

# ANALISIS KETERSEDIAAN AIR DAS ASAM-ASAM DENGAN MENGGUNAKAN DEBIT HASIL PERHITUNGAN METODE MOCK

Fakhrurrazi<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

## Ringkasan

*Sungai Tabonio, S.Asam-Asam, Sungai Kintap terletak di Kabupaten Tanah Laut. Sungai Asam-Asam merupakan sungai induk dari beberapa sungai, diantaranya Sungai Katal-Katal dan Sungai Nahiyah.*

*Ketersediaan air dihitung dengan Metode Debit Andalan. Data yang diperlukan untuk analisis ketersediaan air adalah data debit sungai bulanan atau harian dengan periode waktu lebih besar dari 10 tahun, dimana data ini tidak ada sehingga debit bulanan disimulasikan berdasarkan data hujan dan data evapotranspirasi potensial pada daerah penelitian dengan bantuan model matematik hubungan hujan-limpasan. Model hubungan hujan-debit dengan interval bulanan yang digunakan adalah Mock. Dari Metoda Mock nantinya didapat Debit Andalan 80%, 85%, 90%, 95% dan 99%.*

*Ketersediaan Air/Debit andalan DAS Asam-Asam menggunakan debit hasil perhitungan Metode Mock menunjukkan bahwa debit andalan 80% didapat rata-rata per tahun 13,616 m<sup>3</sup>/detik, dan 85% didapat rata-rata per tahun 11,422 m<sup>3</sup>/detik. Ketersediaan Air/Debit Andalan 90% didapat rata-rata per tahun 9,167 m<sup>3</sup>/detik. Dan bahkan pada saat ketersediaan air 95% didapat rata-rata per tahun 6,941 m<sup>3</sup>/detik, dan 99% didapat rata-rata per tahun 5,878 m<sup>3</sup>/detik.*

**Kata Kunci** : Debit Andalan, Metode Mock

## 1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama ke Laut.

Pada DAS Asam-Asam data-data debit sungainya tidak ada, sehingga kita belum mengetahui besarnya ketersediaan air di DAS Asam-Asam. Untuk itu diperlukan data debit bangkitan dari data hujan dan evapotranspirasi potensial dengan menggunakan model matematik hubungan hujan-limpasan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama lebih kurang 3 (tiga) bulan (Mei-Juli) di DAS Asam-Asam, yang meliputi Kecamatan Jorong dan Batu Ampar, dengan Luas DAS 517,44 km<sup>2</sup>.

Penelitian ini berupa pengumpulan data-data sekunder yang akan digunakan dalam analisis.

Data-data ini diperoleh dari instansi pemerintah maupun lembaga terkait lainnya (konsultan : PT. Indra Karya).

Data sekunder yang diperlukan antara lain:

1. Data kondisi lokasi penelitian (peta mengenai tata guna lahan disekitar DAS Asam-Asam). Data ini diperoleh dari Dinas PU.
2. Peta Klimatologi dan Stasiun hujan di Kabupaten Tanah Laut. Data ini diperoleh dari Dinas PU.
3. Data Klimatologi dan curah hujan harian pada atau sekitar DAS Asam-Asam. Data ini diperoleh dari Dinas PU.

Data klimatologi yang digunakan adalah berasal dari stasiun klimatologi Jorong. Sedangkan data curah hujan berasal dari 3 stasiun curah hujan yaitu SMPK Pleihari, PG Pleihari, dan Jorong. Data Klimatologi yang tercatat pada stasiun Jorong adalah temperatur udara, penyinaran matahari, kecepatan angin, penguapan dan kelembaban relatif.

## 3. DASAR TEORI

### Ketersediaan air dihitung dari debit andalan.

Debit Andalan adalah ketersediaan air di sungai yang melampaui atau sama dengan suatu nilai yang keberadaannya di kaitkan dengan prosentasi waktu atau kemungkinan terjadinya.

Besarnya debit andalan sungai dapat ditentukan secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung melalui pengukuran luas po-

tongan melintang sungai dan kecepatan arus pada suatu tempat yang diinginkan. Sedangkan pengukuran tidak langsung, dengan menghitung berdasarkan data klimatologi atau menggunakan rumus-rumus empiris sebagai suatu metoda perhitungan. Metoda perhitungan debit yang digunakan adalah Metode MOCK.

Prediksi debit bulanan rata-rata dengan metode Mock dibuat dengan spreadsheet, yaitu susunan kolom dan baris. Perhitungan debit ini dilakukan tiap-tiap bulan dalam satu tahun pengamatan.

Langkah-langkah berikut ini adalah perhitungan untuk tiap-tiap baris dalam spreadsheet perhitungan metode mock.

Baris 1. Jumlah tinggi hujan harian dalam satu bulan. Jumlah tinggi hujan atau curah hujan harian ini merupakan curah hujan representatif DAS Asam-Asam dari pos-pos hujan.

Baris 2. Jumlah hari hujan dalam satu bulan yang mewakili daerah yang ditinjau.

Baris 3. Jumlah hari dalam satu bulan.

Baris 4. Rata-rata suhu (*temperature*) bulan dalam derajat celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Baris 5. Rata-rata persentasi penyinaran matahari (*sunshine*) bulanan dalam persen (%).

Baris 6. Rata-rata kelembaban relatif (*relative humidity*) bulanan dalam persen (%)

Baris 7. Rata-rata kecepatan angin (*wind speed*) bulanan dalam mile/hari.

Baris 8. Radiasi matahari (*solar radiation*, R), tergantung letak lintang. Besarnya R ini berbeda-beda untuk tiap bulan seperti disajikan pada Tabel 1.

Baris 9. Kemiringan / *slope vapour pressure curve* pada temperatur air rata-rata, disajikan pada Tabel 2.

Baris 10. Radiasi benda hitam pada suhu udara rata-rata (B, mm H<sub>2</sub>O/hari). Nilai ini tergantung pada temperatur rata-rata bulanan dan diperoleh dari Tabel 2.

Baris 11. Tekanan uap air jenuh (*saturated vapour pressure*, e<sub>a</sub> dalam mm Hg) pada suhu udara rata-rata bulanan, diperoleh dari Tabel 2.

Baris 12. Tekanan uap air sebenarnya (*actual vapour pressure*, e<sub>d</sub> dalam mm Hg). Merupakan perkalian antara kelembaban relatif rata-rata bulanan dengan tekanan uap air jenuh (e<sub>a</sub>),

Tabel 1. Nilai radiasi matahari pada permukaan horizontal di luar atmosfer, dalam mm/hari

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des	Tahun
5° LU	13.7	14.5	15.0	15.0	14.5	14.1	14.2	14.6	14.9	14.6	13.9	13.4	14.39
0°	14.5	15.0	15.2	14.7	13.9	13.4	13.5	14.2	14.9	15.0	14.6	14.3	14.45
5° LS	15.2	15.4	15.2	14.3	13.2	12.5	12.7	13.6	14.7	15.2	15.2	15.1	14.33
10° LS	15.8	15.7	15.1	13.8	12.4	11.6	11.9	13.0	14.4	15.3	15.7	15.8	14.21

Sumber : Mock (1973)

Tabel 2 Hubungan temperature rata-rata dengan parameter evapotranspirasi A, B dan e<sub>a</sub>

Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
A (mmHg/ $^{\circ}\text{F}$ )	0.304	0.342	0.385	0.432	0.484	0.541	0.603	0.671	0.746	0.828	0.917	1.013
B (mmH <sub>2</sub> O/hari)	12.60	12.90	13.30	13.70	14.80	14.50	14.90	15.40	15.80	16.20	16.70	17.10
e <sub>a</sub> (mmHg)	8.05	9.21	10.50	12.00	13.60	15.50	17.50	19.80	22.40	25.20	28.30	31.80

Sumber : Mock (1973)

Tabel 3 Koefisien Refleksi, r

No	Permukaan	Koefisien Refleksi (r)
1	Rata-rata permukaan bumi	40 %
2	Cairan salju yang jatuh di akhir musim – masih segar	40 – 85 %
3	Spesies tumbuhan padang pasir dengan daun berbulu	30 – 40 %
4	Runput, tinggi dan kering	31 – 33 %
5	Permukaan padang pasir	24 – 28 %
6	Tumbuhan hijau yang membayangi seluruh tanah	24 – 27 %
7	Tumbuhan muda yang membayangi sebagian tanah	15 – 24 %
8	Hutan musiman	15 – 20 %
9	Hutan yang menghasilkan buah	10 – 15 %
10	Tanah gundul kering	12 – 16 %
11	Tanah gundul lembab	10 – 12 %
12	Tanah gundul basah	8 – 10 %
13	Pasir, basah – kering	9 – 18 %
14	Air bersih, elevasi matahari 45°	5 %
15	Air bersih, elevasi matahari 20°	14 %

Sumber : Mock (1973)

yaitu  $e_d = h \times e_a$ . Merupakan hasil perkalian antara Baris 6 dengan Baris 11.

Baris 13.

$$F_1 = f(T, S) = \frac{A(0,18 + 0,55.S)}{A + 0,27} \dots\dots\dots (1)$$

Baris 14.

$$F_2 = f(T, h) = \frac{A.B(0,56 + 0,072\sqrt{e_d})}{A + 0,27} \dots\dots\dots (2)$$

Baris 15.

$$F_3 = f(T, h) = \frac{0,27 \cdot 0,35 (e_d - e_a)}{A + 0,27} \dots\dots\dots (3)$$

Baris 16. Koefisien refleksi yaitu perbandingan antara radiasi elektromagnetik (dalam sembarang rentang nilai panjang gelombang yang ditentukan) yang dipantulkan oleh suatu benda dengan jumlah radiasi yang terjadi, dan dinyatakan dalam persen. Koefisien refleksi sebagai permukaan bumi disajikan dalam Tabel 3.

$$r = \frac{\text{radiasi elektromagnetik yang dipantulkan}}{\text{jumlah radiasi yang terjadi}} \times 100\% \dots\dots (4)$$

Baris 17.  $E_1 = F_1 \cdot (1 - r) \cdot R \dots\dots\dots (5)$

Baris 18.  $E_2 = F_2 \cdot (0,1 + 0,9S) \dots\dots\dots (6)$

Baris 19.  $E_3 = F_3 \cdot (k + 0,01w) \dots\dots\dots (7)$

Dimana k adalah koefisien kekasaran permukaan evaporasi (*evaporating surface*), untuk permukaan air nilai k = 0,5 dan untuk permukaan vegetasi k = 1,0

Baris 20. Evapotranspirasi potensial harian ( $E_p$ ) dihitung dengan :  $E_p = E_1 - E_2 + E_3 \dots\dots\dots (8)$   
 $E_p$  dalam satuan mm/hari

Baris 21. Evapotranspirasi bulanan, merupakan hasil perkalian antara evapotranspirasi harian dengan jumlah hari dalam bulan yang bersangkutan, atau perkalian antara baris 3 dan Baris 20.

Baris 22. *Exposed surface* (m), yaitu proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau pada musim kering. Berdasarkan *exposed surface*, Mock membagi daerah permukaan bumi menjadi 3 bagian, yaitu hutan primer dan sekunder, daerah tererosi serta daerah ladang pertanian. Asumsi proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau pada musim kering mempunyai evapotranspirasi yang tidak berarti pada hari-hari permukaan kering, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 *Exposed Surface*, m

No	m	Daerah
1	0 %	Hutan primer, sekunder
2	10 – 40 %	Daerah tererosi
3	30 – 50 %	Daerah ladang pertanian

Sumber : Mock (1973)

Baris 23. Jumlah hari hujan dalam satu bulan, sama dengan Baris 2.

Baris 24.  $\frac{\Delta E}{E_{pm}} = \left(\frac{m}{20}\right) \cdot (18 - n) \dots\dots\dots (9)$

Baris 25. Selisih antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi aktual, dihitung

sebagai :  $\Delta E = E_{pm} \cdot \left(\frac{m}{20}\right) \cdot (18 - n) \dots\dots\dots (10)$

Baris 26. Evapotranspirasi aktual, merupakan selisih antara evapotranspirasi potensial dengan  $\Delta E$ , sehingga  $E_a = E_{pm} - \Delta E \dots\dots\dots (11)$

Baris 27. Selisih antara curah hujan bulanan dengan evapotranspirasi aktual atau  $P - E_a$  dalam mm/bulan.

Baris 28. Tampunguan kelembaban tanah (*soil moisture storage = SMS*), dihitung sebagai berikut :  $SMS = ISMS + (P - E_a) \dots\dots\dots (12)$   
 Dimana : *ISMS* = initial soil moisture storage (mm/bulan), merupakan soil moisture capacity (SMC) bulan sebelumnya.

Baris 29. Kapasitas kelembaban tanah (*soil moisture capacity = SMC*) mempunyai harga maksimum 200 mm/bulan. Ada dua keadaan untuk menentukan SMC ini, yaitu :

- a. SMC = 200 mm/bulan jika  $P - E_a \geq 0$
- b. SMC = SMC bulan sebelumnya +  $(P - E_a)$  jika  $P - E_a < 0$

Baris 30. Soil storage, yaitu kemampuan tanah untuk menyimpan air. Soil storage ditentukan sebagai berikut :

- a. Jika pada bulan yang bersangkutan nilai  $P - E_a$  bernilai positif atau SMC bernilai 200 mm/bulan (maksimum) maka soil storage bernilai 0 (nol, artinya air tidak disimpan dalam tanah).
- b. Jika  $P - E_a$  bulan yang bersangkutan bernilai negatif maka soil storage sama dengan  $P - E_a$  ini.

Baris 31. *Water surplus*, yaitu presipitasi yang telah mengalami evapotranspirasi dan disimpan dalam tanah. *Water surplus* bukan merupakan *direct run off*, karena *direct run off* adalah water surplus yang telah mengalami infiltrasi. *Water surplus* dihitung sebagai berikut ini :  $WS = (P - E_a) + SS \dots\dots\dots (13)$   
*Water surplus* tersedia ketika SMC terpenuhi, atau tidak ada *soil storage* (SS). Asumsi yang dipakai oleh Mock adalah, bahwa air memenuhi SMC terlebih dahulu sebelum *water surplus* tersedia untuk infiltrasi yang lebih dalam atau mengalami *direct run off*.

Baris 32. Koefisien infiltrasi (*if*), ditentukan berdasarkan kondisi kondisi porositas dan kemiringan daerah pengaliran. Lahan yang bersifat porous umumnya mempunyai koefisien yang cenderung besar. Namun jika kemiringan tanahnya terjal dimana air tidak sempat mengalami proses infiltrasi kedalam tanah maka koefisien infiltrasinya bernilai kecil. Untuk kondisi tanah yang sama, infiltrasi yang terjadi berbanding terbalik dengan presipitasi. Semakin kering musim yang terjadi, maka semakin besar nilai infiltrasi

ini. Koefisien infiltrasi ini ditentukan berkisar antara 0,25 sampai 0,50. Dalam menentukan besarnya *i* ini harus memperhatikan presipitasi yang terjadi. Perubahan dari satu bulan ke bulan lainnya harus diikuti (berbanding terbalik) dengan perubahan *i*.

Baris 33. Besarnya infiltrasi, yaitu water surplus dikalikan dengan koefisien infiltrasi ( $WS \times i$  dalam mm/bulan).

Baris 34. Konstanta resesi aliran (*K*), adalah proporsi dari air tanah bulan lalu yang masih ada bulan sekarang. Nilai *K* cenderung lebih besar pada bulan dimana bulan sebelumnya merupakan bulan basah. Ditentukan parameter *Mock* ini berkisar antara 0,70 sampai 0,95. Besarnya *K* ini berbeda-beda untuk tiap bulan dengan mengikuti kecenderungan (trend) presipitasi bulan sebelumnya.

Baris 35. *Percentage factor* (*PF*), merupakan persentase hujan yang menjadi limpasan. Digunakan dalam perhitungan storm run off, yang hanya dimasukkan kedalam total run off, bila  $P < 200$  mm/bulan (nilai maksimum soil moisture capacity). Besarnya *PF* oleh F.J Mock disarankan berkisar 5% - 10%.

Baris 36.  $0,5 \times (1+K) \times i \dots\dots\dots (14)$

Baris 37.  $K \times G_{som}$ ,  $G_{som}$  adalah groundwater storage bulan sebelumnya, nilai ini diasumsikan sebagai konstanta awal, dengan anggapan bahwa water balance merupakan siklus tertutup yang ditinjau selama 1 tahun, maka nilai asumsi awal ini harus dibuat sama dengan nilai akhir tahun (terjadi keseimbangan).

Baris 38. Groundwater storage (*GS*), dihitung dengan persamaan sebagai berikut ini :  
 $GS = (0,5 \cdot (1+K) \cdot i) + (K \cdot G_{som}) \dots\dots\dots (15)$   
 Atau Baris 38 = Baris 36 + Baris 37

Baris 39. Perubahan groundwater storage ( $\Delta GS$ ), yaitu nilai groundwater storage bulan yang bersangkutan dikurangi nilai groundwater storage bulan sebelumnya.

Baris 40. *Base flow* (*BF*), merupakan besar infiltrasi dikurangi perubahan groundwater storage. Karena water balance merupakan siklus tertutup dengan periode 1 tahun maka perubahan groundwater storage selama 1 tahun itu adalah nol. Juga dengan alasan bahwa volume air di bumi adalah tetap. Karena dalam 1 tahun  $\Delta GS = 0$ , maka jumlah base flow akan sama dengan jumlah infiltrasi dalam 1 tahun,  $\{BF = i\}$ . Jadi menurut *Mock*, base flow itu berasal dari infiltrasi dan groundwater storage. Jika  $GS^0$  adalah groundwater storage bulan sekarang, dan groundwater storage bulan lalu, maka :

- a.  $BF = i + \Delta GS$ , jika  $GS^0 < GS^1$  dan
- b.  $BF = i - \Delta GS$ , jika  $GS^0 > GS^1$ , Dimana  $\Delta GS = GS^0 - GS^1$ .

Baris 41. *Direct run off* (*DRO*), merupakan water surplus yang telah mengalami infiltrasi, yaitu :  $DRO = WS - i \dots\dots\dots (16)$

Baris 42. *Storm run off* (*SRO*), dihitung sebagai berikut :

- a. Jika hujan ( $P \geq 200$  mm (sesuai asumsi bahwa Max SMC = 200 mm) maka nilai storm run off = 0.
- b. Jika  $P < 200$  mm, maka storm run off adalah jumlah curah hujan dalam satu bulan yang bersangkutan dikali faktor persentasi (*PF*).

Baris 43. Total run off (*TRO*), jumlah dari base flow + direct run off + storm run off.

Baris 44. Luas catchment area, satuan  $km^2$ .

Baris 45. Stream flow atau aliran sungai, merupakan perkalian antara total run off dengan luas catchment area. Satuannya  $m^3/detik$ .

**Debit Andalan dengan Sytatistik Hidrologi**

Penentuan debit andalan erat hubungannya dengan penerapan statistik dalam hidrologi. Dalam analisis frekuensi, secara umum klasifikasi data dibagi dua yaitu data yang dikelompokkan dan data yang tidak dikelompokkan.

Debit hasil perhitungan merupakan data yang belum dikelompokkan dan disajikan sebagai deret kala menurut urutan kejadian. Penentuan probabilitas dibuat dengan cara mengurutkan data dari urutan besar ke urutan kecil dengan menghilangkan urutan kejadian. Selanjutnya dirangking dimulai dengan rangking pertama ( $m=1$ ) untuk data yang paling besar dan seterusnya. Selanjutnya dibuatkan kolom plotting dengan rumus Weibul.

Adapun Rumus Weibul adalah sebagai berikut:

kut:  $F = \frac{m}{N+1} \dots\dots\dots (17)$

dimana : *P* = probabilitas; *m* = rangking; dan *N* = jumlah data

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Temperatur udara rata-rata di Kabupaten Tanah Laut adalah 27,40 °C. Temperatur udara rata-rata tertinggi 28,44 °C pada bulan Juli dan temperatur rata-rata terendah 26,87 °C pada bulan Januari .

Kelembaban rata-rata di Kabupaten Tanah Laut adalah 89,23%. Kelembaban rata-rata tertinggi 90,98% pada bulan Nopember dan kelembaban rata-rata terendah 86,58% pada bulan Oktober.

Penyinaran matahari rata-rata di Kabupaten Tanah Laut adalah 45,96%. Penyinaran matahari rata-rata tertinggi 64,95% pada bulan Agustus dan penyinaran matahari rata-rata terendah 28,78% pada bulan Desember.

Kecepatan angin rata-rata di Kabupaten Tanah Laut adalah 35,58 km/hari. Kecepatan angin rata-rata tertinggi 58,27 km/hari pada bulan September dan kecepatan angin rata-rata terendah 19,98 km/hari pada bulan Mei.

Penguapan rata-rata di Kabupaten Tanah Laut adalah 4,61 mm. Penguapan rata-rata tertinggi 5,76 mm pada bulan September dan penguapan rata-rata terendah 3,66 mm pada bulan Maret.

Curah hujan rata-rata di Kabupaten Tanah Laut adalah 116,0 mm. Curah hujan rata-rata tertinggi 211,3 mm pada bulan Desember dan Curah hujan rata-rata terendah 36.26 mm pada bulan September.

Ketersediaan air atau Debit andalan didapat

dengan memproses data curah hujan menjadi data debit sungai. Dalam proses data curah hujan menjadi data debit sungai, dalam hal ini menggunakan Metode Mock. Contoh Perhitungan Metode Mock diperlihatkan pada Tabel 5.a, Tabel 5.b, dan tabel-tabel selanjutnya.

Dari data-data debit dengan metoda mock, didapat hasil debit andalan 95% = 0 m<sup>3</sup>/detik pada bulan Agustus dan September, dan debit andalan 99% = 0 m<sup>3</sup>/detik pada bulan Agustus sampai dengan Desember.

**Tabel 5.a Perhitungan Debit Sungai Asam-Asam Dengan Metode Mock Untuk Bulan Januari – Juni Tahun 1991**

	Calculation	Const.	Januari	Pebruari	Maret	April	Mei	Juni
	Meteorological Data							
1	Catchment Precipitation (P;mm/month)		281.9	181.8	197.7	220.8	470.5	28.8
2	Catchment Rain Days (n;days)		24	21	21	18	25	6
3	Days Of Month (Hr;days)		31	28	31	30	31	30
4	Temperature (T; °C)		26.99	27.41	27.04	27.26	27.32	27.68
5	Sunshine (S; %)		36.17	38.08	52.78	45.77	53.60	54.38
6	Relative Humidity (h; %)		90.58	90.06	89.12	88.63	89.57	89.18
7	Wind Speed (w; mile/day)		20.62	20.01	17.24	16.40	13.77	18.80
	Potential Evapotranspiration (mm/month)							
8	Solar Radiation (R; mm/day) (03° 58'32 LS)		15.06	15.32	15.20	14.38	13.34	12.68
9	A (mm Hg/ °F)		0.87	0.89	0.87	0.88	0.89	0.90
10	B (mm H <sub>2</sub> O/day)		16.45	16.55	16.46	16.52	16.53	16.62
11	ea (mm Hg)		26.74	27.38	26.81	27.16	27.24	27.81
12	ed (mm Hg) = hxea		24.22	24.66	23.89	24.07	24.40	24.80
13	F1(T;S)=Ax(0.18+(0.55xS))/(A+0.27)		0.29	0.30	0.36	0.33	0.36	0.37
14	F2(T;h)=AxB(0.56-(0.092x(ed^0.5)))/(A+0.27)		1.35	1.31	1.39	1.37	1.34	1.30
15	F3(T;h)=(0.27)(0.35)(ea-ed)/(A+0.27)		0.21	0.22	0.24	0.25	0.23	0.24
16	Reflection Coefficient ( r )		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
17	E1=F1x(1-r)xR		3.49	3.66	4.37	3.81	3.88	3.74
18	E2=F2x(0.1+(0.9xS))		0.57	0.58	0.80	0.70	0.78	0.77
19	E3=F3x(k+0.01w); k =	1.00	0.25	0.10	0.07	0.06	0.05	0.06
20	Ep(mm/day)=E1-E2+E3		3.16	3.18	3.64	3.16	3.15	3.03
21	Epm (mm/month)=HrxEp		98.07	89.10	112.75	94.79	97.69	90.93
	Limited Evapotranspiration (mm/month)							
22	Exposed Surface (m;%)		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
23	n (number of rain days)		24	21	21	18	25	6
24	DE/Epm=(m/20)(18-n);(%)		-12.00	-6.00	-6.00	0.00	-14.00	24.00
25	DE (mm/month)		-11.77	-5.35	-6.77	0.00	-13.68	21.82
26	Eactual (mm/month)=Epm-DE		109.84	94.45	119.52	94.79	111.37	69.11
	Water Surplus (mm/month)							
27	P-Ea ; (mm/month)		172.01	87.35	78.18	126.01	359.08	-40.36
28	SMS = ISMS+(P-Ea) ; (mm/month)		372.01	287.35	278.18	326.01	559.08	159.64
29	Soil Moisture Capacity (mm/month); ISMC	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	159.64
30	Soil Storage (mm/month), if P-Ea>=0,SS=0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.36
31	Water Surplus (mm/month);( 27)+(30) )		172.01	87.35	78.18	126.01	359.08	0.00
	Total Run Off (mm/month)							
32	Infiltration Coefficient (if)		0.60	0.70	0.70	0.60	0.40	0.90
33	infiltration (i); (31)xif, (mm/month)		103.20	61.14	54.73	75.60	143.63	0.00
34	K (monthly flow recession constant)		0.50	0.60	0.40	0.40	0.50	0.80
35	PF (Percentage Factor)		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
36	1/2 x (1+K) x i		77.40	48.92	38.31	52.92	107.72	0.00
37	K x (Gsom)		32.02	65.65	45.83	33.65	43.29	120.81
38	GS (mm/month) ; (36)+(37) Gsom	64.03	109.42	114.57	84.14	86.58	151.01	120.81
39	DGS = GS-Gsom (mm/month)		45.39	5.15	-30.43	2.44	64.44	-30.20
40	Base Flow = i-DGS (mm/month)		57.82	56.00	85.16	73.16	79.20	30.20
41	Direct Run Off = WS-i (mm/month)		68.80	26.20	23.45	50.40	215.45	0.00
	Storm Run Off (mm/month); if P>=200, SRO=0; SRO=PxF		0.00	18.18	19.77	0.00	0.00	2.88
43	Total Run Off =Bflow+DRO+SRO (mm/month)		126.62	100.38	128.38	123.57	294.64	33.08
44	Cacthment Area (km2)		517.44	517.44	517.44	517.44	517.44	517.44
45	Stream Flow (m <sup>3</sup> /second)		24.462	21.470	24.802	24.667	56.922	6.603

Tabel 5.b Perhitungan Debit Sungai Asam-Asam Dengan Metode Mock Untuk Bulan Juli – Desember Tahun 1991

	Calculation	Const.	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
	Meteorological Data							
1	Catchment Precipitation (P;mm/month)		4.5	6.5	0.0	7.0	149.1	222.7
2	Catchment Rain Days (n;days)		2	1	0	3	19	25
3	Days Of Month (Hr;days)		31	31	30	31	30	31
4	Temperature (T; °C)		28.04	27.51	27.12	27.79	26.89	27.73
5	Sunshine (S; %)		52.94	57.68	52.81	39.67	35.27	32.33
6	Relative Humidity (h; %)		89.44	88.64	88.63	87.46	89.98	89.48
7	Wind Speed (w; mile/day)		21.04	28.33	35.46	26.80	25.64	21.19
	Potential Evapotranspiration (mm/month)							
8	Solar Radiation (R; mm/day) (03° 58'32 LS)		12.86	13.72	14.74	15.16	15.08	14.94
9	A (mm Hg/ °F)		0.92	0.90	0.88	0.91	0.87	0.91
10	B (mm H <sub>2</sub> O/day)		16.71	16.58	16.48	16.65	16.42	16.63
11	ea (mm Hg)		28.37	27.55	26.93	27.97	26.58	27.89
12	ed (mm Hg) = hxea		25.38	24.42	23.87	24.47	23.91	24.95
13	F1(T;S)=Ax(0.18+(0.55xS))/(A+0.27)		0.36	0.38	0.36	0.31	0.29	0.28
14	F2(T;h)=Ax(0.56-(0.092x(ed^0.5)))/(A+0.27)		1.25	1.34	1.39	1.35	1.38	1.29
15	F3(T;h)=(0.27)(0.35)(ea-ed)/(A+0.27)		0.24	0.25	0.25	0.28	0.22	0.24
16	Reflection Coefficient ( r )		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
17	E1=F1x(1-r)xR		3.75	4.19	4.24	3.72	3.44	3.29
18	E2=F2x(0.1+(0.9xS))		0.72	0.83	0.80	0.62	0.58	0.50
19	E3=F3x(k+0.01w); k =	1.00	0.06	0.09	0.11	0.11	0.08	0.07
20	Ep(mm/day)=E1-E2+E3		3.09	3.45	3.55	3.21	2.95	2.86
21	Epm (mm/month)=HrxEp		95.87	106.97	106.59	99.61	88.35	88.63
	Limited Evapotranspiration (mm/month)							
22	Exposed Surface (m;%)		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
23	n (number of rain days)		2	1	0	3	19	25
24	DE/Epm=(m/20)(18-n);(%)		32.00	34.00	36.00	30.00	-2.00	-14.00
25	DE (mm/month)		30.68	36.37	38.37	29.88	-1.77	-12.41
26	Eactual (mm/month)=Epm-DE		65.19	70.60	68.22	69.73	90.12	101.04
	Water Surplus (mm/month)							
27	P-Ea ; (mm/month)		-60.69	-64.10	-68.22	-62.73	58.98	121.66
28	SMS = ISMS+(P-Ea) ; (mm/month)		139.31	135.90	131.78	137.27	258.98	321.66
29	Soil Moisture Capacity (mm/month); ISMC	200.00	98.95	34.85	-33.37	-96.09	200.00	200.00
30	Soil Storage (mm/month), if P-Ea>=0,SS=0		60.69	64.10	68.22	62.73	0.00	0.00
31	Water Surplus (mm/month);( 27)+(30) )		0.00	0.00	0.00	0.00	58.98	121.66
	Total Run Off (mm/month)							
32	Infiltration Coefficient (if)		0.90	0.95	0.95	0.90	0.70	0.60
33	infiltration (i); (31)xif, (mm/month)		0.00	0.00	0.00	0.00	41.29	72.99
34	K (monthly flow recession constant)		0.30	0.30	0.20	0.10	0.10	0.40
35	PF (Percentage Factor)		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
36	1/2 x (1+K) x i		0.00	0.00	0.00	0.00	22.71	51.10
37	K x (Gsom)		36.24	10.87	2.17	0.22	0.02	9.09
38	GS (mm/month) ; (36)+(37) Gsom	64.03	36.24	10.87	2.17	0.22	22.73	60.19
39	DGS = GS-Gsom (mm/month)		-84.57	-25.37	-8.70	-1.96	22.51	37.46
40	Base Flow = i-DGS (mm/month)		84.57	25.37	8.70	1.96	18.78	35.54
41	Direct Run Off = WS-i (mm/month)		0.00	0.00	0.00	0.00	17.69	48.66
42	Storm Run Off (mm/month); if P>=200, SRO=0; SRO=PxF		0.45	0.65	0.00	0.70	14.91	0.00
43	Total Run Off =Bflow+DRO+SRO (mm/month)		85.02	26.02	8.70	2.66	51.38	84.20
44	Catchment Area (km <sup>2</sup> )		517.44	517.44	517.44	517.44	517.44	517.44
45	Stream Flow (m <sup>3</sup> /second)		16.424	5.027	1.736	0.513	10.257	16.266

Tabel 6. Hasil Perhitungan Metode Mock (Data Debit Sungai Asam-Asam)

Tahun	Debit Sungai Asam-Asam (m <sup>3</sup> /detik)											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des
1991	24.462	21.470	24.802	24.667	56.922	6.603	16.424	5.027	1.736	0.513	10.257	16.266
1992	17.236	56.980	22.826	35.123	32.145	20.616	25.413	9.114	4.705	16.308	31.067	51.085
1993	36.061	44.043	29.444	45.683	35.976	34.823	16.008	12.273	2.548	3.724	19.786	52.606
1994	15.837	57.472	43.787	31.212	22.406	94.666	8.866	16.674	8.888	2.051	4.136	6.581
1995	88.660	50.115	13.644	73.111	29.421	38.787	29.725	31.109	29.631	16.437	79.985	92.296
1996	51.384	46.688	37.658	37.714	39.096	34.723	32.856	15.073	21.655	36.320	35.406	39.225
1997	43.979	29.555	26.080	36.595	8.541	6.261	2.106	0.887	0.443	1.198	17.774	46.528
1998	19.263	29.111	23.071	49.195	24.820	32.607	28.875	26.066	19.658	60.796	38.124	50.219
1999	56.683	40.763	36.168	34.908	28.215	15.151	3.570	3.311	7.090	23.038	37.280	71.060
2000	55.544	23.328	44.611	25.540	26.526	21.163	8.872	11.845	5.330	13.629	14.154	24.553
Rata-Rata	40.911	39.953	30.209	39.375	30.407	30.540	17.271	13.138	10.168	17.401	28.797	45.042

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 7.a. Hasil Debit Andalan (Data Debit Sungai : Metoda Mock) Untuk Bulan Januari – April

Peluang (%)	No.	Debit (m <sup>3</sup> /detik)			
		Jan	Peb	Mar	Apr
9.1	1	88.660	57.472	44.611	73.111
18.2	2	56.683	56.980	43.787	49.195
27.3	3	55.544	50.115	37.658	45.683
36.4	4	51.384	46.688	36.168	37.714
45.5	5	43.979	44.043	29.444	36.595
54.5	6	36.061	40.763	26.080	35.123
63.6	7	24.462	29.555	24.802	34.908
72.7	8	19.263	29.111	23.071	31.212
81.8	9	17.236	23.328	22.826	25.540
90.9	10	15.837	21.470	13.644	24.667
Debit Andalan 80% (m <sup>3</sup> /detik)		17.641	24.485	22.875	26.674
Debit Andalan 85% (m <sup>3</sup> /detik)		16.746	22.678	19.612	25.234
Debit Andalan 90% (m <sup>3</sup> /detik)		15.977	21.656	14.562	24.755
Debit Andalan 95% (m <sup>3</sup> /detik)		15.208	20.634	9.512	24.275
Debit Andalan 99% (m <sup>3</sup> /detik)		14.593	19.817	5.472	23.891

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 7.b. Hasil Debit Andalan (Data Debit Sungai : Metoda Mock) Untuk Bulan Mei – Agustus

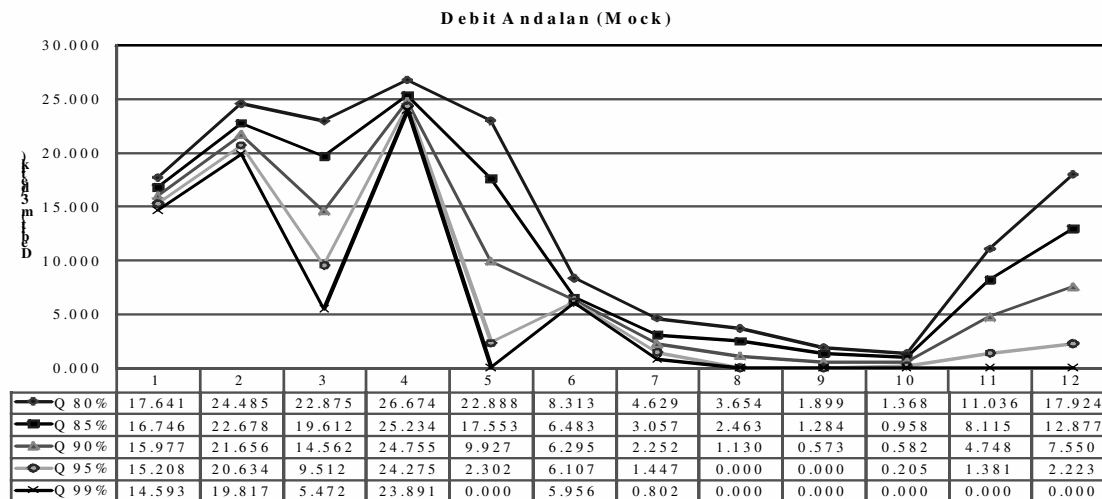
Peluang (%)	No.	Debit (m <sup>3</sup> /detik)			
		Mei	Jun	Jul	Agust
9.1	1	56.922	94.666	32.856	31.109
18.2	2	39.096	38.787	29.725	26.066
27.3	3	35.976	34.823	28.875	16.674
36.4	4	32.145	34.723	25.413	15.073
45.5	5	29.421	32.607	16.424	12.273
54.5	6	28.215	21.163	16.008	11.845
63.6	7	26.526	20.616	8.872	9.114
72.7	8	24.820	15.151	8.866	5.027
81.8	9	22.406	6.603	3.570	3.311
90.9	10	8.541	6.261	2.106	0.887
Debit Andalan 80% (m <sup>3</sup> /detik)		22.888	8.313	4.629	3.654
Debit Andalan 85% (m <sup>3</sup> /detik)		17.553	6.483	3.057	2.463
Debit Andalan 90% (m <sup>3</sup> /detik)		9.927	6.295	2.252	1.130
Debit Andalan 95% (m <sup>3</sup> /detik)		2.302	6.107	1.447	0.000
Debit Andalan 99% (m <sup>3</sup> /detik)		0.000	5.956	0.802	0.000

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 7.c. Hasil Debit Andalan (Data Debit Sungai : Metoda Mock) Untuk Bulan September – Desember

Peluang (%)	No.	Debit (m <sup>3</sup> /detik)			
		Sept	Okt	Nop	Des
9.1	1	29.631	60.796	79.985	92.296
18.2	2	21.655	36.320	38.124	71.060
27.3	3	19.658	23.038	37.280	52.606
36.4	4	8.888	16.437	35.406	51.085
45.5	5	7.090	16.308	31.067	50.219
54.5	6	5.330	13.629	19.786	46.528
63.6	7	4.705	3.724	17.774	39.225
72.7	8	2.548	2.051	14.154	24.553
81.8	9	1.736	1.198	10.257	16.266
90.9	10	0.443	0.513	4.136	6.581
Debit Andalan 80% (m <sup>3</sup> /detik)		1.899	1.368	11.036	17.924
Debit Andalan 85% (m <sup>3</sup> /detik)		1.284	0.958	8.115	12.877
Debit Andalan 90% (m <sup>3</sup> /detik)		0.573	0.582	4.748	7.550
Debit Andalan 95% (m <sup>3</sup> /detik)		0.000	0.205	1.381	2.223
Debit Andalan 99% (m <sup>3</sup> /detik)		0.000	0.000	0.000	0.000

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 1. Grafik Debit Andalan (Mock)

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Ketersediaan Air/Debit andalan DAS Asam-Asam dengan menggunakan hasil perhitungan debit Metode Mock menunjukkan bahwa debit andalan 80% didapat rata-rata per tahun 13,616 m<sup>3</sup>/detik, dan 85% didapat rata-rata per tahun 11,422 m<sup>3</sup>/detik.

Ketersediaan Air/Debit Andalan 90% didapat rata-rata per tahun 9,167 m<sup>3</sup>/detik. Dan bahkan pada saat ketersediaan air 95% didapat rata-rata per tahun 6,941 m<sup>3</sup>/detik, dan 99% didapat rata-rata per tahun 5,878 m<sup>3</sup>/detik.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1986, *Buku Petunjuk Perencanaan Irigasi, Bagian Penunjang Untuk Standar Perencanaan Irigasi*, Dirjen Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
2. S. Anik, 2007, *Kajian Alternatif Penanggulangan Banjir (Studi Kasus Sungai Lapada*

3. Di Kabupaten Gorontalo), *Jurnal Presipitasi*, Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip S, Gadhing, 2008, *Kajian Pengaruh Kondisi DAS Terhadap Fluktuasi Debit Sungai*, *Tesis*, Kelompok Ilmu Teknik, UGM, Yogya.
4. Soemarto, CD, 1986, *Hidrologi Teknik*, Pusat Pendidikan Manajemen dan Teknologi Terapan, Malang
5. Soewarno. 1991, *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*. Penerbit Nova. Bandung
6. Soewarno. 1995 *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, jilid II. Nova. Bandung
7. Sri Harto Br, 2000, *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*, Nafiri, Yogyakarta
8. Sugiharta, 2007, *Prakiraan Debit Puncak Banjir Berdasarkan Hujan Dan Karakteristik Morphometri Daerah Aliran Sungai*, *Tesis*, Kelompok Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta
9. Wurjanto A, Sudirman D, *Modul Perhitungan Debit Andalan Sungai*, ITB, Bandung