengan Debit Air ( $Q_w$ ), maka diperoleh persamaan:

$$Y = 0.3298 x^{0.5254} \text{ dengan nilai Regresi (R) sebesar } = 0.8781$$

Dimana :

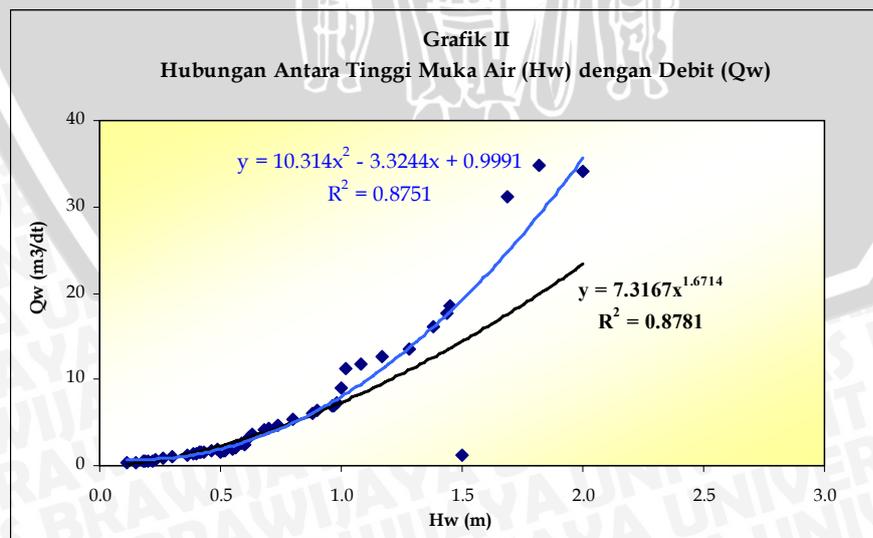
$X$  = Debit Air Sungai ( $Q_w$ ) dalam  $m^3/dtk$

$Y$  = Tinggi Muka Air ( $H_w$ ) dalam m



Gambar 4.38 Grafik I Lengkung Debit  
MDM Berek Kisi Tahun 2005

Selain Gambar 4.38 diatas, hubungan antara tinggi muka air ( $H_w$ ) dengan Debit Air Sungai ( $Q_w$ ) juga dapat ditunjukkan Gambar 4.39 dibawah ini, dengan nilai regresi keduanya sebesar = 0.8781.



Gambar 4.39 Grafik II Lengkung Debit  
MDM Berek Kisi Tahun 2005

Dalam perhitungan selanjutnya, persamaan yang digunakan adalah:

$$Y = 7.3167 X^{1.6714} \text{ dengan } R \text{ terbesar} = 0.8781$$

Dimana :

$X$  = Tinggi Muka Air ( $H_w$ ) dalam m

$Y$  = Debit Air Sungai ( $Q_w$ ) dalam  $m^3/dtk$

Setelah diperoleh hubungan antara  $H_w$  dengan  $Q_w$  MDM Berek Kisi Tahun 2005 maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan debit untuk tinggi muka air tertentu (pada AWLR) selama satu tahun (Tahun 2005). Setelah didapatkan debit air sungai ( $Q_w$ )  $m^3/dtk$ , maka konsentrasi sedimen untuk nilai debit air ( $Q_w$ ) tertentu juga dapat ditentukan korelasinya. Berikut perhitungan sedimen melayang (*suspended load*) di lapangan (MDM Berek Kisi):

- Contoh Perhitungan Sedimen Melayang (*Suspended Load*) MDM Berek Kisi pada pengamatan No.18 dimana kondisi tinggi muka air ( $H_w=H$ ) = 0.5 m.
- Dilakukan interpolasi dengan Tabel 4.49 untuk tinggi muka air tertentu, maka diperoleh  $Q_w = 1.624 m^3/dtk$ .
- Sedangkan untuk  $Q_w$  harian selama satu tahun, maka digunakan persamaan  $Y = 7.3167 X^{1.6714}$ , dimana tinggi muka air harian dapat diketahui dari AWLR (Lampiran 8-10).
- Setelah dilakukan analisa sedimen (termasuk pengukuran sedimen dengan kertas saring) dari sedimen layang yang diambil dari sungai, diperoleh  $Q_s = 3.747 \text{ grm/Lt}$ .
- $Q_s = 3.474 \text{ grm/Lt} = 3747 \text{ grm/m}^3$
- $Q_s$  untuk debit air  $Q_w = 1.624 m^3/dtk$
- $Q_s$  seluruhnya  $= 3747 \text{ grm/m}^3 \times 1.624 m^3/dtk$   
 $= 6085.128 \text{ grm/dtk}$   
 $= \frac{6085.128 \text{ grm} / dtk}{60 \times 60 \times 24 dtk / 10^6}$   
 $= 6085.128 \times 0.0864 = 525.755 \text{ ton /hari}$

Demikian seterusnya untuk no. pengamatan 1-47. Dari perhitungan tersebut dapat diperoleh nilai regresi antara debit air sungai ( $Q_w$ ) dengan debit sedimen ( $Q_s$ ) seperti yang terlihat pada lanjutan Tabel 4.50 dan Gambar 4.37 dimana diperoleh:  $a = 55.701$ ,  $b = 1.9619$ , dan  $R = 0.824$ .

Dengan persamaan  $Y = 55.701 X^{1.9619}$ , maka besar sedimen *suspended load* MDM Berek Kisi Tahun 2005 dapat ditentukan berdasarkan tinggi muka air harian yang AWLR yang terletak di *outlet*, yaitu di Desa Plumbangan.

### 2.6.3 Uji Penyimpangan

Setelah dilakukan perhitungan sedimen lapangan pada *outlet* MDM Barek Kisi pada Tahun 2005 yaitu sebesar 9.160 Ton/Ha, maka dapat ditentukan uji penyimpangannya dengan sedimen teoritis dari perhitungan laju erosi dikalikan faktor *SDR (Sediment Delivery Ratio)* Tahun 2005 dengan beberapa metode, dimana metode-metode tersebut memiliki indeks erosivitas yang berbeda (Lampiran 5-10).

Uji penyimpangan dalam studi ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penyimpangan laju *suspended load* teoritis terhadap laju *suspended load* di lapangan dengan persamaan 2-21 sebagai berikut:

$$d = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \times 100\%$$

dengan:

d = besarnya penyimpangan (%)

$E_1$  = laju *suspended load* lapangan (ton/tahun)

$E_2$  = laju *suspended load* teoritis (ton/tahun)

Berikut Tabel Rekapitulasi sedimen lapangan MDM Barek Kisi Tahun 2005:

Tabel 4.51 Rekapitulasi Sedimen Lapangan (*Sediment Yield*)  
MDM Barek Kisi Tahun 2005 Metode *USLE*, *RUSLE* dan *MUSLE*

| No.                              | Metode                        | Laju Suspended Load (Ton/Ha) |                   | Penyimpangan (d)<br>d=((E1-E2)/E1)x100% |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------|---|
|                                  |                               | Teoritis (E1)                | Empiris/Lap. (E2) |   |
| [1]                              | [2]                           | [3]                          | [4]               | [5]                                     |
| 1                                | <i>USLE</i>                   |                              |                   |   |
|                                  | a. R-Arnoldus                 | 25.267                       | 9.160             | 175.83                                  |
|                                  | b. R-EI <sub>30</sub> Bols    | 192.268                      | 9.160             | 1998.96                                 |
| 2                                | EI <sub>30</sub> <i>RUSLE</i> | 14.511                       | 9.160             | 58.41                                   |
| 3                                | <i>MUSLE</i>                  | 10.082                       | 9.160             | 10.07                                   |
| <b>Uji penyimpangan terkecil</b> |                               |                              |                   | <b>10.07</b>                            |

Sumber: Hasil Rekapitulasi Lampiran 5-10

[1] = No

[4] = Laju Suspended Load (Lapangan)

[2] = Metode Sedimen Yield

[5] = Uji Penyimpangan

[3] = Laju Suspended Load (Perhitungan)

d = ((3-4)/4) x 100%

Dari Tabel 4.51 tersebut, dapat diketahui bahwa metode laju erosi dengan penyimpangan terbesar adalah metode *USLE* dengan faktor erosivitas EI<sub>30</sub>, dimana penyimpangannya sebesar 1998.96% atau lebih besar 39.96 kali dari sedimen lapangan.

Sedangkan metode yang paling sesuai dengan kondisi MDM Berek Kisi Kabupaten Blitar adalah Metode *MUSLE*, yang memberikan nilai penyimpangan terkecil (paling mendekati lapangan) yaitu sebesar 10.07%.

Setelah diketahui metode perhitungan laju erosi yang paling sesuai dengan kondisi MDM Berek Kisi berdasarkan data pengamatan Tahun 2005, yaitu metode *MUSLE*, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan laju erosi rerata 10 tahun terakhir yaitu Tahun 1996-2005 guna memperoleh laju erosi MDM Berek Kisi per tahun. Dengan demikian maka Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (ARLKT) untuk daerah tersebut dapat ditentukan.

#### 4.7 Analisa Laju Erosi Rerata Tahunan Metode *MUSLE* MDM Berek Kisi

##### 4.7.1 Koefisien Pengaliran

Besarnya nilai koefisien pengaliran berdasarkan kondisi tata guna lahan eksisting pada MDM Berek Kisi dapat dilihat pada Tabel 4.39. Perhitungan Debit banjir rancangan untuk menentukan indeks erosivitas permukaan ( $R_w$ ) dilakukan pada tiap sub-sub MDM Berek Kisi. Tiap-tiap sub-sub MDM Berek Kisi memiliki beberapa tata guna lahan, sehingga memiliki nilai koefisien pengaliran yang berbeda-beda.

Untuk menentukan koefisien pengaliran pada tiap sub-sub MDM Berek Kisi, maka digunakan rumus berikut :

$$C_m = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Contoh perhitungan sebagai berikut :

Sub-sub DAS 2, dengan keterangan ditabelkan sbb :

Tata guna lahan dan nilai C di sub-sub DAS 1

| No. | Tata Guna Lahan | Luas (ha) | Nilai C |
|-----|-----------------|-----------|---------|
| 1   | Pemukiman       | 0.0075    | 0.70    |
| 2   | Perkebunan      | 0.4875    | 0.50    |
|     | Total           | 0.4950    | 0.4045  |

Sumber : Hasil Analisa Peta SIG

Maka :

$$C_{rerata} = \frac{(0,7 \times 0,0075) + (0,5 \times 0,4875)}{0,0075 + 0,4875} \text{ maka}$$

$$C_{rerata} = \frac{0,2002}{0,495} = 0,4045,$$

sedangkan untuk Sub DAS 1  $C = C_{rerata} = 0,4$ .

#### 4.7.2 Analisa Debit Banjir Rancangan Metode Rasional Modifikasi (Tr 1 Tahun)

Metode Rasional Modifikasi merupakan pengembangan dari metode Rasional, dimana waktu konsentrasi curah hujan yang terjadi lebih lama. Metode Rasional Modifikasi mempertimbangkan pengaruh tampungan dalam memperkirakan debit puncak limpasan. Rumus Metode Rasional Modifikasi dalam menentukan debit puncak, adalah sebagai berikut (Lewis et all.,1975 : 9):

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

dengan :

Q = debit puncak dengan kala ulang tertentu ( $m^3/dt$ )

I = intensitas hujan rata-rata dalam t jam (mm/jam)

C = koefisien limpasan

A = luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

Cs = koefisien tampungan

0,278 = faktor konversi

Dalam studi ini, perhitungan debit puncak dengan metode Rasional Modifikasi dilakukan pada tiap sub-sub MDM Berek Kisi. Contoh perhitungan debit puncak metode Rasional Modifikasi, adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Sub-sub DAS 1 dengan data :

Luas sub-sub DAS 1 =  $0.3913 km^2$

Slope lahan = 0.4009 (Tabel 4.1 Analisa SIG) Panjang lereng =  $\Delta h/\sin \alpha = 503.9 m$

Slope sungai = 0.0719 (Tabel 4.1 Analisa SIG) Panjang sungai = 521.231 m

n = saluran alam, berkelok, berceruk dan terdapat tanaman pengganggu = 0,04

Maka :

1. Berdasarkan analisa sebelumnya telah diketahui nilai koefisien pengaliran (C) sub-sub DAS 1 = 0.4.
2. Menghitung  $T_o$  (*Overland flow time*)

$$T_o = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \times \frac{1}{60} \right] = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times 503,9 \times \frac{0,04}{\sqrt{0,4009}} \times \frac{1}{60} \right]$$

$$T_o = 1.1602 \text{ jam}$$

3. Menghitung  $v$  (kecepatan aliran)

$$v = 4,918(S)^{1/2}$$

$$v = 4,918 (0.0719)^{1/2} = 1,3191 \text{ m/dt}$$

4. Menghitung  $T_d$  (*Drain flow time*)

$$T_d = \frac{L}{3600v} = \frac{521.231}{3600 \times 1.3191}$$

$$T_d = 0.1098 \text{ jam}$$

5. Menghitung  $T_c$  (Waktu konsentrasi)

$$T_c = T_o + T_d$$

$$T_c = 1.1602 + 0.1098 = 1.2700 \text{ jam}$$

6. Menghitung  $C_s$  (Koefisien tampungan)

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} = \frac{2 \times 1.27}{2 \times 1.27 + 0.1098} = C_s = 0.9586$$

7. Menghitung intensitas hujan metode Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{2/3}, \text{ dengan } R_{24} \text{ untuk data hujan maksimum}$$

(Tabel 4.25 Perhitungan Curah Hujan Rancangan 10 tahun = 75.888 mm)

$$I = \frac{75.888}{24} \left( \frac{24}{1.27} \right)^{2/3} = 22.4339 \text{ mm/jam}$$

8.  $Q_p = 0,278.C_s.C.I.A$

$$Q_p = 0,278 \times 0.9586 \times 0.4 \times 22.4339 \times 0.3913 \rightarrow Q_p = 0.9356 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan selanjutnya untuk Sub DAS 2 sampai Sub DAS 33 terlihat pada Tabel 4.52.

#### 4.7.3 Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan ( $R_w$ )

Proses erosi selalu disertai dengan proses pengangkutan. Hal tersebut dipengaruhi oleh besar kecilnya limpasan permukaan. Oleh karena itu Williams (1975) dalam Utomo, 1994:154 mengadakan Modifikasi Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT) selanjutnya disebut MPUKT. William mengadakan modifikasi *USLE* untuk menduga hasil endapan dari setiap kejadian limpasan permukaan dengan cara mengganti indeks erosivitas ( $R$ ) dengan erosivitas limpasan permukaan ( $R_w$ ). Rumus indeks erosivitas menurut Williams, sebagai berikut :

$$R_w = 9,05 \cdot (V_o \cdot Q_p)^{0,56}$$

dengan :

$V_o$  = Volume limpasan permukaan ( $m^3$ )

$Q_p$  = Debit aliran puncak ( $m^3/det$ )

Volume limpasan permukaan, dirumuskan :

$$V_o = R \cdot \exp(-R_c / R_o)$$

dimana :

$$R_c = 1000 \cdot MS \cdot \rho_b \cdot RD \cdot (E_t/E_o)^{0,50}$$

$$R_o = R / R_n$$

dengan :

$R$  = Hujan tahunan (mm)

$R_c$  = Kapasitas penyimpanan lengas tanah

$MS$  = Kandungan lengas pada kapasitas lapang (%) (Tabel 2.4)

$\rho_b$  = Berat jenis volume lapisan tanah atas ( $Mg/m^3$ ) (Tabel 2.4)

$RD$  = Kedalaman perakaran efektif (m), didefinisikan sebagai lapisan Impermeabel.

Besarnya ditentukan sebagai berikut :

- Untuk tanaman pohon, tanaman kayu = 0,10 m

- Untuk tanaman semusim dan rumput = 0.05 m

$E_t/E_o$  = Perbandingan evapotranspirasi aktual ( $E_t$ ) dengan Evapotraspirasi potensial ( $E_o$ ) (Tabel 2.5)

$R_n$  = Jumlah hari hujan (hari)

Pada studi ini, perhitungan  $R_w$  adalah dihitung per sub-sub DAS MDM Berek Kisi. Jadi, curah hujan ( $R$ ) dan hari hujan ( $R_n$ ) untuk 33 Sub DAS jumlahnya sama.

Berikut Contoh perhitungan indeks erosivitas limpasan permukaan ( $R_w$ ):

Diketahui :

Sub-sub DAS 1

1. Dari perhitungan debit banjir dengan metode Rasional Modifikasi telah didapatkan  $Q_p = 0.9356 m^3/dt$

3. Menghitung  $R_c$ :

Tekstur = halus

Sehingga:  $\rho_b = 1.1 Mg/m^3$

$MS = 30\% = 0.30$

Tata guna lahan pada Sub DAS 1 adalah Perkebunan

Sehingga:  $RD = 0.05 m$  (diambil nilai kedalaman efektif perakaran maksimal)

$E_t / E_o = 0.80$

$$\begin{aligned}
 R_c &= 1000 \cdot MS \cdot \rho_b \cdot RD \cdot (Et / Eo)^{0,50} \\
 &= 1000 \times 0,30 \times 1,1 \times 0,05 \times (0,8)^{0,5} \\
 &= 14,76
 \end{aligned}$$

### 3. Menghitung $R_o$ :

$$\begin{aligned}
 R &= 2814,650 \text{ mm (Tabel 4.20 Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2005)} \\
 R_n &= 132,60 \text{ hari (Tabel 4.21 Data Hari Hujan Bulanan Tahun 2005)} \\
 R_o &= R/R_n = 2814,650/132,60 = 21,227 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

### 4. Menghitung volume limpasan permukaan ( $V_o$ ):

$$\begin{aligned}
 V_o &= R \cdot \exp^{-R_c / R_o} \\
 &= 2814,650 \times \exp^{-14,76/21,227} \\
 &= 1404,36 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

### 5. Menghitung indeks erosivitas limpasan permukaan ( $R_w$ ):

$$\begin{aligned}
 R_w &= 9,05 \cdot (V_o \cdot Q_p)^{0,56} \\
 &= 9,05 \times (1404,36 \times 0,9356)^{0,56} \\
 &= 504,72 \text{ MJ.mm/ha/jam/tahun} \\
 &= 50,472 \text{ MJ.cm/ha/jam/tahun.}
 \end{aligned}$$

Nilai  $R_w$  ini kemudian akan digunakan untuk perhitungan erosi dengan rumus *MUSLE*. Perhitungan nilai  $Q_p$  dan  $R_w$  selengkapnya pada Tabel 4.52-4.53, sedangkan  $Q_p$ uncak digambarkan pada gambar 4.40. Setelah itu dilakukan proses pemindahan data  $R_w$  menjadi data atribut sub DAS mengacu pada proses di sub bab sebelumnya.



Tabel 4.54 Rekapitulasi Debit MDM Barek Kisi Qp 1Th

| Sub DAS      | Td     | Tc     | Qpeak  | Rw       |
|--------------|--------|--------|--------|----------|
| 1            | 0.110  | 1.270  | 0.936  | 50.472   |
| 2            | 0.160  | 1.469  | 1.075  | 54.949   |
| 3            | 0.044  | 1.268  | 0.675  | 41.690   |
| 4            | 0.103  | 1.094  | 0.822  | 46.951   |
| 5            | 0.478  | 2.241  | 1.129  | 53.008   |
| 6            | 0.096  | 1.722  | 0.527  | 31.048   |
| 7            | 0.347  | 2.318  | 1.004  | 50.563   |
| 8            | 0.057  | 2.172  | 0.576  | 35.541   |
| 9            | 0.262  | 2.324  | 0.626  | 32.569   |
| 10           | 0.355  | 1.729  | 0.735  | 33.952   |
| 11           | 0.175  | 3.091  | 0.682  | 44.743   |
| 12           | 0.086  | 2.465  | 0.566  | 40.757   |
| 13           | 0.400  | 2.116  | 1.154  | 53.306   |
| 14           | 0.127  | 2.132  | 0.796  | 47.167   |
| 15           | 0.067  | 0.825  | 0.238  | 24.749   |
| 16           | 0.167  | 1.312  | 0.625  | 43.820   |
| 17           | 0.835  | 3.205  | 1.376  | 57.913   |
| 18           | 0.652  | 3.102  | 1.702  | 69.510   |
| 19           | 0.232  | 1.422  | 0.621  | 45.954   |
| 20           | 0.050  | 2.266  | 0.627  | 48.538   |
| 21           | 0.552  | 2.364  | 0.784  | 43.579   |
| 22           | 0.236  | 1.385  | 0.759  | 34.675   |
| 23           | 0.751  | 3.579  | 1.617  | 72.427   |
| 24           | 0.990  | 3.314  | 1.768  | 76.404   |
| 25           | 0.514  | 1.668  | 0.384  | 19.622   |
| 26           | 0.283  | 1.727  | 0.336  | 20.245   |
| 27           | 0.264  | 1.322  | 0.343  | 18.755   |
| 28           | 0.211  | 1.733  | 0.288  | 18.184   |
| 29           | 0.467  | 2.266  | 0.911  | 52.216   |
| 30           | 0.064  | 0.998  | 0.135  | 12.313   |
| 31           | 1.499  | 4.250  | 1.211  | 52.173   |
| 32           | 0.948  | 4.040  | 1.067  | 47.546   |
| 33           | 0.283  | 1.054  | 0.102  | 13.527   |
| <b>TOTAL</b> | 11.865 | 69.242 | 26.197 | 1388.865 |

Sumber : Rekapitulasi Tabel 4.52-4.53

Dari rekapitulasi debit sub-Sub DAS akan diinputkan menjadi data atribut pada peta sub DAS sehingga didapatkan peta debit tiap sub\_Sub DAS. Prosesnya yaitu:

- Tabel debit di *save* (simpan) dalam format *\*.DBF 4 (dBASE IV)*.
- Buka program *arcview 3.2*, kemudian buka atribut sub DAS dalam hal ini *subbasin*.  
*Inputkan* tabel debit pada view yang sama.
- Aktifkan *field subbasin* pada tabel debit maupun tabel atribut sub DAS, lakukan *join table*, sehingga didapatkan tabel yang tergabung berdasarkan *subbasin*.

























#### 4.7.4 Analisa Laju Erosi Metode *MUSLE*

Metode *MUSLE*, dapat dirumuskan (persamaan 2-28):

$$A = R_w \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

dengan :

A = Besarnya kehilangan tanah per satuan luas lahan (ton/ha/th)

R<sub>w</sub> = Faktor erosivitas limpasan permukaan menurut Williams

K = Faktor erodibilitas tanah

L = Faktor panjang kemiringan lereng

S = Faktor gradien (beda) kemiringan

C = Faktor pengelolaan tanaman

P = Faktor praktek konservasi tanah

Dalam studi ini, indeks erosivitas limpasan permukaan (R<sub>w</sub>) menggunakan perlakuan debit Rasional Modifikasi.

#### Contoh perhitungan erosi di Sub MDM Barek Kisi Metode *MUSLE* rerata per Tahun

Diketahui :

Sub-sub DAS 1

1. Perhitungan indeks erosivitas dengan Q<sub>p</sub> (Rasional Modifikasi) Tabel 4.53

$$R_w = 50.472$$

2. Slope = 40.087

3. Panjang lereng = 503.912, maka diperoleh faktor LS (Persamaan 2-37) = 6.536

4. Jenis tanah adalah kompleks Andosol, didapatkan nilai K = 0,08

5. Tata guna lahan adalah Perkebunan, didapatkan nilai C = 0.2 dan nilai P = 1 (tanpa tindakan konservasi)

Maka :

$$A = R_w \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

$$A = 49.244 \cdot 0.08 \cdot 6.536 \cdot 0,2 \cdot 1$$

$$A = 5.150 \text{ ton/ha/th}$$

Dengan lahan = 39.125 ha, maka

$$\text{Total erosi} = 5.150 \text{ ton/ha/th} \times 39.125 \text{ ha} = 201.481 \text{ ton/th}$$

Hasil perhitungan erosi sub MDM Barek Kisi di tiap sub-sub DAS dapat dilihat pada Tabel Lampiran 4-2, sedangkan rekapitulasi perhitungan erosi ditampilkan pada Tabel 4.55 berikut :

Tabel 4.55 Hasil Perhitungan Total Erosi  
Sub DAS MDM Barek Kisi dengan Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan  
untuk Qp Kala Ulang 1 Tahun Rasional Modifikasi

| Sub DAS      | Luas Sub DAS (Ha) | Laju Erosi Ton   | Persentase Erosi (%) |
|--------------|-------------------|------------------|----------------------|
| 1            | 39.125            | 206.503          | 1.232                |
| 2            | 49.500            | 299.960          | 1.789                |
| 3            | 27.750            | 130.609          | 0.779                |
| 4            | 31.250            | 171.452          | 1.023                |
| 5            | 74.750            | 426.323          | 2.543                |
| 6            | 30.000            | 68.993           | 0.412                |
| 7            | 65.063            | 397.279          | 2.370                |
| 8            | 32.813            | 88.649           | 0.529                |
| 9            | 42.875            | 130.442          | 0.778                |
| 10           | 44.688            | 149.264          | 0.890                |
| 11           | 39.625            | 112.357          | 0.670                |
| 12           | 27.688            | 126.151          | 0.753                |
| 13           | 64.125            | 672.291          | 4.011                |
| 14           | 37.250            | 109.442          | 0.653                |
| 15           | 5.813             | 19.653           | 0.117                |
| 16           | 20.688            | 212.098          | 1.265                |
| 17           | 103.563           | 942.344          | 5.622                |
| 18           | 115.438           | 1884.813         | 11.244               |
| 19           | 21.063            | 237.745          | 1.418                |
| 20           | 25.938            | 423.736          | 2.528                |
| 21           | 46.750            | 392.679          | 2.343                |
| 22           | 40.750            | 400.868          | 2.391                |
| 23           | 112.125           | 2062.126         | 12.302               |
| 24           | 120.250           | 1919.131         | 11.449               |
| 25           | 32.750            | 185.122          | 1.104                |
| 26           | 23.750            | 134.605          | 0.803                |
| 27           | 23.250            | 133.757          | 0.798                |
| 28           | 20.375            | 101.351          | 0.605                |
| 29           | 48.000            | 917.024          | 5.471                |
| 30           | 6.000             | 19.733           | 0.118                |
| 31           | 136.125           | 1838.564         | 10.968               |
| 32           | 103.438           | 1842.773         | 10.993               |
| 33           | 4.625             | 4.652            | 0.028                |
| <b>TOTAL</b> | <b>1617.188</b>   | <b>16762.491</b> | <b>100.000</b>       |

Sumber: Rekapitulasi Lampiran 4-2

Dari tabel 4.55 didapatkan total erosi sebesar 16.762,491 ton/th, sehingga erosi rata-rata di Sub MDM Barek Kisi sebesar 10,365 ton/ha/th. Dengan berat volume tanah

= 1,4 gr/cm<sup>3</sup>. Maka didapatkan nilai kehilangan tanah =  $\frac{10.365}{1,4.10} = 0,740$  mm/th.

### **Pembahasan laju erosi**

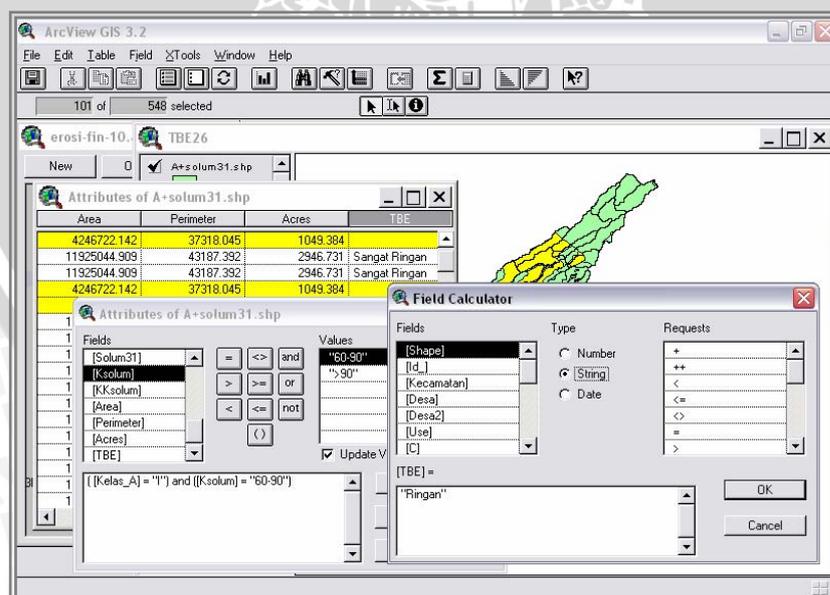
1. MDM Berek Kisi memiliki nilai laju erosi yang bervariasi, hal ini banyak dipengaruhi oleh kemiringan lereng yang tinggi (curam) serta ketidaksesuaian tata guna lahan dengan arahan penggunaan lahannya. Pehitungan laju erosi ini juga tergantung nilai K (erodibilitas) yang berbeda-beda. Hasil analisa menunjukkan bahwa secara garis besar MDM Berek Kisi memiliki laju erosi cukup ringan.
2. Laju erosi terbesar Sub DAS MDM Berek Kisi 3907.707 Ton/ha terjadi pada Sub DAS 23 dengan indeks erosivitas yang tinggi yaitu sebesar 72.427. Selain disebabkan oleh luasan DAS yang cukup besar, yaitu 112.125 ha dan kemiringan rerata lereng 25.1659%. Faktor lain yang mempengaruhi besarnya laju erosi adalah tata guna lahan pada Sub DAS 23 yang berupa hutan jati, kebun campuran dan pemukiman, sehingga koefisien  $C_{\text{reratanya}}$  0.214.
3. Laju erosi terkecil terjadi pada Sub DAS 3. Faktor dominan yang menyebabkan hal ini terjadi karena pada sub DAS 3 memiliki indeks erosivitas yang rendah dibandingkan dengan Sub DAS lainnya yaitu 41.69. Rendahnya laju erosi yang terjadi selain disebabkan curah hujan (indeks erosivitas), juga disebabkan karena tata guna lahan pada Sub DAS 3 dominan hutan alam, sehingga koefisien  $CP_{\text{nya}}$  kecil yaitu 0.196.
4. Setelah dikalikan dengan luas tiap unit lahan, maka didapatkan erosi pertahun. Erosi terbesar terjadi pada Sub DAS 23 sebesar 2062.126 ton/thn dan erosi terkecil terjadi pada Sub DAS 33 sebesar 4.652 ton/thn.
5. Total erosi yang terjadi pada Sub MDM Berek Kisi adalah 16.762,491 ton/tahun.
6. Faktor lain yang menyebabkan tingginya laju erosi pada Sub MDM Berek Kisi adalah terbukanya lahan di sepanjang aliran sungai akibat penggunaan lahan oleh masyarakat yang tidak menerapkan teknik-teknik konservasi tanah yang tepat.

#### 4.8 Analisa Tingkat Bahaya Erosi Dan Kekritisan Lahan

Analisa tingkat bahaya erosi (TBE) dilakukan untuk mengetahui kelas bahaya erosi suatu lahan dengan mempertimbangkan laju erosi yang terjadi (A dalam ton/ha/thn), kelas kelereng dan kedalaman solum tanahnya (dalam cm). Selanjutnya tingkat bahaya erosi dapat dijadikan pedoman dalam menentukan kekritisan lahan.

Penentuan tingkat bahaya erosi pada studi ini menggunakan bantuan fasilitas *query builder* dan *calculate* pada *Arc View GIS 3.2* dengan tujuan untuk mempermudah dan mempercepat penentuan tingkat bahaya erosi berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditentukan. Prosesnya sebagai berikut :

1. Tampilkan *view* dan *theme* yang mencakup perhitungan laju erosi, dan *theme* kedalaman solum tanah dalam *Arcview 3.2*.
2. Lakukan *overlay* antara *theme* laju erosi dengan *theme* kedalaman solum tanah.
3. Tambahkan *field* (kolom) Kelas Bahaya Erosi, *field* Tingkat Bahaya Erosi dan *field* Kekritisan Lahan. Gunakan *query builder* untuk menentukan TBE. Buat persamaan , dalam contoh ini akan dipilih tingkat bahaya erosi 'Ringan' dengan kriteria laju erosi < 15 ton/ha/th, lereng '0-8 %' dan solum tanah '60 – 90 cm', sehingga pada kotak dialog tersebut ditulis: ' $[Laju\_erosi] < 15$  and  $[Solum] = "60-90 cm"$ '.  
(Note: The original text contains a typo in the formula:  $[Laju\_erosi] < 15$  and  $[Solum] = "60-90 cm"$ . It should be  $[Laju\_erosi] < 15$  and  $[Solum] = "60-90"$  based on the image.)
4. Pilih *Field\_calculate* untuk mengisi *record* pada semua *field* tersebut, sehingga didapatkanlah TBE sesuai dengan kriteria di atas.



Gambar 4.43. Tampilan fungsi *calculate* pada *Arcview 3.2* untuk menentukan Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

### Hubungan antara TBE dengan Kekritisan Lahan

|               |   |                  |
|---------------|---|------------------|
| Sangat ringan | → | Potensial kritis |
| Ringan        | → | Semi kritis      |
| Sedang        | → | Semi kritis      |
| Berat         | → | Kritis           |
| Sangat berat  | → | Sangat kritis    |

Dalam menentukan lahan kritis, dapat dilihat dari Tingkat Bahaya Erosi (TBE) yang terjadi. Dalam studi ini kekritisan lahan dikelompokkan menjadi 4 (empat) dengan kriteria sebagai berikut :

- **Potensial Kritis** : Tanah tersebut terbebas dari erosi (masih tertutup vegetasi), atau erosi ringan, tetapi apabila kegiatan konservasi tidak dilaksanakan dan tanah dibiarkan terbuka maka erosi dapat terjadi.
- **Semi Kritis** : Tanah telah mengalami erosi ringan sampai sedang, antara lain erosi permukaan (*sheet erosion*) dan erosi alur (*riil erosion*), tetapi produktivitasnya rendah karena kesuburan rendah.
- **Kritis** : Tanah mengalami erosi berat. Tingkat erosi umumnya adalah erosi parit (*gully erosion*).
- **Sangat Kritis** : Tanah telah mengalami erosi sangat berat.

Analisa TBE dilakukan untuk mengetahui kelas bahaya erosi suatu lahan dengan melihat laju erosi yang terjadi (A) dan kedalaman solum tanahnya.

#### Contoh analisa TBE :

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Sub DAS                     | : 1                   |
| Tata guna lahan             | : Perkebunan          |
| Laju erosi yang terjadi (A) | : 5.2781 ton/ha/tahun |
| Kelas bahaya erosi          | : Kelas I             |
| Kedalaman solum tanah       | : 90 cm keatas        |
| Tingkat bahaya erosi        | : Sangat Ringan (SR)  |

Jika terdapat satu tata guna lahan dengan kedalaman solum sama, maka nilai laju erosinya juga sama, namun jika tata guna lahan itu memiliki beberapa kedalaman solum tanah yang berbeda maka tingkat bahaya erosinya juga akan berbeda.

Contoh :

Pada tata guna lahan 5 yang berupa Kopi di Sub DAS 5, memiliki laju erosi 5.715 ton/ha/thn, maka pada solum 60-90 cn, tingkat bahaya erosinya adalah Ringan, namun pada solum >90 cm laju erosinya 5.715 ton/ha/thn dan tingkat bahaya erosinya adalah

Sangat Ringan. Analisa tingkat bahaya erosi untuk Sub DAS lainnya disajikan pada Lampiran 11, sedangkan hasil rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel 4.56. Penggambaran peta tingkat bahaya erosi Sub MDM Berek Kisi dengan perhitungan erosi metode *MUSLE* dapat dilihat pada Gambar 4.45.

Tabel 4.56 Rekapitulasi  
Tingkat Bahaya Erosi (TBE) MDM Berek Kisi

| No. | Tingkat Bahaya Erosi | Luas (ha) | Persentase (%) |
|-----|----------------------|-----------|----------------|
| 1   | Sangat Ringan        | 432.9213  | 26.77          |
| 2   | Ringan               | 926.7732  | 57.31          |
| 3   | Sedang               | 212.5468  | 13.14          |
| 4   | Berat                | 44.9463   | 2.78           |
|     |                      | 1617.1875 | 100.00         |

Sumber : Hasil Analisa SIG

Berdasarkan Tabel 4.56 dapat diketahui bahwa sebagian besar tingkat bahaya erosi di sub MDM Berek Kisi termasuk dalam kondisi ringan dengan persentase 57.31%, sehingga kondisi lahannya termasuk semi kritis. Analisa tingkat bahaya erosi dan kekritisannya selengkapannya dapat dilihat pada lampiran 11.

#### 4.9. Klasifikasi Kelas Kemampuan Lahan

Klasifikasi kelas kemampuan lahan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanah berdasarkan sifat-sifat tanah dan faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi lahan tersebut untuk penggunaan-penggunaan tertentu. Berdasarkan hal tersebut dapat ditentukan usaha-usaha konservasi yang sesuai dengan kelas kemampuan masing-masing lahan.

Pada studi ini, klasifikasi kelas kemampuan lahan menggunakan Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai (1998) yang disusun oleh Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan Departemen Kehutanan. Dalam klasifikasi tersebut digunakan beberapa parameter untuk menentukan kelas kemampuan lahan antara lain besarnya laju erosi, kemiringan lereng, dan kedalaman solum tanah. (Lampiran 13).

Pada hasil analisa disebutkan pula subkelasnya dimana sub kelas tersebut merupakan pembagian lebih lanjut dari kelas berdasarkan jenis faktor penghambat dominan, yaitu bahaya erosi(e), genangan air(g), penghambat terhadap perakaran tanaman(s) dan iklim(c). Jenis-jenis faktor penghambat ditulis dibelakang angka kelas.

Selanjutnya penentuan kelas kemampuan lahan ini menggunakan *ArcView GIS 3.2* dengan tujuan untuk mempermudah dan mempercepat proses dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan. Berikut langkah-langkah penentuan kelas kemampuan lahan dengan menggunakan fasilitas *query builder* :

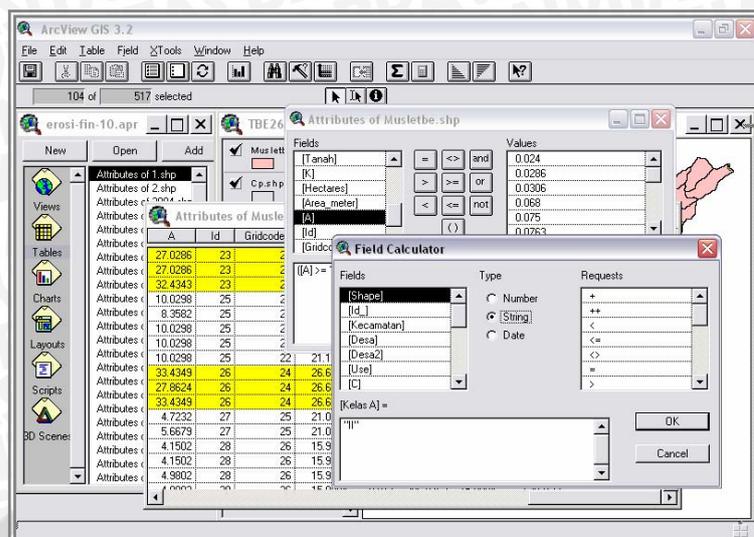
1. Tampilkan *view* dan *theme* yang mencakup kelas kemampuan lahan.
2. Tampilkan data-data atribut kelas kemampuan lahan yang sudah terdapat data-data kemiringan lahan, solum tanah, dan besarnya laju erosi.
3. Lakukan *query* terhadap kemiringan lahan, solum tanah, dan besarnya laju erosi sehingga terpilih *record* sesuai dengan klasifikasi yang diinginkan. Lalu *calculate record* tersebut.
4. Prosedur secara detail dalam penentuan kelas kemampuan lahan ini mengacu pada proses untuk menggunakan fasilitas *Query builder* dan *calculate*.
5. Ulangi prosedur di atas untuk setiap kelas sesuai dengan parameter/kriteria kemampuan lahan yang diinginkan.

Contoh analisa Klasifikasi Penggunaan Lahan (KPL) :

|   |   |
|---|---|
| Sub DAS   | : 1   |
| Tata guna lahan   | : Perkebunan                                |
| Laju erosi yang terjadi (A)   | : 5.2781 ton/ha/tahun                       |
| Kelas bahaya erosi  | : Kelas I                                   |
| Kedalaman solum tanah   | : > 90 cm (dalam)                           |
| Tingkat bahaya erosi  | : Sangat Ringan (SR)                        |
| Berdasarkan Tabel Keputusan Kemampuan Penggunaan Lahan (Lampiran 13), maka: |   |
| Klasifikasi Lereng  | : 40.0873% (40-60%), termasuk dalam kelas F |
| Klasifikasi Solum   | : > 90 cm (dalam), termasuk dalam kelas 0   |
| Klasifikasi Erosi   | : Sangat Ringan (SR)                        |
| KPL   | : Vg  |

Berikut ini interpretasi kelas dan sub-kelas kemampuan lahan pada contoh di atas :

- Unit lahan di atas memiliki kelas kemampuan lahan 'kelas I' dengan masalah utama erosi yang bisa disebabkan oleh lereng atau kepekaan tanahnya terhadap erosi.
- Lahannya tererosi pada tingkat sangat ringan (erosi <15 ton/ha/thn dan solum >90 cm).
- Tanah dengan lereng 'sangat curam'.
- Contoh tampilan kelas kemampuan pada *Arcview 3.2* dapat dilihat pada Gambar 4.44.



Gambar 4.44. Tampilan kelas kemampuan lahan pada Arcview 3.2

Berdasarkan hasil analisa Arcview 3.2, dapat dilihat sebaran kelas kemampuan lahan pada Sub MDM Berek Kisi seperti yang tercantum pada pada Tabel 4.57. Sedangkan hasil analisa tingkat kemampuan lahan Sub 1-33 MDM Berek Kisi dapat dilihat pada Lampiran 11.

Tabel 4.57 Rekapitulasi  
Klasifikasi Kemampuan Lahan MDM Berek Kisi

| No.           | Kelas Kemampuan Lahan | Luas      |         |
|---------------|-----------------------|-----------|---------|
|               |                       | (ha)      | (%)     |
| 1             | IIIg                  | 4.625     | 0.286   |
| 2             | IVg                   | 443.249   | 27.409  |
| 3             | IVe                   | 185.055   | 11.443  |
| 4             | Vg                    | 911.819   | 56.383  |
| 5             | VIe                   | 44.946    | 2.779   |
| 6             | VI s                  | 27.493    | 1.700   |
| <b>Jumlah</b> |                       | 1617.1875 | 100.000 |

Sumber : Hasil Analisa SIG

Keterangan :

e = erosi s = kedalaman tanah g = gradien lereng

Dari Tabel 4.57, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar daerah Sub MDM Berek Kisi termasuk dalam kelas Vg (kelas V dengan faktor pembatas gradien), dimana lahan tersebut tidak sesuai untuk budidaya tanaman permanen tanpa teras bangku datar. Kelas ini sesuai untuk budidaya tanaman pada teras bangku, dan untuk wanatani, padang rumput atau hutan. Hal itu mengindikasikan bahwa lebih dari 39.138 % wilayah MDM Berek Kisi (total luas lahan kelas III, dan IV) masih dapat dimanfaatkan untuk

usaha pertanian. Sedangkan sisa lahannya tidak dapat digunakan untuk pertanian, walaupun dipaksakan menjadi lahan pertanian maka sangat dibutuhkan perlakuan khusus.

Penggambaran peta klasifikasi kemampuan lahan sub MDM Berek Kisi dapat dilihat pada gambar 4.46.







#### 4.10. Arahan Fungsi Kawasan

Arahan fungsi kawasan ini bertujuan untuk mengetahui fungsi lahan (fungsional kawasan) sesuai dengan parameter yang ditentukan yaitu jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi, intensitas hujan harian rata-rata dan kemiringan lereng. Arahan fungsi kawasan pada studi ini ditentukan berdasarkan SK Mentan No. 837/Kpts/II/1980, yang digunakan juga oleh Balai Rehabilitasi Lahan dan konservasi Tanah (BRLKT), dimana lahan-lahan di Indonesia dapat diperuntukkan ke dalam satu atau lebih dari kategori peruntukan berikut :

- Kawasan lindung
- Kawasan penyangga
- Kawasan budidaya tanaman tahunan
- Kawasan budidaya tanaman semusim

Fungsi kawasan ditetapkan berdasarkan kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung dan hutan produksi yang berkaitan dengan karakteristik fisik DAS yaitu kemiringan lereng, jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi, curah hujan harian rata-rata.

Ketiga faktor tersebut kemudian dinilai dengan *skoring* dan penetapan klasifikasi penggunaan lahan dengan menjumlahkan skor ketiga faktor tersebut. Adapun kriteria yang berlaku untuk masing-masing penggunaan lahan mulai dari kawasan lindung, kawasan penyangga, kawasan budidaya tanaman tahunan, kawasan budidaya tanaman semusim. Metode *skoring* dan klasifikasi fungsi kawasan mengacu pada sub-sub bab 2.7.2.

Penentuan fungsi kawasan lahan pada studi ini menggunakan bantuan fasilitas *query* pada *Arc View GIS 3.2* dengan tujuan untuk mempermudah dan mempercepat penentuan penggunaan lahan berdasarkan *skoring* yang dilakukan. Proses *query* (pemilihan) maupun *calculate* (pengisian *record*) serta penambahan atau pengurangan field (kolom) merujuk pada langkah-langkah di sub sub sebelumnya.

Contoh perhitungan skor untuk menentukan arahan fungsi kawasan :

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Sub DAS ( <i>subbasin</i> ) | : 1          |
| Luas Sub DAS                | : 39.125 ha  |
| Tata guna lahan             | : Perkebunan |
| Luas unit lahan             | : 39.125 ha  |
| Lereng                      | : 40.0873 %  |

Jenis Tanah : Andosol  
 Skor Lereng : 80  
 Skor Hujan : 30  
 Skor Jenis tanah : 60  
 Total Skornya = Skor Lereng + Skor Hujan + Skor Jenis tanah  
 = 80 + 30 + 60  
 = 170

Jumlah Skor 170 diklasifikasi menjadi 'kawasan penyangga'.

### **Pembahasan Arahan Fungsi Kawasan**

Hasil analisa menunjukkan bahwa arahan fungsi kawasan pada Sub MDM Berek Kisi lebih didominasi Penyangga hingga 85.01 %, Kawasan Lindung mencapai 2.34 %, 4.92% Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan dan Pemukiman sebesar 7.74%. Berikut rekapitulasi luas fungsi kawasan.

Tabel 4.58 Arahan Fungsi Kawasan Sub MDM Berek Kisi

| No. | Arahan Fungsi Kawasan            | Luas (Ha) | Persentase (%) |
|-----|----------------------------------|-----------|----------------|
| 1   | Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan | 79.5180   | 4.92           |
| 2   | Kawasan Lindung                  | 37.7808   | 2.34           |
| 3   | Kawasan Penyangga                | 1374.7124 | 85.01          |
| 4   | Pemukiman                        | 125.1763  | 7.74           |
|     |                                  | 1617.1875 | 100.00         |

Sumber : Hasil Analisa SIG

Dari Tabel 4.58, dapat diketahui bahwa arahan fungsi kawasan yang sesuai di sub MDM Berek Kisi adalah kawasan penyangga. Penggambaran peta arahan fungsi kawasan sub MDM Berek Kisi dapat dilihat pada gambar 4.47.

Selanjutnya peta arahan fungsi kawasan ini di *overlay* dengan batas administrasi wilayah desa dan kecamatan agar didapatkan pengelompokan data sesuai batas desa. Perhitungan skor dan penentuan fungsi kawasan selengkapnya pada Lampiran 12.

Perlakuan yang dapat dilakukan terhadap kawasan-kawasan di atas antara lain :

- Kawasan lindung dapat direboisasi dan *agroforestry* pada lahan semak belukar.
- Kawasan penyangga dapat dilakukan pertanaman dalam strip, tumpangsari, pembuatan teras, bertanam menurut kontur pada lahan tegalan dan kebun/perkebunan.
- Kawasan budidaya tanaman tahunan dapat dilakukan penanaman tanaman penutup tanah (berupa semak) sedang pada lahan semak belukar, bertanam menurut kontur, pertanaman dalam strip, dan tumpang sari pada lahan tegalan dan perkebunan.

- d. Kawasan budidaya tanaman semusim dapat dilakukan penanaman menurut kontur dan pembuatan teras pada lahan sawah dan tegalan.

#### 4.11. Arahan Penggunaan Lahan dan Rekomendasi Usaha Konservasi

Penentuan arahan penggunaan lahan dilakukan agar lahan dapat digunakan semaksimal mungkin baik untuk meningkatkan produksi pertanian maupun upaya pelestarian tanah dan air. Penentuan arahan penggunaan lahan ini tentunya dengan memperhatikan aspek kemampuan lahan yang dimiliki maupun fungsi dari lahan tersebut (fungsi kawasan).

Sesuai dengan penentuan dan penetapan kelas kemampuan lahan dan arahan fungsi kawasan yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya, maka dapat ditentukan penggunaan lahan yang baru ataupun usaha konservasi yang dapat direkomendasikan untuk dilakukan pada tiap unit lahan.

Berikut contoh penentuan arahan penggunaan lahan serta rekomendasi usaha konservasi yang dapat dilakukan :

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| Sub DAS ( <i>subbasin</i> ) | : 1                 |
| Luas Sub DAS                | : 39.125 ha         |
| Tata guna lahan             | : Perkebunan        |
| Lereng                      | : 40-60 %           |
| Kelas kemampuan lahan       | : I                 |
| Fungsi Kawasan              | : Kawasan Penyangga |

Melihat kemampuan lahan dan fungsi kawasan di atas, maka dapat direkomendasikan penggunaan lahannya berupa 'perkebunan dengan bertanam menurut kontur, tumpang sari dan penanaman penutup tanah sedang'. Sedangkan rekomendasi lain usaha konservasi yang dapat dilakukan pada lahan ini adalah menutup tanah secara sempurna dengan penanaman rumput.

Diharapkan dengan rekomendasi arahan penggunaan lahan tersebut dapat menurunkan laju erosi yang terjadi dengan adanya perubahan vegetasi yang lebih baik. Rekomendasi usaha konservasi di atas berfungsi mempertahankan dan meningkatkan kualitas kesuburan tanah pada lahan tersebut.

Penentuan arahan penggunaan lahan pada studi ini menggunakan bantuan fasilitas *query* pada *Arc View GIS 3.2* dengan tujuan mempermudah penentuan penggunaan lahan yang dilakukan. Proses *query* (pemilihan) maupun *calculate* (pengisian *record*) serta penambahan atau pengurangan field (kolom).

Arahan penggunaan lahan dan rekomendasi usaha konservasi secara lengkap tiap unit lahan dapat dilihat pada Lampiran 12. Tampilan akhir pada *Arview 3.2.* yang dapat menampilkan seluruh informasi geografis pada tiap unit lahan.

#### Alternatif Arahan Fungsi Kawasan

Selain rekomendasi usaha konservasi seperti yang telah disebutkan, dalam studi ini, juga dilakukan usaha konservasi lain dengan meningkatkan persentase kawasan Lindung sebagai arahan fungsi lahannya, sehingga terdapat fungsi lahan yang berkurang, seperti pada alternatif 1 arahan fungsi kawasan dimana tata guna lahan sebelumnya "tegal", alternatif 2 sebelumnya "kopi" dan alternatif 3 yang sebelumnya berupa "kebun campuran" menjadi hutan (kawasan lindung). Alternatif tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.59-4.61 berikut:

- 1) Alternatif 1, meningkatkan Kawasan Lindung dengan mengurangi luasan tata guna lahan "Tegal".

Tabel 4.59  
Alternatif 1 Arahan Fungsi Kawasan MDM Berek Kisi

| No. | Arahan Fungsi Kawasan            | Luas (ha)      | Persentase (%) |
|-----|----------------------------------|----------------|----------------|
| 1   | Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan | 79.5180        | 4.92           |
| 2   | Kawasan Lindung                  | <b>87.4706</b> | <b>5.41</b>    |
| 3   | Kawasan Penyangga                | 1325.0226      | 81.93          |
| 4   | Pemukiman                        | 125.1763       | 7.74           |
|     |                                  | 1617.1875      | 100.00         |

Sumber: Analisa SIG

- 2) Alternatif 2, meningkatkan Kawasan Lindung dengan mengurangi luasan tata guna lahan "Kopi".

Tabel 4.60  
Alternatif 2 Arahan Fungsi Kawasan MDM Berek Kisi

| No. | Arahan Fungsi Kawasan            | Luas (ha)       | Persentase (%) |
|-----|----------------------------------|-----------------|----------------|
| 1   | Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan | 79.5180         | 4.92           |
| 2   | Kawasan Lindung                  | <b>215.2779</b> | <b>13.31</b>   |
| 3   | Kawasan Penyangga                | 1197.2154       | 74.03          |
| 4   | Pemukiman                        | 125.1762        | 7.74           |
|     |                                  | 1617.1875       | 100.00         |

Sumber: Analisa SIG

- 3) Alternatif 3, meningkatkan Kawasan Lindung dengan mengurangi luasan tata guna lahan "Kebun Campuran".

Tabel 4.61  
Alternatif 3 Arahan Fungsi Kawasan MDM Berek Kisi

| No. | Arahan Fungsi Kawasan            | Luas (ha)       | Persentase (%) |
|-----|----------------------------------|-----------------|----------------|
| 1   | Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan | 79.5180         | 4.92           |
| 2   | Kawasan Lindung                  | <b>622.2385</b> | <b>38.48</b>   |
| 3   | Kawasan Penyangga                | 790.2548        | 48.87          |
| 4   | Pemukiman                        | 125.1762        | 7.74           |
|     |                                  | 1617.1875       | 100.00         |

Sumber: Analisa SIG

Dari Tabel 4.59-4.61 terlihat bahwa luas hutan sebagai kawasan lindung dapat ditingkatkan dari 5.41% menjadi 38.48%. Dengan menggunakan beberapa arahan fungsi kawasan tersebut diharapkan dapat mengurangi laju erosi MDM Berek Kisi yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan perubahan tata guna lahannya.

Selain menambah luasan kawasan lindung, usaha konservasi lain yang dapat dilakukan diantaranya adalah memaksimalkan fungsi kawasan yang ada, seperti budidaya tanaman tahunan dan penutupan lahan dengan seresah yang dapat mengurangi energi limpasan, sehingga laju erosi masih dalam batas aman tertentu.







