

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202236897, 16 Juni 2022

Pencipta

Nama : **ARDIANSYAH dan SUROSO**
Alamat : Perum Griya Satria Indah II, Blok OB No 2/3, RT 005/009,
Kelurahan Sumampir, Kecamatan Purwokerto Utara, Jawa Tengah,
Purwokerto, JAWA TENGAH, 53125
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **ARDIANSYAH dan SUROSO**
Alamat : Perum Griya Satria Indah II, Blok OB No 2/3, RT 005/009,
Kelurahan Sumampir, Kecamatan Purwokerto Utara, Jawa Tengah,
Purwokerto, JAWA TENGAH, 53125
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Program Komputer**
Judul Ciptaan : **Program-Program Komputer Untuk Analisis Hidrologi**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 16 Juni 2022, di Purwokerto
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan : 000352508

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

A JUDUL

"Program-Program Komputer untuk Analisis Hidrologi"

B PERSONAL

1. Dr. Ardiansyah
2. Dr. Ing. Suroso

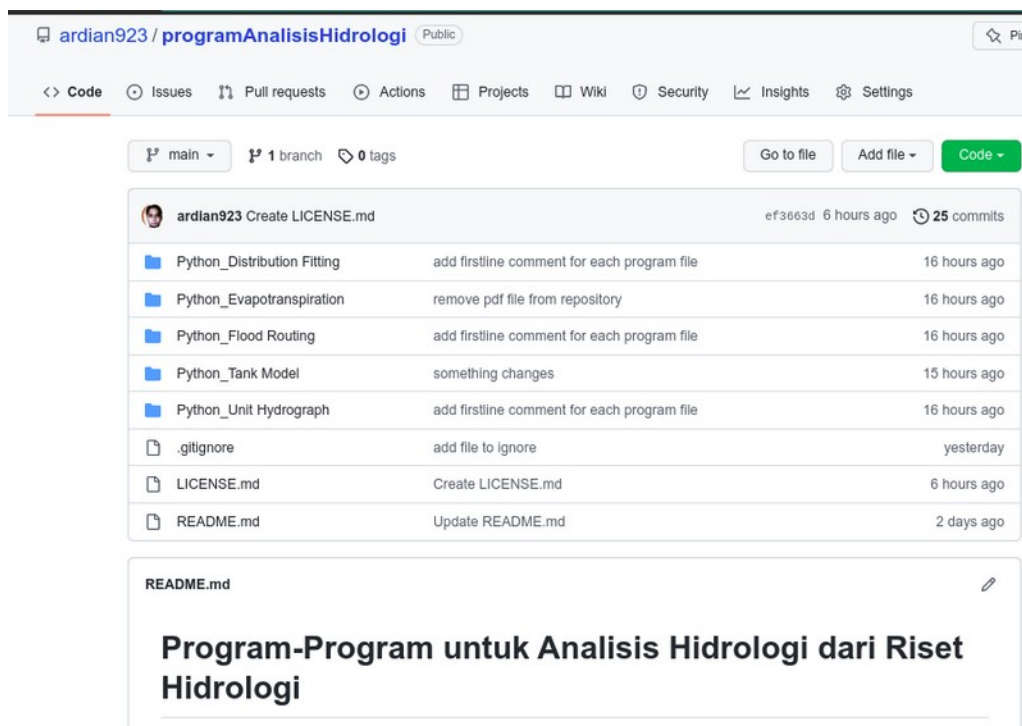
C DESKRIPSI

Beberapa topik dalam pembelajaran hidrologi di perguruan tinggi, memerlukan perhitungan yang kompleks jika dilakukan secara manual. Program-program komputer untuk analisis hidrologi diperlukan mahasiswa untuk menambah pemahaman tentang perhitungan-perhitungan tersebut. Program ini dapat menjadi pelengkap pembelajaran hidrologi, atau digunakan untuk analisis dalam pekerjaan-pekerjaan bidang hidrologi dan sumberdaya air.

Program ini mencakup :

- 1 Program untuk analisis frekuensi (*distribution fitting*)
- 2 Program untuk menghitung hidrograf satuan (*unit hydrograph*)
- 3 Program untuk penelusuran banjir (*flood routing*)
- 4 Program model tangki untuk pemodelan *rainfall-runoff*

Lokasi penyimpanan kode program ada pada tautan (Gambar 1) :
<https://github.com/ardian923/programAnalisisHidrologi>

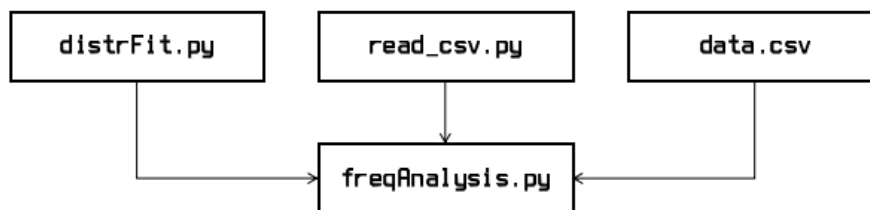


Gambar 1. Repositori Penyimpanan Program-Program Analisis Hidrologi

Penjelasan masing-masing program adalah sebagai berikut :

1. Program untuk analisis frekuensi (*distribution fitting*)

Struktur program dapat dilihat pada Gambar 2. Kode program 'distrFit.py' berisi prosedur-prosedur untuk *distirbution fitting* dan menggambar grafik. Kode program 'read_csv.py' berisi prosedur untuk membaca data dalam format *.csv, dimana nama kolom akan menjadi nama variabel berdimensi satu (array 1 dimensi). Program utama bernama 'freqAnalysis.py', memanggil program 'read_csv.py' untuk membaca data, lalu memanggil program 'distrFit.py' untuk menjalankan prosedur *distirbution fitting* dan menggambar grafik.



Gambar 2. Struktur Program *Distribution Fitting*

Contoh file data.csv yang digunakan ditulis dalam file format *.csv (*comma separated values*) sehingga menjadi sebagai berikut :

```

Tahun,hydrData
1966,764
1965,722
45 1969,706
1962,698
1974,695
1961,679
1967,678
50 1963,648
1970,643
1971,641
1959,636
1975,634
55 1973,575
1967,572
1972,536
1960,531
  
```

Jika program ini dijalankan, maka hasil yang muncul adalah :

```

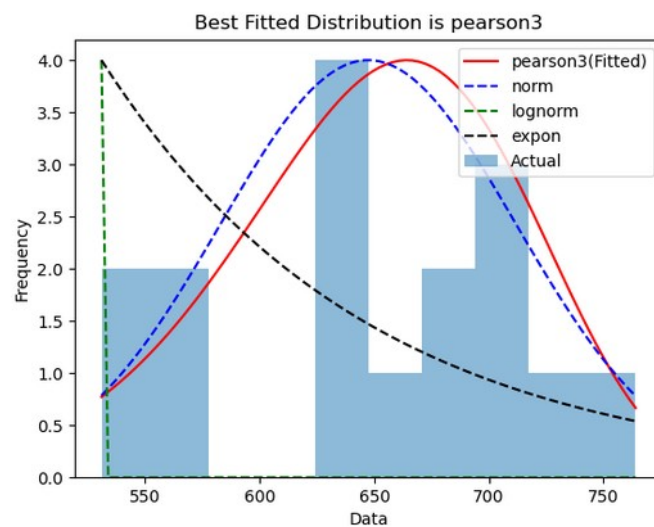
=====
Data description :
=====
Number of Data      : 16
65 Minimum - Maximum : (531.0, 764.0)
Mean                : 647.375
Standar Deviation   : 66.63920267630259
Variance            : 4440.783333333334
Coef.Variance (Cv): 0.10293755964673117
70 Coef.Skewness (Cs): -0.29495752986813023
Coef.Kurtosis (Ck): -0.6977236878098214
  
```

```

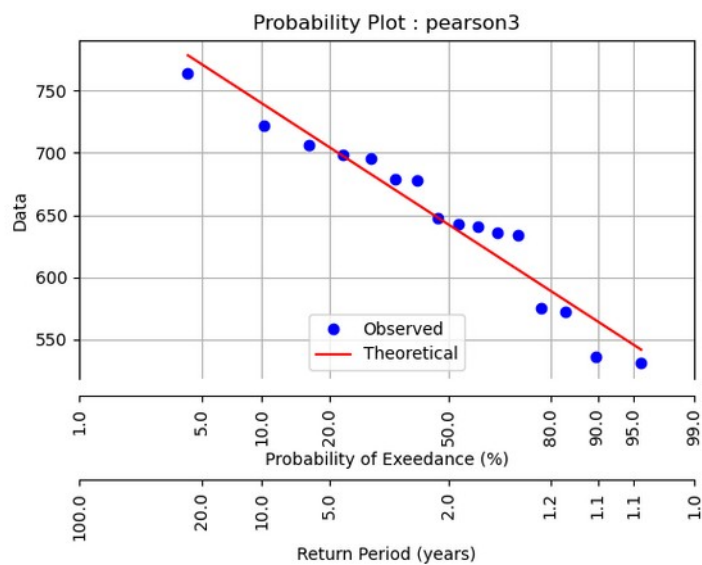
=====
Distribution, its p value, and parameters :
=====
75 norm 0.6972690449059095 (647.375, 64.52313054246515)
   lognorm 3.077090250538376e-06 (4.837659010380067, 530.9999999998622,
   1.9754834702445176)
   pearson3 0.0873094402406103 (-0.5165814186182798, 647.3749837096386,
80   65.07197286189073)
   expon 0.03981083838994271 (531.0, 116.375)
=====
The best fit distribution is : pearson3
The best fit distribution p value is : 0.0873094402406103
85 =====

```

Program ini akan menghasilkan grafik seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4



Gambar 3. Data, Kemungkinan Distribusi, dan Distribusi yang Paling Cocok



Gambar 4. Probability of Exceedance dan Return Period

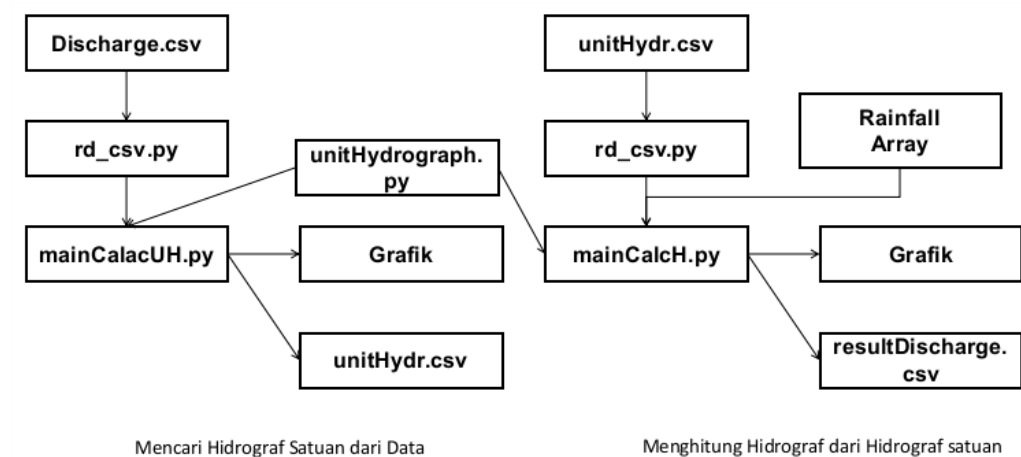
2. Program untuk menghitung hidrograf satuan (*unit hydrograph*)

- 90 Program hidrograf satuan, terdiri dari :
- 95 a. Program untuk menghitung hidrograf satuan dari data hujan-debit
 - b. Program untuk menghitung hidrograf dengan *input* berupa hidrograf satuan dan data hujan.

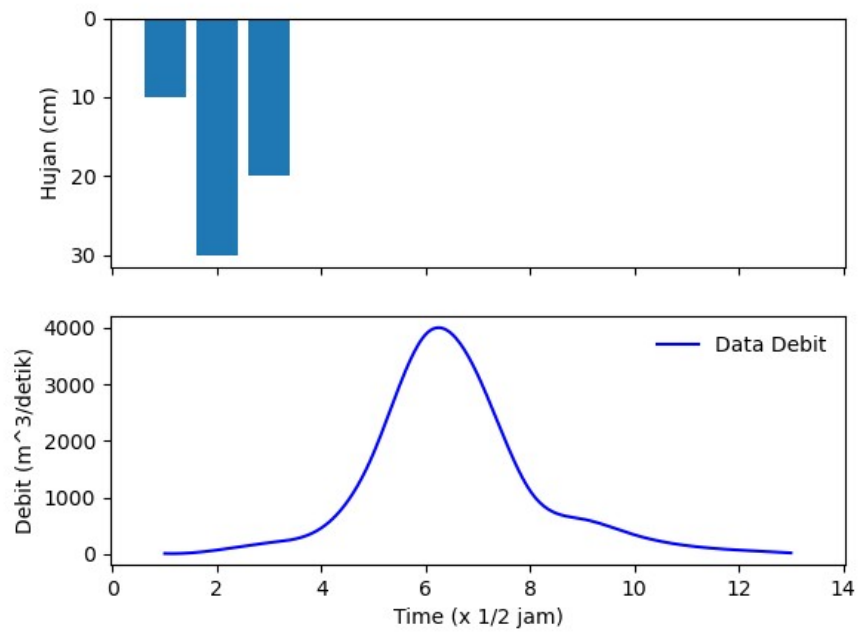
Struktur program dapat dilihat pada Gambar 5. Data hujan-debit yang disimpan dalam file 'Discharge.csv' dibaca oleh modul 'rd_csv.py'. Program 'mainCalcUH.py' akan menghitung hidrograf satuan dengan menggunakan modul 'unitHydrograph.py'. Luaran program akan berbentuk grafik (data *input*, Gambar 6 dan hidrograf satuan, Gambar 7) dan file hidrograf satuan bernama 'unitHydr.csv'. Hasil yang muncul saat program dijalankan adalah :

Hidrograf Satuan (Unit Hydrograph) : [1. 4. 6. 20. 106. 30. 14. 10. 4. 2. 1.]

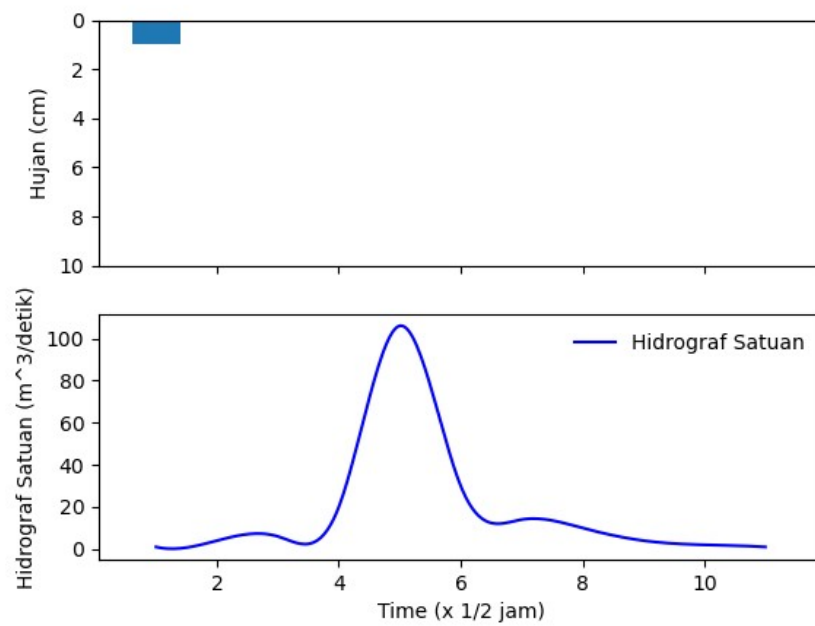
105



Gambar 5. Struktur Program Hidrograf Satuan : Mencari Hidrograf Satuan dan Menghitung Hidrograf



Gambar 6. Data Hujan - Debit (Discharge.csv) Input Program



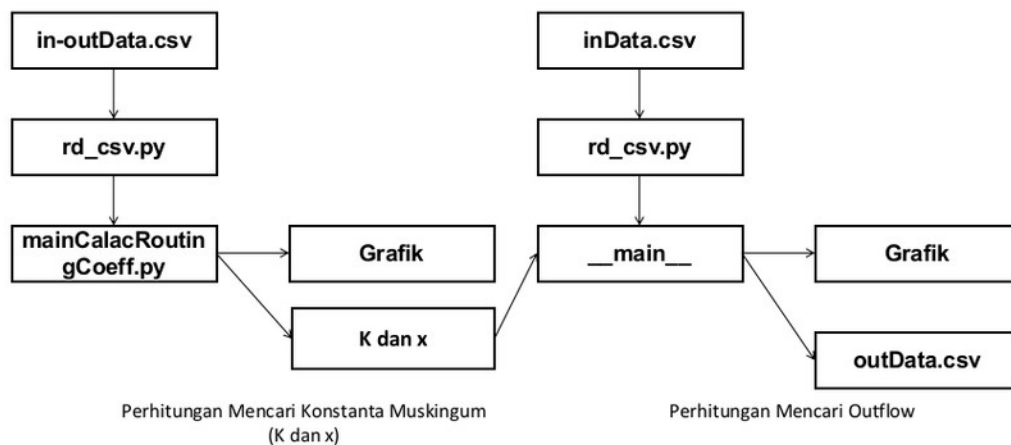
Gambar 7. Luaran Program berupa Hidrograf Satuan

3. Program untuk penelusuran banjir (*flood routing*)

Perhitungan penelusuran banjir pada program ini menggunakan Metode Muskingum. Program penelusuran banjir (*flood routing*), terdiri dari :

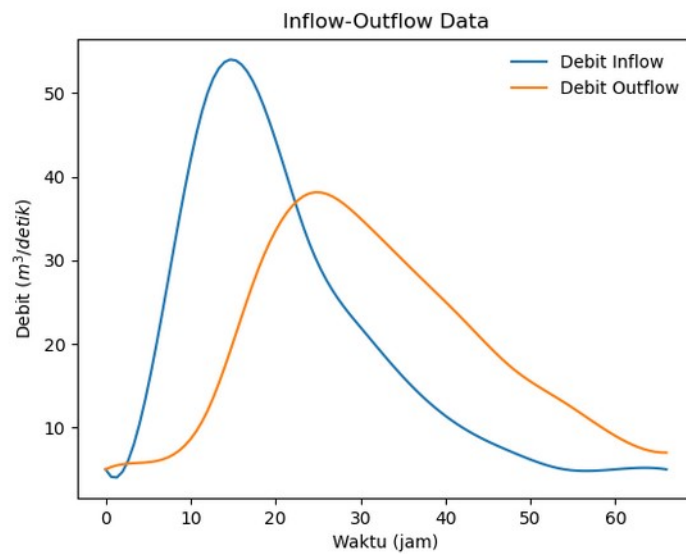
- Program untuk menghitung konstanta Muskingum K dan x dari data *inflow* dan *outflow*
- Program untuk menghitung *outflow* dengan persamaan simpanan Muskingum, menggunakan konstanta K dan x yang telah dihitung

Diberikan data pengukuran *Inflow-Outflow* yang dimasukkan ke dalam file '*in-outData.csv*'. Data ini akan dibaca oleh modul '*rd_csv.py*'. Program '*mainCalcRoutingCoeff.py*' akan menggunakan data tersebut untuk menghitung nilai konstanta Muskingum K dan x . Pada bagian `__main__` (program utama) diberikan set data baru dalam file '*inData.csv*'. Data ini hanya berupa data *inflow*. Program akan menghitung besarnya *outflow* dan memberikan luaran berupa grafik dan file bernama '*outData.csv*'.



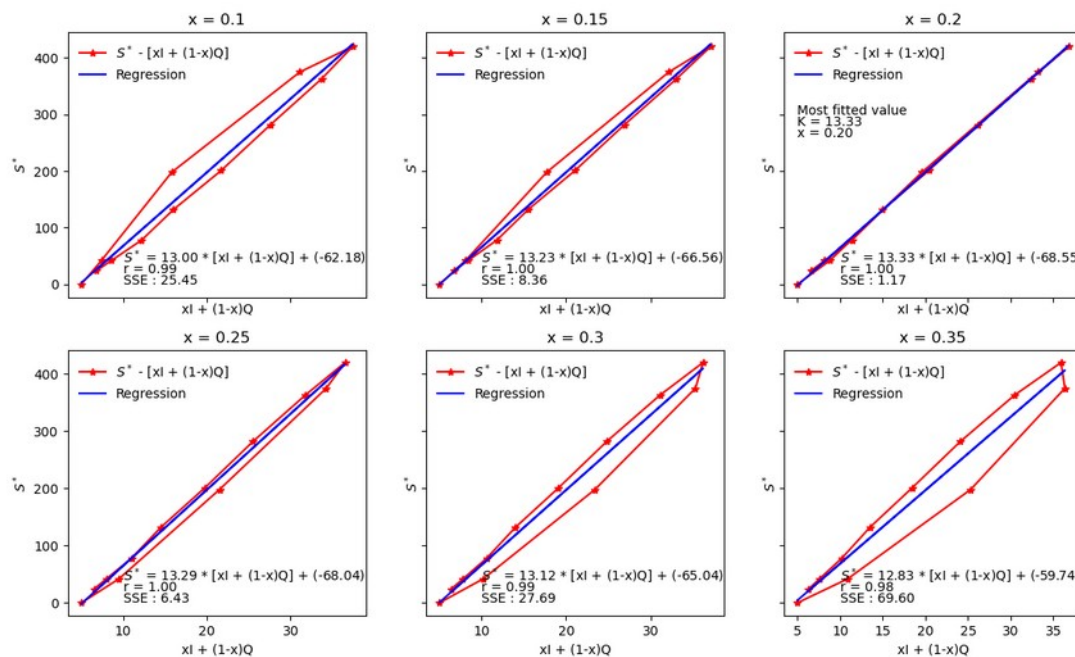
Gambar 8. Struktur Program Penelusuran Banjir : Mencari Konstanta K dan x dan Menghitung *Outflow*

Grafik luaran program berupa data *input inflow-outflow* dapat dilihat pada Gambar 9. Luaran program berupa grafik perbandingan simpanan air pada berbagai nilai x , dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Grafik Data Inflow-Outflow

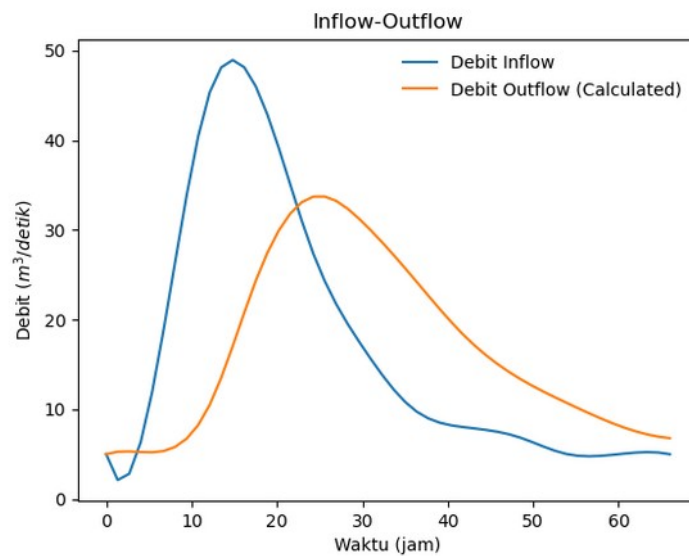
140



Gambar 10. Grafik Perhitungan Konstanta K dan x

Gambar 11 menunjukkan luaran grafik dari program berupa hasil perhitungan *outflow* jika diberikan input berupa *inflow* dan dilakukan perhitungan dengan Metode Muskingum. Konstanta K dan x yang telah dihitung sebelumnya dipakai untuk perhitungan ini.

145



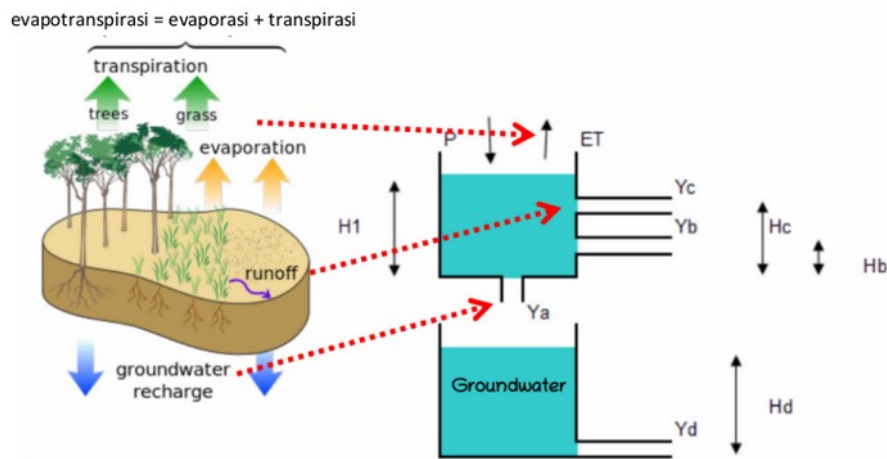
Gambar 11. Grafik Hasil Perhitungan Outflow (Diberikan data Inflow)

4. Program model tangki untuk pemodelan *rainfall-runoff*

Model tangki adalah representasi DAS dalam analogi tangki (Gambar 12). Model ini memerlukan parameter-parameter a , b , c , d , H_b , dan H_c . Selain itu diperlukan juga nilai awal untuk H_1 dan H_2 . Parameter-parameter ini diperoleh dari pencocokan data. Diperlukan data hujan (P), evapotranspirasi (ET), dan debit. Pencocokkan akan dilakukan terhadap data debit, dimana pada model tangki, nilai debit diperoleh dari perhitungan Y_c . Dasar yang digunakan untuk pencocokkan data dengan model adalah *Sum of Square Error (SSE)*.

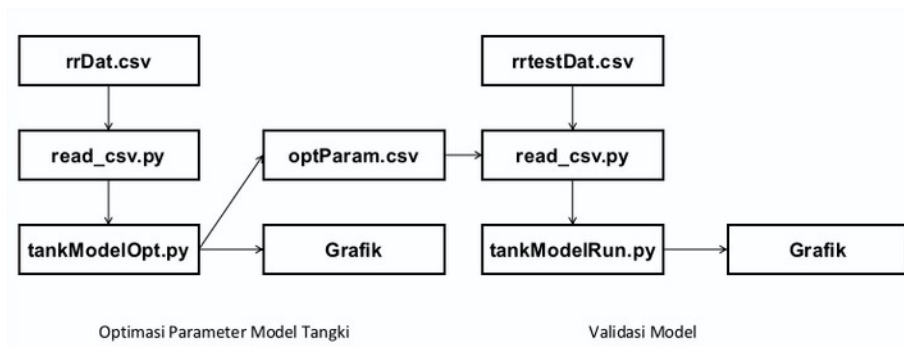
Tujuan optimasi ditetapkan untuk mendapatkan nilai SSE yang minimum.

Setelah dilakukan optimasi, dan mendapatkan parameter model, validasi dapat dilakukan. Validasi dilakukan dengan menggunakan set data yang berbeda.



Gambar 12. Analogi Sistem DAS dan Tangki Bersusun

Struktur program dapat dilihat pada Gambar 13. Pada bagian optimasi parameter model tangki, diperluka data debit ('rrDat.csv') dan modul pembaca data ('read_csv.py'). Prosedur optimasi parameter dilakukan oleh program 'tankModelOpt.py', yang akan menghasilkan file berisi parameter-parameter hasil optimasi (a, b, c, d, Hb, Hc, H10, H20), yaitu 'optParam.py'.



Gambar 13. Struktut Program Model Tangki : Optimasi Parameter dan Validasi Model

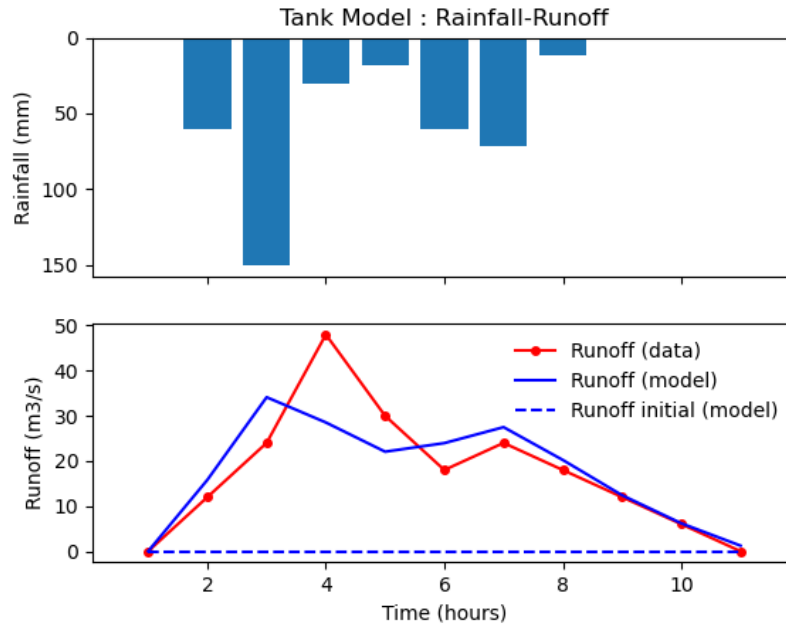
Parameter yang telah disimpan dalam file 'optParam.csv' akan digunakan pada validasi model dengan menggunakan set data baru, yaitu 'rrtestDat.csv'. Program 'tankModelRun.py' akan menghitung hidrograf dari data yang diberikan.

Jika program ini dijalankan, maka hasil yang muncul adalah :

```
Current function value: 613.738643
Iterations: 47
Function evaluations: 1056
Gradient evaluations: 116
0.03958079662001799 -28.613327329049653 0.18792023485828976
30.70893003746707 30.67283295941303 555.2039717230049 618.2250808747077 -
8.202031201059274
```

Grafik luaran program optimasi dapat dilihat pada Gambar 14.

Data hujan yang menyebabkan terjadinya *runoff* ditunjukkan pada grafik bagian atas. Pada gambar bagian bawah, dapat dilihat perbandingan data debit dan debit hasil perhitungan model dengan parameter yang telah dioptimasi.



Gambar 14. Grafik Luaran Program Optimasi Parameter Model Tangki