

ANALISIS PERHITUNGAN BESARAN DEBIT KETERSEDIAAN AIR DENGAN METODE MOCK PADA DAS-DAS YANG TERUKUR AWLR DI WILAYAH SUNGAI LOMBOK *Analysis of Water Discharge Quantity Calculation with Mock Method on DAS Measured AWLR in Lombok River Area*

Baiq Ratih Sagita P*, Atas Pracoyo, Sasmito Soekarno****

*** BWS NT-1 Kementerian Pekerjaan Umum, Jl. Ahmad Yani No. 1 Gerimax**

**** Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram
email : gita163@gmail.com, ataspracoyo@unram.ac.id dan sasmitosoekarno@yahoo.co.id**

Abstrak

Model Mock adalah salah satu cara perhitungan aliran sungai dengan menggunakan curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran untuk menaksir besarnya debit sungai jika data yang tersedia tidak lengkap. Model Mock merupakan model simulasi yang relatif sederhana dan cukup baik dalam penaksiran debit sungai dengan interval waktu setengah bulanan. Dalam pengembangannya model ini banyak digunakan untuk aplikasi pengembangan sumberdaya air seperti irigasi dan penyediaan air baku. Perlu adanya studi untuk mengetahui parameter - parameter apa saja yang mempengaruhi besarnya aliran. Untuk menentukan berapa nilai parameter- parameter tersebut sebelumnya dilakukan analisis rerata curah hujan dengan menggunakan metode Polygon Thiessen karena data curah hujan tersebut digunakan sebagai data masukan pada Model Mock. Data-data tersebut diolah dengan cara coba - coba hingga didapatkan hasil parameter yang realistis yaitu nilai R dan VE. Kemudian hasil yang didapat tersebut diregresi dengan regresi linier berganda dengan memanfaatkan fasilitas pada microsoft excel 2007 untuk mengetahui seberapa besar pengaruh parameter-parameter Model Mock terhadap besaran debit ketersediaan air di Wilayah Sungai Lombok. Hasil analisis dengan Model Mock dari tahun 2002 sampai dengan 2016 pada pos AWLR di Wilayah Sungai Lombok diperoleh besaran debit ketersediaan air yang dihasilkan oleh Model Mock lebih besar dibandingkan dengan besaran debit ketersediaan air yang diperoleh dari BISDA. Dari hasil analisis regresi linier berganda diperoleh persamaan $BF = - (8,678E+14) + (1,283E+13)A - (3,38E+12)Eto + 0,097P - (2,746E+13)L$ dan $DRO = - (6,699E+13) + (9,904E+11)A - (2,609E+11)Eto + 0,130P - (2,12E+12)L$. Hal ini dapat menjelaskan bahwa variabel yang terdiri dari luas, evapotranspirasi, curah hujan, dan panjang sungai sangat berpengaruh terhadap besaran debit ketersediaan air. Dari analisis dengan Model Mock dapat diketahui bahwa parameter-parameter Model Mock seperti i , ISM, SMC, SS, dan k sangat berpengaruh terhadap besar maupun kecilnya debit ketersediaan air di Wilayah Sungai Lombok.

Kata kunci : Model Mock, Regresi linier berganda, Besaran debit ketersediaan air

PENDAHULUAN

Di Indonesia pada umumnya alokasi air dilakukan untuk periode setiap 15 harian atau setengah bulanan (kecuali Jawa Timur yang menggunakan periode 10 harian atau dasa harian), artinya Rencana Alokasi Air Global (RAAG) maupun alokasi air secara tepat waktu dilakukan dalam periode setengah bulanan (Hatmoko dan Amirwandi, 2002).

Sumber daya air sungai di Nusa Tenggara Barat selama ini memegang peranan penting dalam berbagai pemenuhan kebutuhan air, seperti irigasi dan kebutuhan air baku. Analisis ketersediaan debit sungai sangat berguna dalam perencanaan pemanfaatan air tersebut. Ketersediaan air dapat digambarkan dengan kurva massa debit (*flow duration curve*) yang dibuat dari pencatatan debit sungai, sehingga pengukuran debit sungai merupakan faktor yang sangat penting pada pengembangan dan pengelolaan sumber daya air sungai. Namun demikian, ketersediaan data debit sungai di Wilayah Sungai Lombok sangat kurang dari 197 sungai yang ada, hanya 19 yang mempunyai stasiun AWLR.

Keterbatasan data AWLR tersebut menjadi permasalahan untuk perencanaan pemanfaatan air di sungai yang tidak mempunyai data debit atau yang ketersediaan data debitnya pendek. Karena ketersediaan data hujan yang lebih baik, transformasi data hujan menjadi data debit dapat dilakukan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip hidrologi.

Pengumpulan data debit seringkali bermasalah karena kondisi lokasi yang tidak memungkinkan sehingga menyebabkan tidak kontinunya data debit. Dengan adanya pertimbangan tersebut maka diperlukan suatu metode untuk menduga besar debit sungai yang salah satunya dikembangkan oleh Mock. Untuk menghitung debit sungai, metode ini hanya membutuhkan data iklim dan karakteristik tanah, sedangkan dalam perhitungannya selain limpasan permukaan langsung ada juga aliran bawah tanah.

Transformasi data hujan menjadi debit adalah usaha memperkirakan debit sungai berdasarkan data masukan hujan di DAS yang bersangkutan. Metode perhitungan yang telah dikenal dan berkembang di Indonesia antara lain adalah metode Mock. Model mock merupakan model simulasi yang relatif sederhana dan cukup baik dalam penaksiran debit sungai dengan interval waktu setengah bulanan. Model ini bertujuan menggambarkan tanggapan Daerah Aliran Sungai (DAS) terhadap proses hidrologi yang terjadi. Metode ini hanya membutuhkan data iklim dan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dinyatakan pada beberapa parameter, sedangkan hasil perhitungannya adalah aliran limpasan permukaan langsung dan aliran dasar (*base flow*). (Damandjaja D, 1998).

Beragamnya kondisi DAS di Pulau Lombok menyebabkan karakteristik DAS yang berbeda sehingga diperlukan penyesuaian parameter-parameter pada Model Mock sehingga cocok dengan kondisi DAS masing-masing sungai. Oleh karena itu diperlukan penelitian penerapan Model Mock di 19 sungai yang memiliki AWLR dimana kondisi masing-masing DAS berbeda-beda, untuk selanjutnya dapat dirumuskan penentuan parameter Model Mock untuk DAS yang tidak mempunyai data debit di Pulau Lombok.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penghitungan transformasi debit, dikenal beberapa model yang umum digunakan seperti Metode Mock, Nreca, Tank Model dan Rainrun. Penelitian ini mencoba mengembangkan beberapa model tersebut sehingga didapatkan hasil terbaik untuk mentransformasikan hujan ke debit. Keuntungan dari penggunaan Metode Mock menurut (Habibi, 2010) penghitungan debit dengan Metode Mock lebih akurat dibanding menggunakan metode lain sebab lebih banyak mempertimbangkan keadaan alam/cuaca yang mempengaruhi ketersediaan air pada suatu sungai. Kekurangan penggunaan Metode Mock yaitu banyak menggunakan data terukur, sehingga apabila salah satu data terukur tidak diketahui maka metode ini tidak dapat digunakan.

Menurut (Setyono, 2011) berdasarkan hasil dari transformasi data hujan menjadi data debit pada Waduk Lahor menunjukkan bahwa Tank model yang menunjukkan performa paling baik dari model deterministik yang digunakan dengan simpangan debit model dan debit amatan. Sementara (Setyono, 2011) menjelaskan bahwa untuk Tank Model mempunyai kelemahan mendasar dari penerapannya karena begitu banyaknya parameter yang nilainya harus ditetapkan terlebih dahulu secara simultan sebelum model tersebut diaplikasikan.

Daerah aliran sungai atau DAS sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian mengalirkannya kelaut melalui sungai utama (Asdak, 2010). Setiap DAS memiliki karakteristik dan parameter DAS masing - masing. Hal tersebut tergantung dari tata guna lahan dan kondisi geologi DAS.

DAS adalah semua daerah di mana semua airnya yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju suatu sungai. Aliran air tersebut tidak hanya berupa air permukaan yang mengalir di dalam alur sungai, tetapi termasuk juga aliran di lereng - lereng bukit yang mengalir menuju alur sungai sehingga daerah tersebut dinamakan daerah aliran sungai. Daerah ini umumnya dibatasi dengan batas topografi. Batas ini tidak ditetapkan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian (Sri Harto, 1993).

Hujan adalah salah satu bentuk presipitasi yang sering djumpai di Indonesia, yang dimaksud dengan presipitasi dalam curah hujan (shower) (Ratna, 2013).

Hujan terjadi dengan intensitas hujan yang berbeda - beda. Data hujan yang terjadi dibagi menjadi beberapa hujan berdasarkan kurun waktu hari atau jumlah hujan.

- a. Hujan bulanan, adalah hujan yang terjadi dalam kurun waktu satu bulanan yang dihitung jumlah hujannya dari tanggal 1 hingga 31 (untuk bulan Januari) dan untuk bulan Februari yaitu jumlah hujan pada tanggal 1 hingga 28 sedangkan untuk tahun kabisat hingga tanggal 29. Jumlah hujan dihitung sesuai dengan banyaknya hari pada masing-masing bulan.
- b. Hujan 15 harian atau hujan setengah bulanan, adalah hujan yang terjadi dalam kurun waktu 15 harian yang dihitung jumlah hujannya, pada periode I yaitu dari tanggal 1 hingga 15 dan untuk periode II dari tanggal 16 hingga 31 (untuk bulan Januari) dan untuk bulan Februari yaitu jumlah hujan pada periode I yaitu dari tanggal 1 hingga 15 dan untuk periode II dari tanggal 16 hingga 28 sedangkan untuk tahun kabisat hingga tanggal 29. Jumlah hujan dihitung sesuai dengan banyaknya hari pada masing-masing periode hujan.
- c. Hujan 10 harian atau hujan dasa harian, adalah hujan yang terjadi dalam kurun waktu 10 harian yang dihitung jumlah hujannya, pada periode I yaitu dari tanggal 1 hingga 10 dan untuk periode II dari tanggal 11 hingga 20, dan untuk periode III dari tanggal 21 hingga 31 (untuk bulan Januari) dan untuk bulan Februari yaitu jumlah hujan pada periode I yaitu dari tanggal 1 hingga 10 dan untuk periode II dari tanggal 11 hingga 20, dan untuk periode III dari tanggal 21 hingga 28 sedangkan untuk tahun kabisat hingga tanggal 29. Jumlah hujan dihitung sesuai dengan banyaknya hari pada masing-masing periode hujan.
- d. Hujan 5 harian, adalah hujan yang terjadi dalam kurun waktu 5 harian yang dihitung jumlah hujannya, pada periode I yaitu dari tanggal 1 hingga 5 dan untuk periode II dari tanggal 6 hingga 10, dan untuk periode III dari tanggal 11 hingga 15, dan untuk periode IV dari tanggal 16 hingga 20, dan untuk periode V dari tanggal 21 hingga 25, dan untuk periode VI dari tanggal 26 hingga 31 (untuk bulan Januari) dan untuk bulan Februari yaitu jumlah hujan pada periode I yaitu dari tanggal 1 hingga 5 dan untuk periode II dari tanggal 6 hingga 10, dan untuk periode III dari tanggal 11 hingga 15, dan untuk periode IV dari tanggal 16 hingga 20, dan untuk periode V dari tanggal 21 hingga 25, dan untuk periode VI dari tanggal 26 hingga 28 sedangkan untuk tahun kabisat hingga tanggal 29. Jumlah hujan dihitung sesuai dengan banyaknya hari pada masing-masing

periode hujan.

Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengukuran. Data tersebut harus benar-benar menggambarkan fenomena hidrologi seperti keadaan sebenarnya dilapangan.

Uji Konsisten data dengan menggunakan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums), digunakan untuk menguji ketidakpangghaan antar data dalam stasiun itu sendiri dengan mendeteksi pergeseran nilai rata-rata (mean) . Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Sri Harto, 1993)

$$S_k^{**} = \frac{S_y^*}{D_y} \dots\dots\dots (1)$$

$$D_y^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 / n \dots\dots\dots (2)$$

$$S_y^n = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}) \dots\dots\dots (3)$$

dengan : n : jumlah data hujan, Y_i : data curah hujan, \bar{Y} : rerata curah hujan

$S_k^n, S_{ky}^{**}, +D_y$: nilai statistik

Nilai statistik Q

$$Q = maks_{0 < k < n} |S_{kS}^{**}| \dots\dots\dots (4)$$

Nilai Statistik R

$$R = maks_{0 < k < n} S_k^{**} - maks_{0 < k < n} S_k^{**} \dots\dots\dots (5)$$

dengan : Q : nilai statistic, N : jumlah data hujan

Nilai statistik Q dan R diberikan pada **Tabel 1**

Tabel 1. Nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n}

N	Q/\sqrt{n}			R/\sqrt{n}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.46	1.40	1.50	1.70
40	1.13	1.26	1.50	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.86
>100	1.22	1.36	1.53	1.62	1.75	2.00

(Sumber : Sri Harto, 1993)

Metode Mock

Mock adalah suatu metode yang digunakan untuk menghitung debit rata-rata bulanan sungai, berdasarkan analisa keseimbangan air. Metode ini menjelaskan hubungan runoff dengan curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembaban tanah dan penyimpanan air di dalam tanah (Mock, 1973).

Metode Mock merupakan model hidrologi yang digunakan untuk menganalisis sistem DAS dalam memprediksi responden hidrologi. Menurut (Tunas, 2007), Model Mock perlu dioptimasi/kalibrasi untuk memperoleh nilai parameter optimal dengan cara menyesuaikan parameter model hingga hasil optimasi menghampiri data historis. Penyesuaian parameter model dilakukan dengan memaksimalkan koefisien korelasi dan volume error dari debit pengukuran dan debit optimasi.

Keuntungan Metode Mock menurut (Habibi, 2010) hasil analisis dengan Metode Mock lebih akurat karena lebih banyak mempertimbangkan keadaan alam yang mempengaruhi ketersediaan air. Kekurangan Metode Mock adalah banyaknya parameter yang harus dicari, sehingga apabila salah satu data tidak tersedia maka metode ini tidak dapat digunakan.

Metode Mock memperhitungkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai. Dalam (Tunas, 2011) data dan asumsi yang diperlukan untuk perhitungan Metode Mock adalah:

1. Data curah hujan
2. Evapotranspirasi terbatas (Et)
3. Faktor karakteristik hidrologi faktor bukaan lahan
4. Luas daerah pengaliran
5. Kapasitas kelembaban tanah (SMC)
6. Keseimbangan air di permukaan tanah
7. Kandungan air tanah
8. Aliran dan penyimpangan air tanah
9. Aliran sungai.

Pengalihragaman Hujan Aliran Metode Mock

Metode Mock menghitung data curah hujan evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai. Hasil dari permodelan ini dapat dipercaya jika ada debit pengamatan sebagai pembanding. Data dan asumsi yang diperlukan untuk menghitung metode Mock adalah sebagai berikut (Tunas, 2011):

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan 5 hari, 10 hari, 15 hari dan 1 bulanan. Stasiun curah hujan yang dipakai adalah stasiun yang dianggap mewakili kondisi hujan di daerah tersebut.

b. Evapotranspirasi Terbatas (Et)

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah dan frekuensi curah hujan. Untuk menghitung evapotranspirasi terbatas diperlukan data:

- a. Curah hujan setengah bulanan (p)
- b. Jumlah hari hujan setengah bulanan (n)
- c. Jumlah permukaan kering setengah bulanan (d) dihitung dengan asumsi bahwa tanah dalam suatu hari hanya mampu menahan air 12 mm dan selalu menguap sebesar 4 mm.
- d. Exspocced surface (m%) ditaksir berdasarkan peta tata guna lahan
m - 0% untuk lahan lebat

m - 0% untuk pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan sekunder

m - 10%-40% untuk lahan erosi dan

m - 20%-50% untuk lahan pertanian yang diolah

Berdasarkan hasil pengalaman di lapangan untuk seluruh daerah studi yang merupakan daerah yang mempunyai tingkat kesuburan rendah maka untuk disasumsi faktor m di ambil 20%-50%.

Secara matematis evapotranspirasi dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta E = E_{pm} \frac{m}{20} (18 - n) \dots\dots\dots (6)$$

$$E_{actual} = E_{pm} - \Delta E \dots\dots\dots (7)$$

Dengan : Delta E : Beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas (mm), E actual : Evapotranspirasi terbatas (mm), Epm : Evapotranspirasi potensial (mm), m : Singkapan lahan (exposed surface), n : Jumlah hari hujan

c. Faktor Karakteristik Hidrologi

Faktor Buka Lahan

m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat

m = 10 – 40% untuk lahan tererosi

m = 30 – 50% untuk lahan pertanian yang diolah.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan untuk seluruh daerah studi yang merupakan daerah lahan pertanian yang diolah dan lahan tererosi maka dapat diasumsikan untuk faktor m diambil 30%.

d. Luas Daerah Pengaliran

Semakin besar daerah pengaliran dari suatu aliran kemungkinan semakin besar pula ketersediaan debitnya.

e. Water Surplus

Water Surplus didefinisikan sebagai curah hujan yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi soil storage (SS). Water Surplus secara langsung berpengaruh pada infiltrasi / perkolasi dan total run - off yang merupakan komponen dari debit .

Persamaan Water Surplus (WS) adalah sebagai berikut :

$$WS = (P - E_a) + SS$$

Water Surplus adalah air permukaan run - off dan infiltrasi. Soil moisture storage (SMS) terdiri dari soil moisture capacity (SMC), zona dari infiltrasi, limpasan permukaan dan soil storage.

Besarnya Soil moisture storage (SMS) untuk masing - masing wilayah tergantung pada jenis tanaman, tutupan lahan (land cover) dan jenis tanah. Dalam Mock, SMS dihitung sebagai berikut :

$$SMS = ISMS + (P - E_a)$$

f. Kapasitas kelembaban tanah (SMC)

Soil Moisture Capacity adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (surface soil) per m². Besarnya Soil Moisture Capacity untuk perhitungan ketersediaan air ini diperkirakan berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah permukaan air Daerah Aliran Sungai (DAS). Semakin besar porositas tanah akan semakin besar pula soil moisture capacity yang

ada. Dalam perhitungan nilai soil moisture capacity diambil antara 50 mm sampai dengan 200 mm.

Persamaan yang digunakan untuk besarnya kapasitas kelembaban tanah adalah:

$$SMS = ISMS + P - E_{actual} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$WS = ISMS + P - E_{actual} - SMS \quad \dots\dots\dots (9)$$

Dengan: E_{actual} = Evapotranspirasi aktual, mm/bulan, SMS = Simpanan kelembaban tanah, mm/bulan, ISMS = Kelembaban tanah awal, mm/bulan, P = Curah hujan bulanan, mm/bulan, WS = Kelebihan air, mm/bulan;

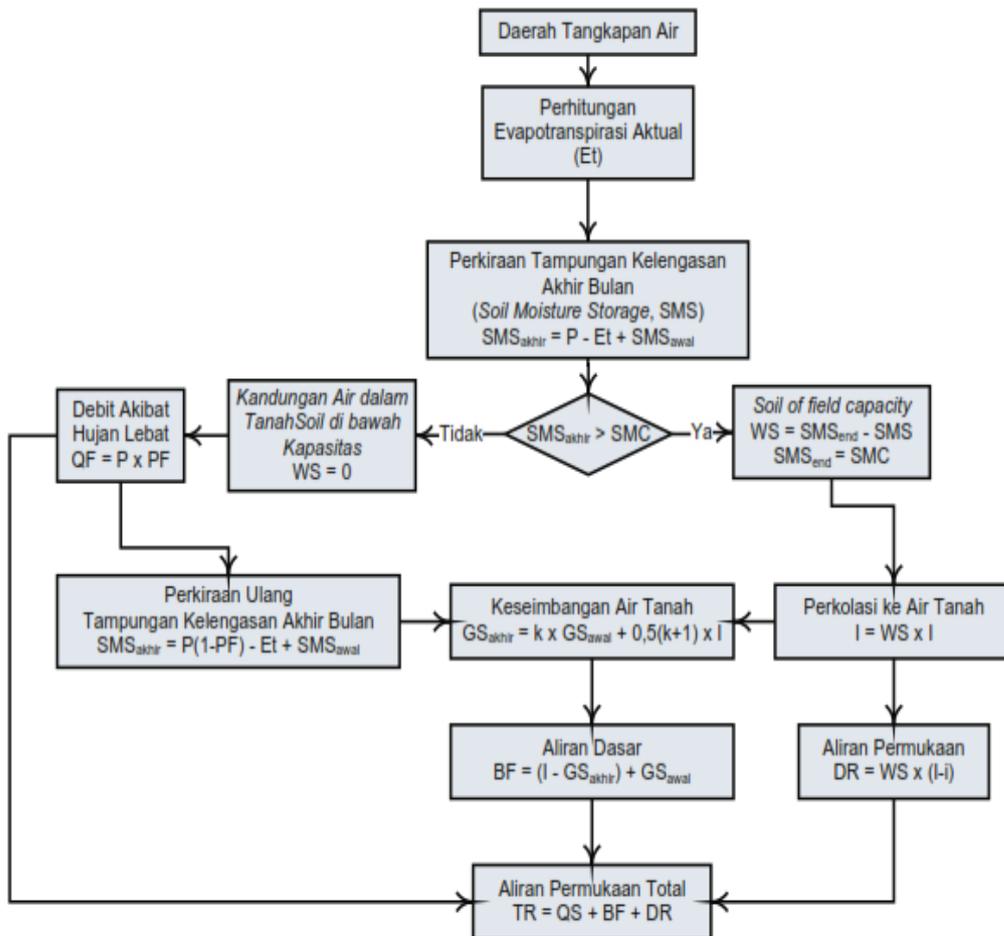
g. Keseimbangan Air di Permukaan Tanah

Keseimbangan air dipermukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Air Hujan (As)
- b. Kandungan air tanah (Soil Storage)
- c. Kapasitas kelembaban tanah (Soil Moisture Capacity)
- d. Kandungan Air Tanah

Besarnya kandungan tanah tergantung dari harga Air hujan (As), bila harga As negatif maka kapasitas kelembaban akan berkurang dan bila As positif maka kelembaban tanah akan bertambah.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Analisis Metode Mock

METODE PENELITIAN

Di dalam penelitian ini digunakan pengamatan dan pengambilan data operasi dan pemeliharaan serta perhitungan debit ketersediaan air dilakukan pada DAS-DAS yang terukur AWLR di Wilayah Sungai Lombok untuk mendapat kondisi aliran debit ketersediaan air.

Adapun populasi yang diteliti dalam penyusunan penelitian ini adalah DAS-DAS yang terukur AWLR di Wilayah Sungai Lombok terdapat 7 DAS yaitu DAS Jangkok, DAS Segara, DAS Sidutan, DAS Reak, DAS Moyot, DAS Palung, dan DAS Renggung.

Untuk penarikan sampel dilakukan secara acak di tempat-tempat yang memungkinkan terjadinya DAS-DAS yang terukur AWLR di Wilayah Sungai Lombok antara lain yaitu DAS Jangkok, DAS Segara, DAS Sidutan, DAS Reak, DAS Moyot, DAS Palung, dan DAS Renggung.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini data kuantitatif. Dalam penelitian ini data kuantitatif berupa data yang berbentuk angka-angka yang dapat dinyatakan secara langsung dalam ukuran tertentu berupa data hujan, data klimatologi, data pencatatan debit lapangan, peta DAS dan data evapotranspirasi menjadi setengah bulanan atau 15 harian.

Analisis Data

1. Uji konsistensi data curah hujan

Data curah hujan dari tahun 2002 - 2016 yang diperoleh dari BISDA Provinsi NTB diuji kekonsistensinya dengan menggunakan metode RAPS untuk mengetahui data yang digunakan konsisten atau tidak terhadap kondisi di lapangan.

2. Analisa Curah Hujan

Stasiun pengukuran curah hujan pada DAS Wilayah Lombok yaitu Stasiun Sesaot, Gunung Sari, Santong, Sopak, Loang Make, Lingkok Lime, dan Keru dalam kurun waktu tahun 2002 - 2016 yang tercatat pada Balai Informasi Sumber Daya Air Provinsi NTB tidak tersebar secara merata oleh karena itu untuk analisa hujan rerata daerah digunakan metode polygon thiessen.

3. Analisa Evapotranspirasi

Data-data klimatologi yang temperatur, kelembaban relatif, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari yang diperoleh dari BMKG stasiun klimatologi Kopang, Pengga, dan Sopak kurun waktu 2002 - 2016 yang tercatat pada Balai Informasi Sumber Daya Air Provinsi NTB dan diambil rata-ratanya untuk setiap data klimatologi tersebut digunakan untuk analisa evapotranspirasi dengan menggunakan metode Penman modifikasi FAO.

4. Pemasukan nilai awal parameter Model Mock.

Penetapan nilai awal merupakan bagian yang penting dalam proses kalibrasi karena berdasarkan nilai ini akan berlangsung proses itarasi secara otomatis. Banyak sedikitnya proses itarasi serta besar kecilnya penyimpangan yang terjadi dipengaruhi oleh penetapan nilai awal parameter. Oleh karena itu penetapan nilai ini tidak boleh dilakukan dengan memasukan nilai secara sembarangan tetapi setidaknya dapat menghasilkan keluaran relative masuk akal.

Penetapan nilai awal parameter model dapat dilakukan dengan menggunakan patokan sebagai berikut:

- Nilai koefisien infiltrasi (i) berkisar antara nol hingga Satu
- Nilai faktor resesi aliran tanah (k) diperkirakan lebih besar dari nol dan lebih kecil dari satu.

- Soil Moisture Capacity (SMC) ditaksir berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah atas dari DAS. Mengingat keterbatasannya data dari catement area nilai . Ini ditaksir hingga didapatkan keluaran debit yang cukup baik dengan cara coba ulang.
- Nilai Ground Water Storage (GWS) dan nilai besaran volume air pada saat mulai perhitungan (SS) dicoba secara trial and error sehingga didapatkan nilai debit keluaran model yang realisis.

5. Pengkalibrasikan model secara otomatis

Untuk mencari nilai standar parameter model Mock digunakan fungsi tujuan dan kendala di bawah ini:

$$R > 0,75 ; VE < 0,05; < I < 1; 0 < k < 1$$

$$SMC > 0; SS > 0$$

Dengan : R = koefisien korelasi antara debit hitungan dan pengamatan, VE = Perbedaan volume debit hitungan dan pengamatan, I = Koefisien infiltrasi, SMC = Kapasitas Kelengasan Tanah, GWS = Perubahan Nilai Kelembaban Tanah, SS = Simpangan Air Tanah, K = Faktor Resesi Air Tanah

6. Pengujian keberlakuan parameter keluaran model

Untuk menguji keberlakuan parameter keluaran model di wilayah Sungai Lombok dilakukan dengan cara statistik yaitu cara regresi linier ganda. Cara ini digunakan untuk mencari hubungan antara nilai parameter hasil keluaran model dengan nilai yang spesifik pada kondisi DAS. Setelah didapatkan nilai dari hasil perhitungan diatas maka nilai parameter-parameter tersebut dibandingkan dengan nilai debit hasil pengamatan dan diuji hubungan keduanya dengan cara statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini uji konsistensi data curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Perhitungan uji konsistensi data menggunakan **Persamaan 1** sampai **Persamaan 5**. Contoh analisis uji konsistensi metode RAPS pada stasiun Sesaot untuk tahun 2002 adalah sebagai berikut:

1. Curah hujan tahun 2002 (X) = 96
2. Jumlah data hujan (n) = 15
3. Nilai rata-rata keseluruhan hujan (\bar{X}) = 113.67
4. Nilai statistik S_k^* = $(X - \bar{X}) = 96 - 113.67 = -17.67$
5. Nilai statistik D_y^2 = $\frac{(X-\bar{X})^2}{n} = \frac{(-17.67)^2}{15} = 20.81$
6. Nilai statistik S_k^{**} = $\frac{S_k^*}{D_y} = \frac{-17.67}{20.81} = -0.36$
7. Harga Mutlak $|S_k^{**}|$ = 0.36

Hasil perhitungan untuk tahun-tahun selanjutnya pada Stasiun Sesaot dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji konsistensi data curah hujan Stasiun Sesaot dengan metode RAPS

NO.	TAHUN	HUJAN (mm/hr)	S_k^*	D_y^2	S_k^{**}	$ S_k^{**} $
1	2002	96.00	-17.67	20.81	-0.36	0.36
2	2003	87.00	-26.67	47.41	-0.54	0.54
3	2004	88.00	-25.67	43.92	-0.52	0.52
4	2005	125.00	11.33	8.56	0.23	0.23
5	2006	61.00	-52.67	184.92	-1.07	1.07
6	2007	93.00	-20.67	28.47	-0.42	0.42
7	2008	93.00	-20.67	28.47	-0.42	0.42
8	2009	283.00	169.33	1911.59	3.43	3.43
9	2010	134.00	20.33	27.56	0.41	0.41
10	2011	117.00	3.33	0.74	0.07	0.07
11	2012	93.00	-20.67	28.47	-0.42	0.42
12	2013	102.00	-11.67	9.07	-0.24	0.24
13	2014	80.00	-33.67	75.56	-0.68	0.68
14	2015	120.00	6.33	2.67	0.13	0.13
15	2016	133.00	19.33	24.92	0.39	0.39
Rerata =		113.67		162.88		
Jumlah =		1705.00		2443.16		

$$\begin{aligned}
 n &= 15 \\
 Dy &= 49.43 \\
 S_k^{**} \text{ maks} &= 3.43 \\
 S_k^{**} \text{ min} &= -1.07 \\
 Q &= |S_k^{**} \text{ maks}| = 3.43 \\
 R &= S_k^{**} \text{ maks} - S_k^{**} \text{ min} = 4.49 \\
 Q/n^{0.5} &= 0.88 < 1.08 & 90\% & \implies & \text{Data Konsisten} \\
 R/n^{0.5} &= 1.16 < 1.28 & 90\% & \implies & \text{Data Konsisten}
 \end{aligned}$$

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan untuk Uji RAPS data curah hujan, didapatkan nilai $Q/\sqrt{n} < Q/\sqrt{n}$ serta $R/\sqrt{n} < R/\sqrt{n}$ Tabel 95 % memenuhi syarat.

Tabel 3. Hasil Uji RAPS Stasiun Curah Hujan

No	Stasiun Hujan	Q/(n ^{0,5})		R/(n ^{0,5})		Keterangan
		Hitungan	Tabel	Hitungan	Tabel	
1	Sesaot	0,88	1,08	1,16	1,28	Konsisten
2	Gunung Sari	0,44	1,08	0,84	1,28	Konsisten
3	Santong	0,47	1,08	0,78	1,28	Konsisten
4	Sopak	0,55	1,08	0,96	1,28	Konsisten
5	Loang Make	0,55	1,08	1,03	1,28	Konsisten
6	Pengadang	0,46	1,08	0,88	1,28	Konsisten

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa data curah hujan pada masing-masing stasiun hujan konsisten, hal ini berarti data pada masing-masing stasiun hujan sesuai dengan data dilapangan.

Analisa Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan unsur yang paling penting dalam keseluruhan proses hidrologi, terutama di dalam perhitungan ketersediaan air untuk irigasi. Besarnya evapotranspirasi dihitung dengan cara *Penman* (Modifikasi FAO) dengan memasukkan data-data klimatologi yang ada.

Data klimatologi pada daerah studi diperoleh dari BISDA Provinsi NTB untuk menghitung data keluaran di wilayah pengamatan Kopang dan Sopak, dan yang diperoleh dari BWS NT 1 untuk menghitung data keluaran di wilayah pengamatan Pengga dengan mengambil rata-rata data klimatologi tahun 2002 sampai tahun 2016. Data klimatologi ini meliputi data temperatur, kecepatan angin, kelembaban relatif, penyinaran matahari. Data mengenai rata-rata klimatologi pada BISDA Provinsi NTB dan BWS NT 1 dapat dilihat pada Tabel 4. sampai Tabel 5.

Tabel 4. Rata-rata Klimatologi BISDA Provinsi NTB untuk Stasiun Kopang

No	Bulan		Temperatur (°C)	Kelembaban Relatif (%)	Kecepatan Angin (km/hari)	Penyinaran Matahari (%)
1	Jan	I	26.11	91.91	54.92	40.70
		II	26.80	96.90	51.15	38.55
2	Feb	I	26.08	92.88	74.54	40.43
		II	26.50	95.93	63.14	41.67
3	Mar	I	26.49	97.67	52.67	40.24
		II	26.77	97.64	37.87	44.31
4	Apr	I	27.25	98.63	32.53	51.05
		II	27.20	97.72	32.10	59.16
5	Mei	I	28.01	97.68	33.05	55.25
		II	26.67	96.07	29.32	50.73
6	Jun	I	26.63	97.83	36.43	46.63
		II	26.16	97.70	37.89	43.70
7	Jul	I	25.96	97.83	37.95	48.96
		II	26.04	97.76	40.16	57.65
8	Agt	I	26.55	97.73	50.58	59.72
		II	26.00	97.79	44.13	62.70
9	Sep	I	26.47	97.80	49.34	61.66
		II	26.76	98.53	46.38	61.00
10	Okt	I	27.12	97.74	47.66	60.29
		II	27.44	97.77	40.40	58.43
11	Nov	I	27.65	96.45	34.96	50.20
		II	27.85	96.40	33.65	46.16
12	Des	I	27.29	96.57	46.55	42.49
		II	27.15	96.33	59.07	36.03

Tabel 5. Rata-rata Klimatologi BISDA Provinsi NTB untuk Stasiun Sopak

No	Bulan		Temperatur (°C)	Kelembaban Relatif (%)	Kecepatan Angin (km/hari)	Penyinaran Matahari (%)
1	Jan	I	26.11	91.91	54.92	40.70
		II	26.80	96.90	51.15	38.55
2	Feb	I	26.08	92.88	74.54	40.43
		II	26.50	95.93	63.14	41.67
3	Mar	I	26.49	97.67	52.67	40.24
		II	26.77	97.64	37.87	44.31
4	Apr	I	27.25	98.63	32.53	51.05
		II	27.20	97.72	32.10	59.16
5	Mei	I	28.01	97.68	33.05	55.25
		II	26.67	96.07	29.32	50.73
6	Jun	I	26.63	97.83	36.43	46.63
		II	26.16	97.70	37.89	43.70
7	Jul	I	25.96	97.83	37.95	48.96
		II	26.04	97.76	40.16	57.65
8	Agt	I	26.55	97.73	50.58	59.72
		II	26.00	97.79	44.13	62.70
9	Sep	I	26.47	97.80	49.34	61.66
		II	26.76	98.53	46.38	61.00
10	Okt	I	27.12	97.74	47.66	60.29
		II	27.44	97.77	40.40	58.43
11	Nov	I	27.65	96.45	34.96	50.20
		II	27.85	96.40	33.65	46.16
12	Des	I	27.29	96.57	46.55	42.49
		II	27.15	96.33	59.07	36.03

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 6. Rata-rata Klimatologi BISDA Provinsi NTB untuk Stasiun Pengga

No	Bulan		Temperatur (°C)	Kelembaban Relatif (%)	Kecepatan Angin (km/hari)	Penyinaran Matahari (%)
1	Jan	I	26.11	91.91	54.92	40.70
		II	26.80	96.90	51.15	38.55
2	Feb	I	26.08	92.88	74.54	40.43
		II	26.50	95.93	63.14	41.67
3	Mar	I	26.49	97.67	52.67	40.24
		II	26.77	97.64	37.87	44.31
4	Apr	I	27.25	98.63	32.53	51.05
		II	27.20	97.72	32.10	59.16
5	Mei	I	28.01	97.68	33.05	55.25
		II	26.67	96.07	29.32	50.73
6	Jun	I	26.63	97.83	36.43	46.63
		II	26.16	97.70	37.89	43.70
7	Jul	I	25.96	97.83	37.95	48.96
		II	26.04	97.76	40.16	57.65
8	Agt	I	26.55	97.73	50.58	59.72
		II	26.00	97.79	44.13	62.70
9	Sep	I	26.47	97.80	49.34	61.66
		II	26.76	98.53	46.38	61.00
10	Okt	I	27.12	97.74	47.66	60.29
		II	27.44	97.77	40.40	58.43
11	Nov	I	27.65	96.45	34.96	50.20
		II	27.85	96.40	33.65	46.16
12	Des	I	27.29	96.57	46.55	42.49
		II	27.15	96.33	59.07	36.03

Dari data pada Tabel 4. sampai dengan Tabel 6 diperoleh besarnya nilai ea , w , $(1-w)$, $f(t)$, dan Ra pada Stasiun Kopang, Sopak, dan Pengga dapat dilihat pada Tabel 7 sampai dengan Tabel 8.

Tabel 7. Hubungan suhu (t) dengan nilai ea , w , $(1-w)$, dan $f(t)$

Bulan		Kopang				Sopak				Pengga			
		T	ea	w	$f(t)$	t	ea	w	$f(t)$	t	ea	w	$f(t)$
Jan	I	26.11	33.84	0.76	15.88	26.11	33.84	0.76	15.88	25.44	32.54	0.75	15.73
	II	26.80	35.25	0.76	16.03	26.80	35.25	0.76	16.03	25.14	31.96	0.75	15.66
Feb	I	26.08	33.78	0.76	15.87	26.08	33.78	0.76	15.87	25.43	32.51	0.75	15.72
	II	26.50	34.64	0.76	15.97	26.50	34.64	0.76	15.97	25.08	31.74	0.75	15.65
Mar	I	26.49	34.61	0.76	15.96	26.49	34.61	0.76	15.96	25.63	32.86	0.75	15.77
	II	26.77	35.20	0.76	16.03	26.77	35.20	0.76	16.03	25.63	32.86	0.75	15.77
Apr	I	27.25	36.16	0.77	16.14	27.25	36.16	0.77	16.14	25.79	33.19	0.75	15.81
	II	27.20	36.07	0.77	16.12	27.20	36.07	0.77	16.12	25.63	32.85	0.75	15.77
Mei	I	28.01	37.71	0.78	16.31	28.01	37.71	0.78	16.31	25.93	33.36	0.75	15.84
	II	26.67	34.98	0.76	16.00	26.67	34.98	0.76	16.00	25.83	33.14	0.75	15.81
Jun	I	26.63	34.84	0.76	16.00	26.63	34.84	0.76	16.00	27.07	35.81	0.77	16.10
	II	26.16	33.92	0.76	15.89	26.16	33.92	0.76	15.89	27.02	35.70	0.77	16.08
Jul	I	25.96	33.46	0.75	15.85	25.96	33.46	0.75	15.85	26.91	35.01	0.76	16.06
	II	26.04	33.61	0.76	15.87	26.04	33.61	0.76	15.87	26.81	35.81	0.76	16.04
Agt	I	26.55	34.68	0.76	15.98	26.55	34.68	0.76	15.98	26.54	34.51	0.76	15.98
	II	26.00	33.53	0.75	15.86	26.00	33.53	0.75	15.86	26.73	34.94	0.76	16.02
Sep	I	26.47	34.52	0.76	15.96	26.47	34.52	0.76	15.96	26.79	35.06	0.76	16.03
	II	26.76	35.09	0.76	16.02	26.76	35.09	0.76	16.02	26.98	35.48	0.76	16.08
Okt	I	27.12	35.90	0.77	16.11	27.12	35.90	0.77	16.11	27.02	35.38	0.77	16.08
	II	27.44	36.56	0.77	16.18	27.44	36.56	0.77	16.18	27.03	35.39	0.77	16.09
Nov	I	27.65	37.04	0.77	16.22	27.65	37.04	0.77	16.22	27.23	35.87	0.77	16.12
	II	27.85	37.39	0.77	16.27	27.85	37.39	0.77	16.27	26.83	34.92	0.76	16.04
Des	I	27.29	36.28	0.77	16.14	27.29	36.28	0.77	16.14	26.57	34.28	0.76	16.00
	II	27.15	35.97	0.77	16.11	27.15	35.97	0.77	16.11	26.37	34.37	0.76	15.94

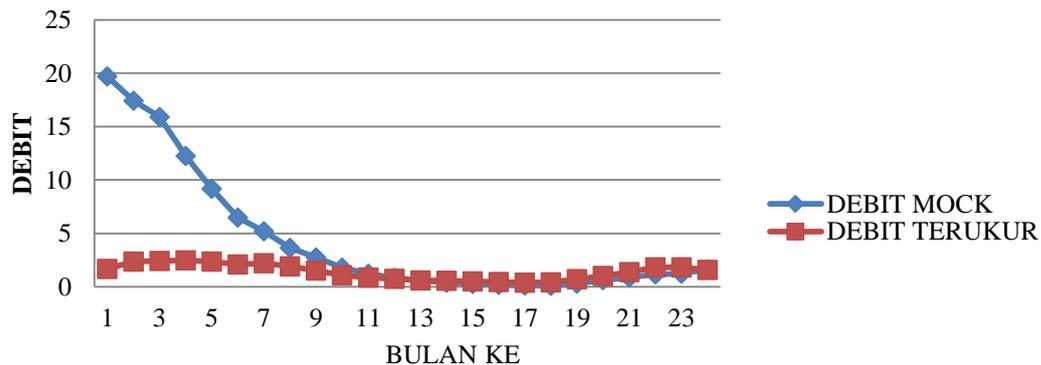
Tabel 8. Angka Angot (Ra) (mm/hari)

Bulan	Ra		
	Kopang	Sopak	Pengga
	8.373	8.46	8.163
Januari	16.10	16.10	16.10
Februari	16.07	16.07	16.07
Maret	15.45	15.45	15.44
April	14.29	14.29	14.29
Mei	12.97	12.97	12.96
Juni	12.45	12.45	12.46
Juli	12.46	12.46	12.45
Agustus	13.30	13.30	13.28
September	14.47	14.47	14.45
Oktober	15.48	15.48	15.46
November	15.89	15.89	15.89
Desember	16.00	16.00	16.00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Model Mock merupakan model simulasi yang relatif sederhana dan cukup baik dalam penaksiran debit sungai dengan interval waktu setengah bulanan. Model Mock menggunakan 4 parameter sebagai data masukan yaitu koefisien infiltrasi (i), soil moisture capacity (SMC), groundwater resesi constant (k), dan groundwater storage (GWS).

Penetapan kondisi awal 4 parameter model dilakukan secara coba ulang hingga didapatkan hasil keluaran model yang realistis, dan jika dimungkinkan dapat dipenuhinya fungsi tujuan dari model yaitu nilai koefisien korelasi yang tinggi dan kesalahan volume yang kecil.

**Gambar 2.** Perbandingan Debit Model Mock Dengan Debit Terukur Pos AWLR Aiknyet

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan hasil perbandingan antara Debit Model Mock dengan Debit Terukur. Contoh analisis perbandingan Debit Model Mock dengan Debit Terukur untuk Pos AWLR Aiknyet:

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^N Q^i \text{mock}}{N} = \frac{103,78}{24} = 4,3242 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D^2 = \sum_{i=1}^N (Q^i \text{mock} - Q^i \text{terukur})^2 = (103,78 - 32,89)^2 = 5025,3921$$

$$Dt^2 = \sum_{i=1}^N (Q^i \text{mock} - \bar{Q})^2 = (103,78 - 4,3242)^2 = 9891,4561$$

$$R = \sqrt{\frac{(Dt^2 - D^2)}{Dt^2}} = \sqrt{\frac{(9891,4561 - 5025,3921)}{9891,4561}} = 0,7014$$

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N Q^i_{mock} - \sum_{i=1}^N Q^i_{terukur}}{\sum_{i=1}^N Q^i_{mock}} \right| = \left| \frac{103,78 - 32,89}{103,78} \right| = 0,6831$$

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, Dari analisis data dengan Model Mock diperoleh besarnya parameter-parameter pembentuk debit. Semakin besar nilai i maka debit yang dihasilkan akan semakin kecil begitupun sebaliknya apabila nilai i kecil maka debit yang dihasilkan besar. Semakin besar nilai ISM maka debit yang dihasilkan akan semakin besar begitupun sebaliknya apabila nilai ISM kecil maka debit yang dihasilkan kecil. Semakin besar nilai SMC maka debit yang dihasilkan akan semakin besar begitupun sebaliknya apabila nilai i kecil maka debit yang dihasilkan kecil. Semakin besar nilai SS maka debit yang dihasilkan akan semakin besar begitupun sebaliknya apabila nilai SS kecil maka debit yang dihasilkan kecil. Semakin besar nilai k maka debit yang dihasilkan akan semakin kecil begitupun sebaliknya apabila nilai k kecil maka debit yang dihasilkan besar.

Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat dirumuskan saran Untuk stasiun Jurang Sate, Sekotong, dan Keruak agar mengontrol dan memperbaharui ketepatan dan kalibrasi alat-alat yang digunakan dalam menghitung data-data hujan. Untuk peneliti selanjutnya agar lebih teliti dan memperdalam metode-metode yang akan digunakan dalam menganalisa data.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2003), Kepmen *Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003, "Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik"*, Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Jakarta.
- Saaty, T.L., (1986), "*Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan Dalam Situasi yang Kompleks*", PT Pustaka Binman Pressindo, Jakarta.
- Sugiharto, (2006), "*Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*", UI Press, Jakarta.
- Priatna. D.S., (2010), "*Opsi Sistem Dan Teknologi Sanitasi*", Tim Teknis Pembangunan Sanitasi, Ditjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.