

Analisis Aliran Dasar (Base Flow) Menggunakan Metode Kille Pada 8 DAS di Wilayah UPT PSDA Madura

Erwan Bagus Setiawan¹, Moch Fawaid Fauzi Yaqub², Indarto Indarto³,
Sri Wahyuningsih^{4*}, Bayu Taruna Widjaja Putra⁵, Dian Purbasari⁶

¹Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Air Pertanian, Pascasarjan, Universitas Jember
erwanbase@gmail.com

^{2,3,4,5,6} Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
151710201044@mail.unej.ac.id, indarto.ftp@unej.ac.id, sriwahyuningsih.ftp@unej.ac.id,
bayu.ftp@unej.ac.id, dianpurbasari@unej.ac.id

Keywords:

*Baseflow,
Kille method,
Flow Duration Curve,
Madura,
Hydrooffice*

ABSTRACT

Baseflow is one of the critical components of the watershed that influences water availability during the dry season. The water availability information used for water resources management purposes. The aims of this research were: (1) calibrating Kille method parameters, (2) visualization Flow Duration Curve (FDC) at watersheds in UPT PSDA Madura. The methodology consists of: (1) inventory of rainfall and daily discharge data, (2) data preparation, (3) calibration, (4) visualization using FDC. The calibration processes using daily discharge data for each watershed. First, excel data was prepared for Kille 3.1 module on the top of Hydrooffice software package. The results show obtained values for the coefficient of determination (R^2) = 0,97 (at Blega-Telok), 0,98 (at Kemuning), 0,92 (at Klampis), 0,94 (at Klampok-Ambuten), 0,98 (at Nipah-Tabanan), 0,91 (at Samiran-Propo), 0,97 (at Sampang), 0,97 (at Saroka-Lenteng), 0,96. The result of FDC visualization shows that the measured discharge line and both models (linear regression and exponential regression) almost coincide or approach the measured discharge line. This indicates that the kille method is good in modeling the base flow during the dry season.

Kata Kunci

*Aliran Dasar,
Metode Kille,
Kurva Durasi Aliran,
Madura,
Hydrooffice*

ABSTRAK

Aliran dasar merupakan salah satu komponen penting daerah aliran sungai (DAS) yang mempengaruhi ketersediaan air pada saat musim kemarau. Informasi tentang ketersediaan air digunakan untuk pengelolaan sumberdaya air pada suatu DAS. Tujuan penelitian ini yaitu: kalibrasi parameter dengan metode Kille dan visualisasi kurva durasi aliran (FDC) pada DAS di wilayah UPT PSDA di Madura. Tahapan penelitian ini adalah (1) inventarisasi data hujan dan data debit (2) pengolahan data (3) kalibrasi menggunakan aplikasi Kille 3.1 (4) visualisasi kurva durasi aliran (FDC). Proses kalibrasi dilakukan menggunakan data debit harian pada masing-masing DAS. Pertama, data excel disiapkan untuk modul Kille 3.1 pada software Hydrooffice. Hasil menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) pada DAS Blega-Telok = 0,98, DAS Kemuning = 0,92, DAS Klampis = 0,94, DAS Klampok-Ambuten = 0,98, DAS Nipah-Tabanan = 0,91, DAS Samiran-Propo = 0,97, DAS Sampang = 0,97, DAS Saroka-Lenteng = 0,96. Hasil dari visualisasi FDC terlihat bahwa garis debit terukur dan kedua model (regresi linier dan regresi eksponensial) hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terukur. Hal ini menandakan bahwa metode kille tersebut baik dalam memodelkan aliran dasar pada saat musim kemarau.

Korespondensi Penulis:

Sri Wahyuningsih,
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember,
Jalan Kalimantan No. 37, Kampus Tegalboto, Jember,
Jawa Timur, 68121, Indonesia
Telepon: +623313302234
Email: sriwahyuningsih.ftp@unej.ac.id

1. PENDAHULUAN

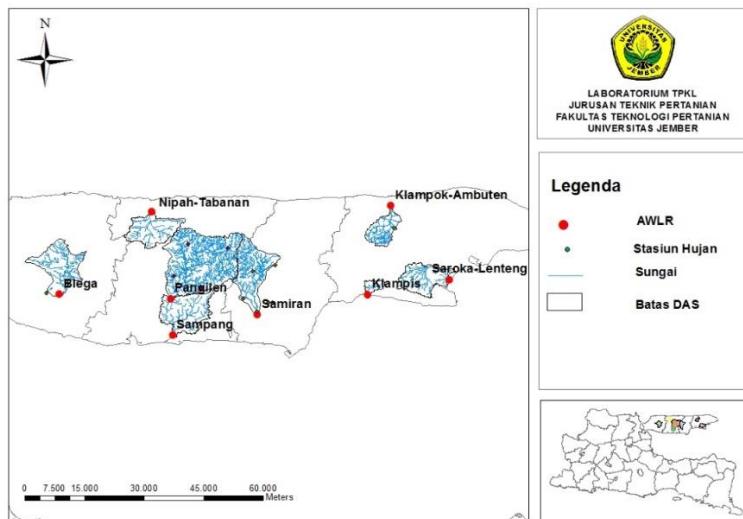
Air adalah substansi yang paling melimpah dipermukaan bumi, merupakan komponen utama bagi semua makhluk hidup, dan air juga merupakan faktor penentu dalam pengaturan iklim di permukaan bumi untuk kebutuhan hidup manusia. Hidrologi pada hakikatnya mempelajari setiap fase air di bumi. Aplikasi ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam hampir sebagian besar permasalahan air didalam Daerah Aliran Sungai (DAS) [1]. Kurangnya ketersediaan air pada saat musim kemarau merupakan salah satu masalah bagi bidang pertanian karena dapat mempengaruhi produktivitas pertanian khususnya pada tanaman yang membutuhkan air dalam jumlah besar. Salah satu cara untuk mengatasi kekurangan air tanaman pada saat musim kemarau adalah dengan informasi mengenai perkiraan ketersediaan dan kontribusi aliran dasar (*baseflow*) sebagai acuan dalam strategi pengembangan dan pengelolaan sumberdaya air di setiap DAS [2], [3]. Aliran dasar (*baseflow*) merupakan salah satu komponen aliran sungai yang teramat dalam jangka waktu yang lama dan akan teramat sebagai debit aliran di sungai [4], [5]. Aliran dasar saat musim kemarau digunakan sebagai acuan untuk meningkatkan pengembangan dan pengelolaan sumberdaya air, khususnya pemenuhan kebutuhan air irigasi untuk pertanian [6], [7]. Tetapi besarnya nilai aliran dasar belum diketahui, sehingga penelitian untuk memperkirakan besarnya ketersediaan aliran dasar penting untuk dilakukan agar pemenuhan kebutuhan air pada musim kemarau tercukupi dan distribusi aliran air sungai dapat merata sepanjang tahun [8], [9].

Aplikasi Kille 3.1 telah diterapkan diberbagai negara untuk menganalisis aliran dasar. Beberapa penelitian tersebut antara lain: Penelitian yang dilakukan oleh Miriam Fendeková dan Marián Fendek dengan judul penelitian “Killeho Metóda - Teória a Prax” yang dilakukan di enam aliran sungai (Vajskovský p., Belá, Boca, Čierny Hron, Krupinica, dan Poprad) di Slovakia dan hasil penelitian tersebut menunjukkan perbedaan 6,42 - 15,49% menggunakan metode asli dan disederhanakan. Perbedaannya mewakili 138 - 253 Liter/detik dalam profil pengukuran yang dievaluasi [10]. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Andrej Machlica, Miriam Fendeková, dan Marián Fendek dengan judul penelitian “Modelling of Groundwater Runoff Parameters Development in Different Geological Conditions” yang dilaksanakan di DAS, hasil penelitian tersebut menunjukkan penurunan tertinggi limpasan air tanah pada tahun terkering mencapai 30% di Nitra bagian hulu, 41% di Topľa bagian hulu dan 19% di sub-daerah tangkapan Poprad bagian hulu [11].

Berdasarkan uraian diatas maka analisis aliran dasar (*base flow*) menggunakan aplikasi Kille 3.1 di delapan DAS di wilayah UPT PSDA Madura menjadi penting untuk dilakukan, mengingat Pulau Madura mempunyai kondisi wilayah yang cukup kering dengan intensitas curah hujan yang kecil [12]. Analisis aliran dasar dilakukan untuk memperkirakan nilai aliran dasar pada setiap DAS. Penelitian ini menggunakan aplikasi Kille 3.1 yang merupakan salah satu metode untuk menganalisis aliran dasar dengan memanfaatkan debit minimum bulanan selama periode minimal 10 tahun. Kelebihan dari metode ini yaitu metode ini telah disederhanakan dan dapat dijalankan secara otomatis pada *software hydrooffice* yaitu dengan aplikasi Kille 3.1 [13], [14]. Hasil analisis menggunakan metode Kille bermanfaat untuk mengetahui perkiraan besarnya aliran dasar pada suatu DAS.

2. METODE PENELITIAN

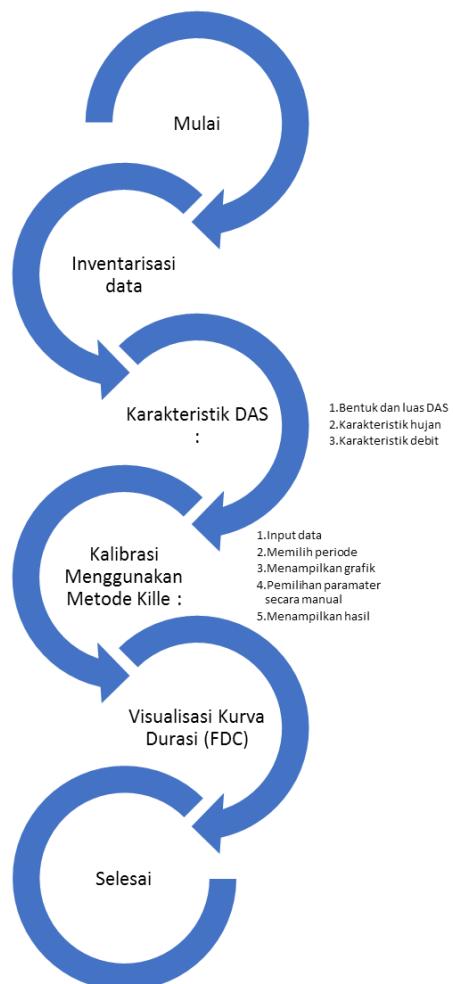
Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2019 sampai April 2019. Pengamatan dilakukan di Wilayah UPT PSDA Madura yang meliputi DAS Blega-Telok, DAS Kemuning-Pangelan, DAS Nipah-Tabanan, DAS Samiran-Propo, DAS Klampis, DAS Klampok-Ambuten, DAS Sampang, dan DAS Saroka-Lenteng. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (Lab TPKL), Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Gambar 3.1 adalah peta lokasi DAS di Wilayah UPT PSDA Madura.



Gambar 1. Peta DAS Wilayah UPT PSDA Madura

2.1 Inventarisasi Data

Tahapan pertama pada penelitian ini adalah menginventarisasi data. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data debit, data hujan, dan data fisik DAS. Data tersebut merupakan database yang terdapat pada Lab TPKL FTP UNEJ. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan yang disajikan dalam diagram alir pada Gambar 2



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2 Karakterisasi DAS

a. Bentuk dan luas DAS

Bentuk dan luas DAS diolah dengan menggunakan software ArcGIS. Data fisik DAS meliputi: batas DAS, jaringan sungai, koordinat stasiun AWLR dan stasiun hujan yang akan ditampilkan pada Tabel 3.1

Tabel 1. Karakteristik DAS

No	Nama DAS	Luas (km2)	Koordinat AWLR		Ketersediaan Data Debit	
			Koordinat X	Koordinat Y	Mulai	Akhir
1	Blega-Telok	98,15	07° 02' 56"LS	112° 59' 17"BT	1996	2016
2	Kemuning-Pangelan	248,06	07° 02' 14"LS	113° 18' 33"BT	1996	2012
3	Klampis	12,2	07° 05' 23"LS	113° 42' 15"BT	1998	2016
4	Klampok-Ambuten	46,53	06° 57' 41"LS	113° 43' 32"BT	1996	2016
5	Nipah-Tabanan	77,7	06° 57' 53"LS	113° 12' 02"BT	1996	2016
6	Samiran-Propo	110,9	07° 03' 23"LS	113° 25' 40"BT	1996	2016
7	Sampang	63	07° 09' 03"LS	113° 16' 35"BT	1996	2010
8	Saroka-Lenteng	52,82	07° 04' 21"LS	113° 49' 04"BT	1997	2016

b. Karakteristik hujan

Data hujan harian diolah untuk mengetahui karakteristik hujan setiap DAS. Kemudian, data hujan harian digunakan untuk menentukan nilai minimum setiap bulan pada masing-masing DAS. Data diolah menjadi data hujan bulanan. Data hujan bulanan diperoleh dengan menjumlahkan data hujan harian di setiap bulannya. Bulan kering biasanya terjadi pada bulan Juli sampai September karena pada bulan tersebut hujannya sedikit atau tidak terjadi hujan. Jadi bulan tersebut diasumsikan baseflow mengalir di sungai [6].

c. Karakteristik debit

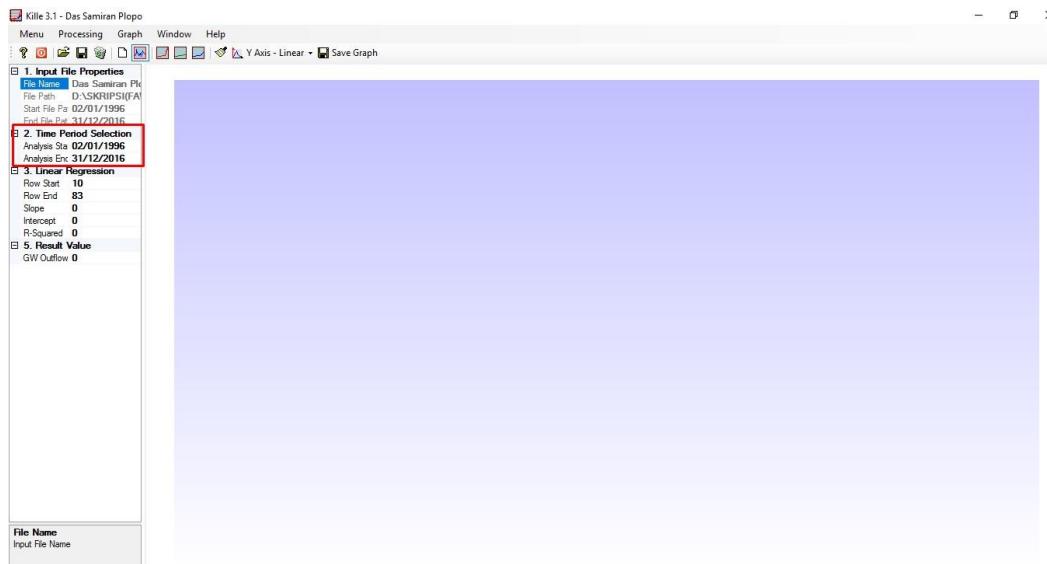
Karakteristik debit diolah menggunakan microsoft excel. Data debit yang diperoleh diurutkan ke dalam dua kolom. Kolom pertama berisi tanggal dan kolom kedua berisi data debit (m³/detik). Data dikoreksi dan diurutkan sesuai penulisan dan kelengkapan data. Jika data sudah sesuai, data disimpan dalam format *csv, selanjutnya data dikonversi menjadi file dalam format *txt. Hal ini dilakukan agar data debit dapat ditampilkan pada aplikasi Kille 3.1. Apabila terbaca, data debit dapat dilakukan analisis dan apabila tidak dapat terbaca maka dilakukan koreksi kembali terhadap penulisan maupun kelengkapan data.

2.3 Analisis Aliran Dasar Menggunakan Metode Kille

Analisis aliran dasar dilakukan dengan menjalankan aplikasi Kille 3.1. Parameter-parameter yang dioptimalkan adalah row start, row, end, intercept, slope, R-squared dan GW-outflow. Nilai koefisien determinasi (R-squared / R²) digunakan untuk menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit terukur dan urutan bulan. Jika parameter yang digunakan pada proses kalibrasi menghasilkan nilai koefisien determinasi (R²) mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa parameter tersebut baik dan layak digunakan. Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

a. Memilih periode

Setelah menampilkan data debit pada Aplikasi Kille 3.1, Langkah selanjutnya yaitu pemilihan periode waktu. Metode Kille untuk perhitungan membutuhkan waktu minimum selama 10 tahun seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemilihan Waktu Periode Debit

b. Menampilkan grafik dan menentukan parameter

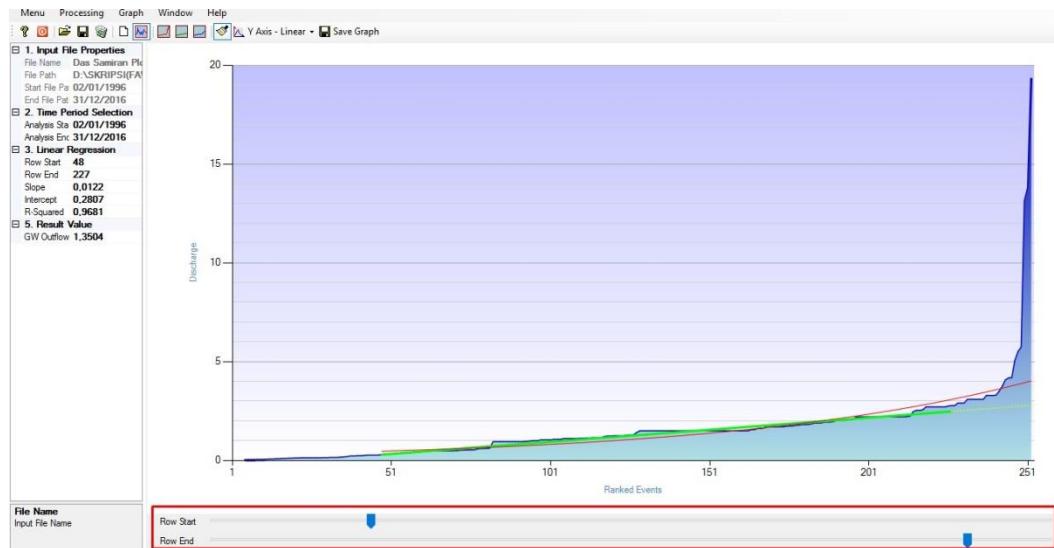
Setelah pemilihan waktu periode debit kemudian menampilkan grafik dan menganalisisnya menggunakan metode regresi sehingga muncul garis linier warna hijau seperti Gambar 4.



Gambar 4. Garis Linier Pada Grafik

c. Pemilihan parameter secara manual

Setelah menampilkan grafik dan muncul garis linear, langkah selanjutnya yaitu pemilihan secara manual dengan mengatur parameter di bagian regresi linier yaitu bagian baris awal (*Row Start*) dan baris akhir (*Row End*). Parameter ini untuk menentukan data time series terpanjang dengan nilai R^2 mendekati angka 1. Seperti Gambar 5.



Gambar 5. Pengaturan Parameter Secara Manual

d. Menampilkan hasil

Setelah menentukan nilai R^2 data tersebut di save pada perintah save graph ke dalam format *txt. Kemudian akan terdapat tiga kolom yang terdiri dari Min_Month yang merupakan nilai debit minimum yang sebelumnya diurutkan dari data terkecil hingga data yang terbesar. Lin_Reg merupakan nilai regresi linier dari data debit yang telah diurutkan. Dan Exp_Reg merupakan nilai regresi eksponensial dari data debit yang dipilih dan diurutkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
-0,13	-0,2943	-0,13
-0,13	-0,2819	-0,13
-0,12	-0,2696	-0,12
-0,09	-0,2572	-0,09
0,01	-0,2448	0,01
0,01	-0,2325	0,01
0,01	-0,2300	0,01
0,01	-0,2077	0,01
0,02	-0,1953	0,02
0,02	-0,183	0,02
0,02	-0,1706	0,02
0,03	-0,1582	0,03
0,04	-0,1459	0,04
0,04	-0,1335	0,04
0,05	-0,1211	0,05
0,05	-0,1187	0,05
0,05	-0,0964	0,07
0,07	-0,084	0,07
0,08	-0,0717	0,08
0,08	-0,0593	0,08
0,09	-0,0469	0,09
0,09	-0,0346	0,09
0,10	-0,0222	0,10
0,10	-0,0098	0,10
0,10	0,0025	0,10
0,10	0,0001	0,10
0,10	0,0273	0,10
0,10	0,0396	0,10
0,10	0,052	0,10
0,11	0,0644	0,11
0,11	0,0767	0,11
0,12	0,0891	0,12
0,12	0,1015	0,12
0,12	0,1138	0,12
0,13	0,1262	0,13

Gambar 6. Data Hasil Pengolahan Menggunakan Aplikasi Kille 3.1

Hasil dengan format *txt menampilkan tiga kolom yaitu.

1. “Min_month” menunjukkan debit sungai minimum bulanan yang telah dipilih dari periode waktu yang ditentukan.
2. “Lin_Reg” menampilkan nilai regresi linier yang ditentukan. Apabila nilai tidak dapat ditampilkan pada kolom kedua, nilai akan diekstrapolasi.
3. “Exp_Reg” menampilkan nilai debit yang dari rata-rata diperoleh air tanah rata-rata jangka panjang limpasan.

2.4 Kurva Durasi Aliran / Flow Duration Curve (FDC)

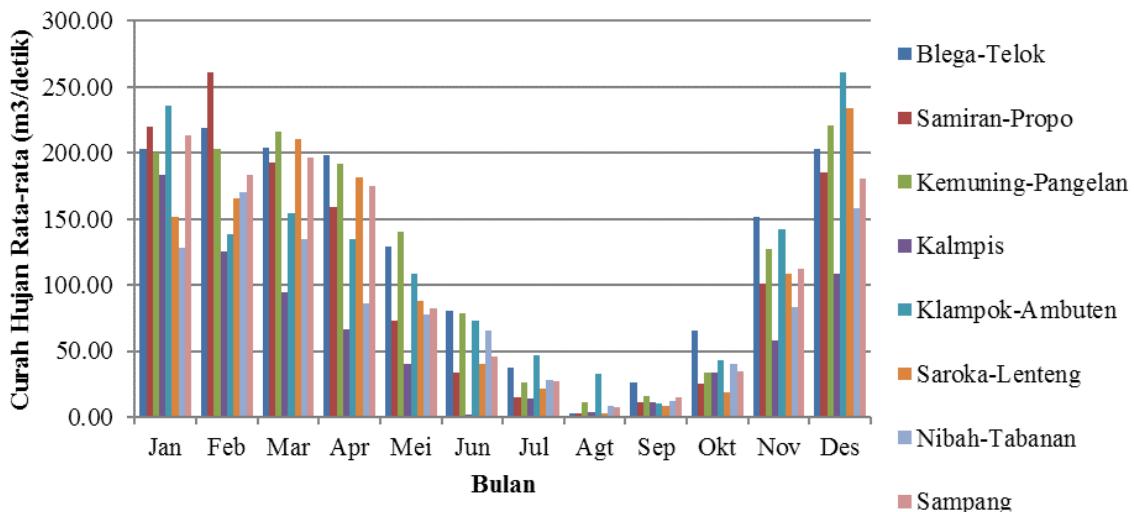
Flow Duration Curve (FDC) digunakan untuk mengurutkan semua data debit dalam rentang waktu dan mem-plot dengan nilai persentase kemunculan dari 0% sampai 100% serta diurutkan dari peringkat terbesar hingga terkecil. FDC digunakan untuk mengevaluasi kinerja dari metode yang digunakan [15].

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Karakteristik DAS

a. Karakteristik Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam menentukan karakteristik hujan diperoleh dari stasiun hujan di sekitar masing-masing DAS. Karakteristik hujan pada masing-masing DAS disajikan pada Gambar 7 dan Tabel 2 sebagai berikut.



Gambar 7. Karakteristik Hujan

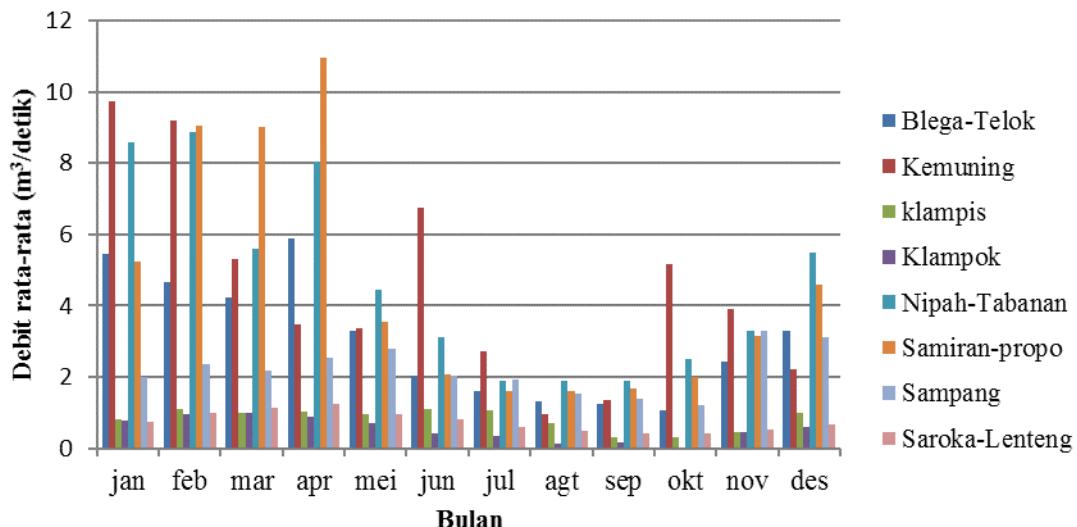
Tabel 2. Karakteristik Hujan

	Debit (m ³ /detik)							
	Blega	Samiran	Kemuning	Kalmpis	Klampok	Saroka	Nipah	Sampang
Januari	203	220	201	184	236	151	128	214
Februari	219	261	203	126	138	165	170	183
Maret	204	193	216	95	154	210	134	196
April	199	159	191	66	134	181	86	175
Mei	129	73	140	41	108	88	78	82
Juni	80	34	79	2	73	40	66	46
Juli	37	15	27	14	47	22	28	27
Agustus	3	3	11	4	33	3	9	7
September	26	11	16	11	10	8	13	15
Oktober	66	25	34	34	43	19	41	35
November	151	101	127	58	142	109	83	112
Desember	203	185	221	109	261	233	158	180

Berdasarkan Tabel 2 terlihat rata-rata curah hujan bulan Januari sampai Desember pada masing-masing DAS. Nilai curah hujan tertinggi terdapat di bulan Januari pada DAS Samiran-Propo sebesar 261 mm/hari. Sedangkan nilai hujan harian terendah terjadi di bulan Juni pada DAS Klampis yaitu 2 mm/hari. Semakin besar curah hujan maka debit yang dihasilkan semakin besar pada suatu DAS.

b. Karakteristik Debit

Debit merupakan besar volume air yang mengalir dari suatu penampang per satuan waktu. Karakteristik debit pada masing-masing DAS ditampilkan pada Gambar 8 dan Tabel 3 sebagai berikut.



Gambar 8. Karakteristik Debit

Tabel 3. Karakteristik Debit

Rata-rata bulan	Debit (m³/detik)							
	Blega	Kemuning	Klampis	Klampok	Nipah	Samiran	Sampang	Saroka
Januari	5,45	9,73	0,81	0,77	8,57	5,25	2	0,73
Februari	4,67	9,21	1,11	0,95	8,88	9,07	2,35	0,99
Maret	4,24	5,32	0,99	0,99	5,6	9,02	2,18	1,12
April	5,88	3,48	1,03	0,87	8,06	10,95	2,53	1,24
Mei	3,3	3,37	0,96	0,69	4,44	3,53	2,8	0,96
Juni	2,03	6,76	1,09	0,4	3,12	2,06	2,04	0,81
Juli	1,59	2,73	1,05	0,33	1,9	1,62	1,93	0,58
Agustus	1,33	0,97	0,72	0,12	1,89	1,61	1,54	0,49
September	1,24	1,35	0,32	0,15	1,89	1,67	1,38	0,42
Oktober	1,06	5,15	0,3	0,019	2,51	2	1,2	0,42
November	2,44	3,89	0,46	0,44	3,29	3,16	3,29	0,54
Desember	3,3	2,22	0,99	0,61	5,5	4,6	3,12	0,65

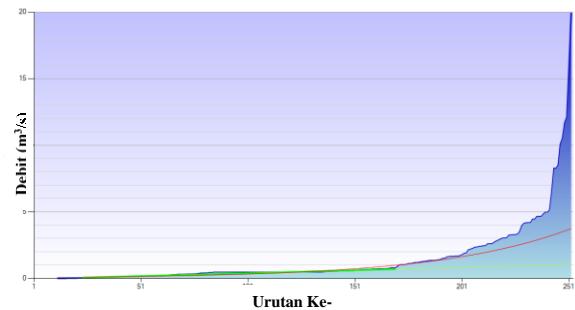
Pada Tabel 3 menunjukkan rata-rata debit bulan Januari sampai Desember pada masing-masing DAS. Besar nilai debit pada suatu DAS dipengaruhi oleh besarnya curah hujan. Nilai debit tertinggi terjadi pada DAS Samiran-Propo pada bulan April yaitu sebesar $10,95 \text{ m}^3/\text{detik}$. dan terendah pada DAS Klampis terjadi pada bulan Oktober yaitu sebesar $0,3 \text{ m}^3/\text{detik}$.

3.2 Analisis Aliran Dasar Menggunakan Metode Kille

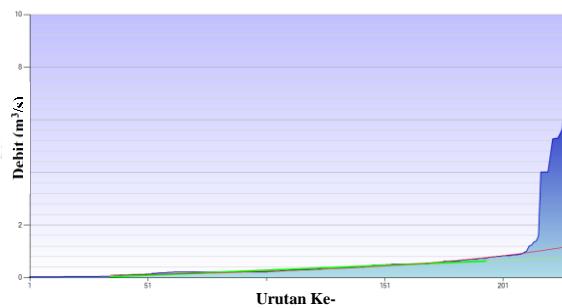
Analisis aliran dasar dilakukan dengan proses kalibrasi. Kalibrasi dilakukan untuk menentukan parameter optimal. Kalibrasi menghasilkan grafik yang menunjukkan sumbu X dan Y. Sumbu X yaitu nilai debit minimum setiap bulannya yang telah diurutkan dari yang kecil hingga yang paling besar. Sedangkan, Sumbu Y merupakan nilai debit yang telah diurutkan. Pada grafik ditunjukkan dengan garis hijau (regresi linier). Sedangkan garis merah (eksponensial) menunjukkan fungsi eksponensial yang paling sesuai dengan kumpulan titik data. Grafik pada Gambar 9 sampai Gambar 16 merupakan hasil kalibrasi pada DAS diwilayah UPT PSDA Madura.



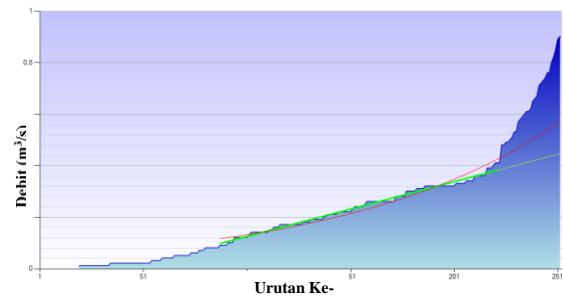
Gambar 9. Grafik Hasil Kalibrasi Blega-Telok



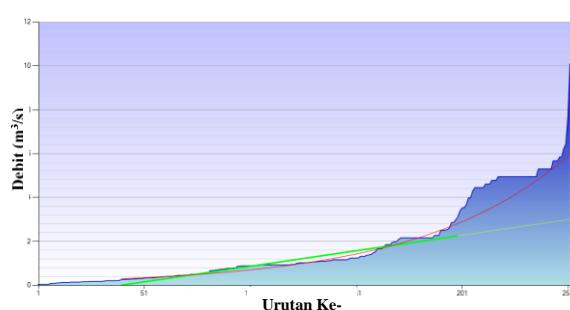
Gambar 10. Grafik Hasil Kalibrasi DAS Kemuning



Gambar 11. Grafik Hasil Kalibrasi DAS Klampis



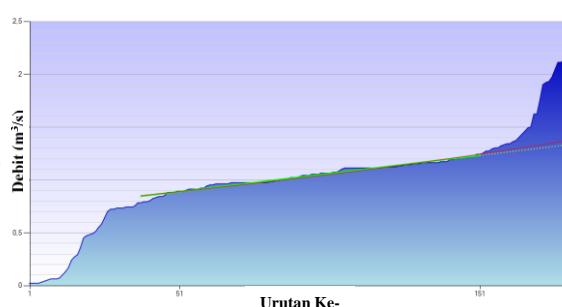
Gambar 12. Grafik Hasil Kalibrasi DAS Klampok-Ambuten



Gambar 13. Grafik Hasil Kalibrasi DAS Nipah-Tabanan



Gambar 14. Grafik Hasil Kalibrasi DAS Samiran-Propo



Gambar 15. Grafik Hasil Kalibrasi DAS Sampang



Gambar 16. Grafik Hasil Kalibrasi DAS Saroka-Lenteng

Pada proses kalibrasi menghasilkan beberapa parameter seperti *intercept*, *slope*, *R-Square*, dan *gw outflow* (*groundwater outflow*) yang dihasilkan berdasarkan metode Kille. *Slope* dan *intercept* merupakan nilai dari garis linier dimana *slope* menunjukkan nilai kemiringan garis linier dan *intercept* menunjukkan nilai cadangan air pada suatu DAS saat musim kemarau. Tabel 4 menunjukkan nilai parameter pada setiap DAS. Nilai koefisien determinasi (*R-Square*) pada DAS Samiran-Propo memiliki nilai tertinggi yaitu 0,99 dan nilai *Gw-Outflow* (*groundwater outflow*) sebesar 1,37 m³/s bisa dilihat dari karakteristik DAS-nya Samiran-Propo memiliki Luas 110,9 km². Bisa dikatakan bahwa DAS tersebut cukup luas hingga daya tampung air hujannya cukup tinggi. Sedangkan, pada DAS Klampis memiliki nilai terendah 0,91. Nilai *Gw-Outflow* sebesar 0,37 m³/s bisa dilihat dari karakteristik DAS-nya Klampis memiliki Luas 12,2 km². Bisa dikatakan bahwa DAS tersebut cukup kecil daripada DAS yang lain di

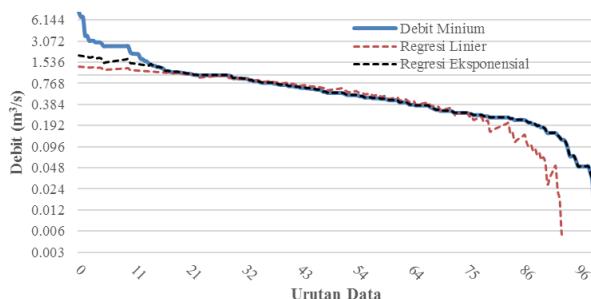
Madura dan daya tampung air hujannya cukup rendah. Nilai *R Square* (R^2) mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa parameter tersebut bagus dan layak digunakan [16]. Perbedaan nilai *groundwater outflow* terjadi karena perbedaan kondisi geografis-fisik suatu DAS seperti ketinggian dan jumlah hujan tertinggi [11]

Tabel 4. Hasil Kalibrasi Berdasarkan Metode Kille Pada DAS di Wilayah UPT PSDA Madura

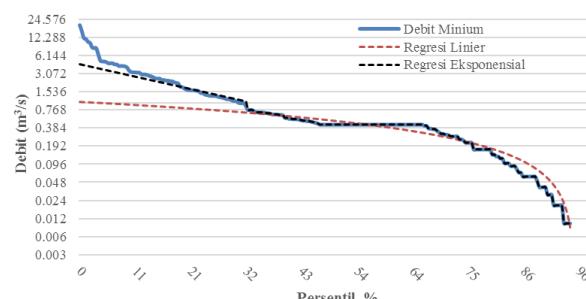
Nama DAS	Parameter					
	Row Start	Row End	Slope	Intercept	R-Square	GW Outflow
Blega-Telok	50	169	0,005	0,19	0,98	0,72
Kemuning	22	171	0,004	0,04	0,92	0,92
Klampis	35	194	0,003	0,03	0,91	0,37
Klampok-Ambuten	88	222	0,002	0,09	0,92	0,42
Nipah-Tabanan	40	193	0,01	0,03	0,97	0,91
Samiran-Propo	46	222	0,01	0,87	0,99	1,37
Sampang	38	151	0,003	0,24	0,97	0,94
Saroka-Lenteng	36	196	0,003	0,16	0,96	0,49

3.3 Visualisasi Kurva Durasi Aliran (FDC)

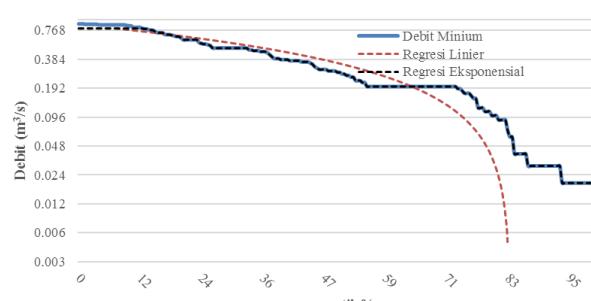
Flow Duration Curve (FDC) FDC digunakan untuk mengurutkan semua data debit dalam periode tertentu dan membagi atau mem-plotting data kemunculan debit dari 0%-100% yang diurutkan dari terbesar sampai terkecil. FDC dapat digunakan untuk menguji kinerja yang paling optimal dari metode yang digunakan. Hasil kalibrasi menggunakan aplikasi Kille 3.1 divisualisasikan dalam bentuk kurva durasi aliran. Gambar 17 sampai Gambar 24 merupakan hasil visualisasi FDC pada DAS di wilayah UPT PSDA Madura.



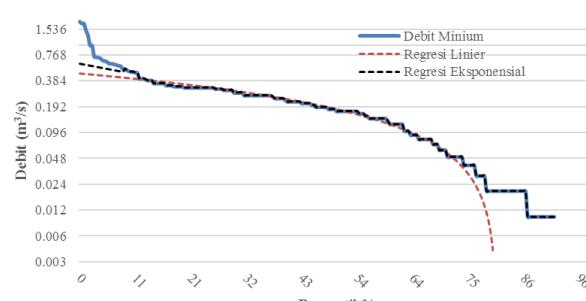
Gambar 17. Visualisasi FDC Pada DAS Blega-Telok



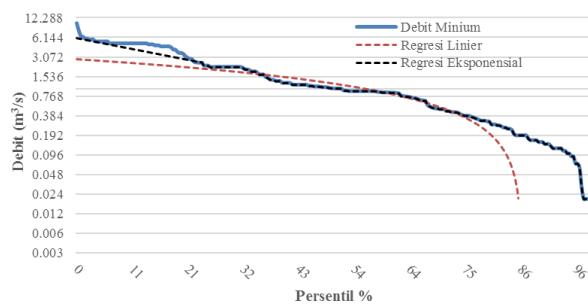
Gambar 18. Visualisasi FDC Pada DAS Kemuning



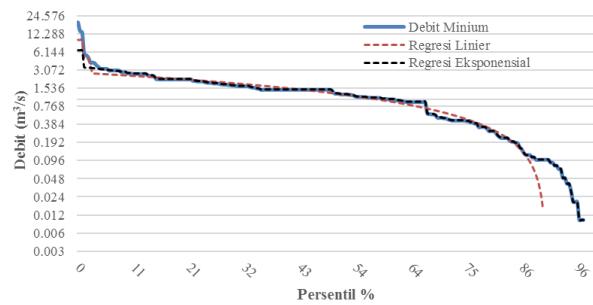
Gambar 19. Visualisasi FDC Pada DAS Klampis



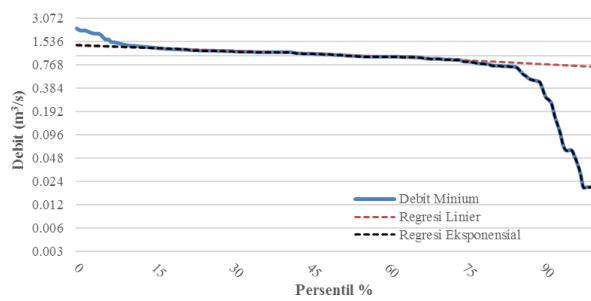
Gambar 20. Visualisasi FDC Pada DAS Klampok



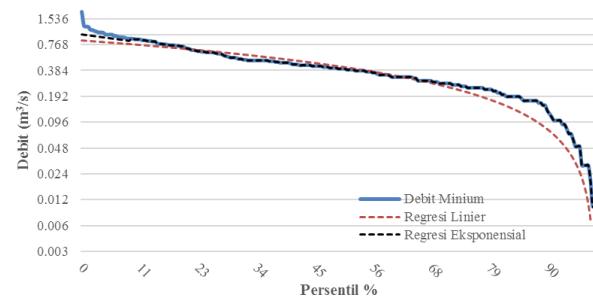
Gambar 21. Visualisasi FDC Pada DAS Nipah-Tabanan



Gambar 22. Visualisasi FDC Pada DAS Samiran-Propo



Gambar 23. Visualisasi FDC Pada DAS Sampang



Gambar 24. Visualisasi FDC Pada DAS Saroka-Lenteng

Berdasarkan Gambar 4.11 sampai Gambar 4.18 terdapat tiga garis yaitu garis biru merupakan debit minimum atau debit terukur yang telah diurutkan dari terbesar hingga terkecil, garis hijau merupakan hasil dari regresi linier dan garis merah merupakan hasil dari regresi eksponensial. Garis regresi linier dan regresi eksponensial merupakan debit model atau debit terhitung (*baseflow*). Nilai debit minimum tertinggi pada DAS Samiran-Propo sebesar $19,31 \text{ m}^3/\text{detik}$. Nilai regresi linier sebesar $9,80 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan nilai regresi eksponensial sebesar $6,49 \text{ m}^3/\text{detik}$. Karena berdasarkan karakteristik hujan pada DAS Samiran-Propo memiliki nilai rata-rata curah hujan bulanan tertinggi sebesar $261 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sedangkan, nilai debit minimum terendah pada DAS Klampis sebesar $0,89 \text{ m}^3/\text{detik}$. Nilai regresi linier sebesar $0,79 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan nilai regresi eksponensial sebesar $0,80 \text{ m}^3/\text{detik}$. Berdasarkan karakteristik hujan pada DAS Klampis memiliki nilai rata-rata curah hujan bulanan terkecil dibandingkan dengan DAS yang lain yang ada di Madura yaitu sebesar $2 \text{ m}^3/\text{detik}$. Hasil dari visualisasi *FDC* terlihat bahwa garis debit terukur dan kedua model (regresi linier dan regresi eksponensial) hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terukur. Hal ini menandakan bahwa metode kile tersebut baik dalam memodelkan aliran dasar pada saat musim kemarau.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut

- Berdasarkan proses kalibrasi yang dilakukan nilai koefisien determinasi (R-Square) pada DAS Samiran-Propo memiliki nilai tertinggi yaitu 0,9897 dan nilai groundwater outflow sebesar $1,3722 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan, pada DAS Klampis memiliki nilai (R-Square) terendah 0,9102 dan nilai groundwater outflow sebesar $0,3797 \text{ m}^3/\text{s}$. Perbedaan tersebut didasari oleh bentuk dan luas DAS yang berbeda-beda yang mempengaruhi pola aliran dalam sungai pada setiap DAS.
- Hasil dari visualisasi FDC terlihat bahwa garis debit terukur dan kedua model (regresi linier dan regresi eksponensial) hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terukur. Hal ini menandakan bahwa metode kile tersebut baik dalam memodelkan aliran dasar pada saat musim kemarau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dapat diperuntukkan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian, instansi yang menjadi objek penelitian, bisa juga kepada pihak yang membantu dalam publikasi artikel.

REFERENSI

- [1] I. Indarto, "Studi Tentang Karakteristik Fisik dan Hidrologi Pada 15 DAS di Jawa Timur," *Forum Geogr.*, vol. 27, no. 2, pp. 163–182, 2013.
- [2] I. Indarto, B. Susanto, and E. M. Diniardi, "Analisis Kecenderungan Data Hujan di Jawa Timur Menggunakan Metode Mann-Kendall dan Rank Sum Test," *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 25, no. 37, pp. 19–28, 2011.
- [3] J. L. Wenzel, G. Schmidt, M. Usman, C. Conrad, and M. Volk, "Long-term baseflow estimation and environmental flow assessment in a mining-impacted catchment in Central Germany," *Hercynia*, vol. 2, pp. 103–143, 2021.
- [4] S. Wahyuningsih, I. Indarto, and T. G. Yudhatama, "Pengujian 9 Algoritma Untuk Pemisahan Aliran Dasar : Studi di Wilayah UPT PSDA di Madiun," *J. Tek. Sipil*, vol. 25, no. 2, p. 129, 2018, doi: 10.5614/jts.2018.25.2.6.
- [5] Indarto, S. Wahyuningsih, and I. Affandi, "Karakteristik Hidro-Meteorologi DAS-DAS di UPT PSAWS Bondoyudo-Mayang : Aplikasi Statistik Untuk Analisis Data Rentang Waktu," *Univ. Jember*, vol. 16, no. 1, pp. 35–46, 2010.
- [6] J. L. Wenzel, G. Schmidt, M. Usman, and M. Volk, "Baseflow estimation for a mining-impacted catchment using hydrograph separation and hydrological regionalisation," *Authorea*, pp. 1–19, 2020.
- [7] S. Sosrodarsono and K. Takeda, *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradya Paramita, 1977.
- [8] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2013.
- [9] Soewarno, *Klimatologi Seri Hidrologi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2015.
- [10] M. Fendeková and M. Fendek, "Killeho Metóda - Teória a Prax," *Podzemn. VODA*, pp. 77–87, 1999.
- [11] A. Machllica, M. Fendeková, and M. Fendek, "Modelling of Groundwater Runoff Parameters Development in Different Geological Conditions," *Acta Geol. Slovaca*, vol. 2, no. 2, pp. 103–112, 2010, [Online]. Available: http://geopaleo.fns.uniba.sk/ageos/archive/2010_02/machllica_et_al_2010.pdf.
- [12] S. Supriyadi, "Kesuburan Tanah Di Lahan Kering Madura," *Embryo*, vol. 4, no. 2, pp. 124–131, 2007.
- [13] M. Kissel and B. Schmalz, "Comparison of baseflow separation methods in the german low mountain range," *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 6, 2020, doi: 10.3390/w12061740.
- [14] M. Gregor, "Možnosti využitia softvérového balíka HydroOffice 2010 pre hydrológov a hydrogeológov," *Acta Geol. Slovaca*, vol. 3, no. 1, pp. 95–104, 2011, [Online]. Available: http://geopaleo.fns.uniba.sk/ageos/archive/2011_01/gregor_2011.pdf.
- [15] I. Indarto, *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara, 2010.
- [16] Algifari, *Analisis Regresi Teori, Kasus dan Solusi*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta, 2009.