

**PREDIKSI DEBIT HARIAN PADA DAS TIDAK TERUKUR DENGAN
MENGUNAKAN REGIONAL *FLOW DURATION CURVE*
(Studi kasus Wilayah Sungai Akuaman di Provinsi Sumatera Barat)**

*Daily Discharge Prediction on Ungauged Catchment using the
Regional Flow Duration Curve
(A Case study on Akuaman Area of the Province of Sumatera Barat)*

Elma Yulius¹

Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi

Jl. Cut Meutia no. 83 Bekasi Telp. 021-88344436

Email: *elmayulius@gmail.com*

ABSTRACT

Planning projects in the field of water resources engineering usually to be sought dependable flow. Dependable flow of which used as discharge planning is expected to be available in the river to estimate the installed capacity of hydroelectric power, regulate the distribution of drinking water, and estimate the irrigation area. Dependable discharge can be searched by making the Flow Duration Curve for discharge equaled or exceeded. Problems arise when discharge data are not available. Solution is to predict the continuous discharge data are not sufficient to make that the FDC in determine the dependable flow.

A method is presented to predict the daily discharge in ungauged catchments the using the method of regional Flow Duration Curve. Five gauged catchments and two ungauged catchments in the region Akuaman River, West Sumatera was chosen to develop and test the proposed method Regional FDC. Using nonlinear regression analysis, regional FDC can be developed. It than, used for flow prediction.

The results indicate that FDC method shows great promise for predicting streamflow in ungauged basins. Prediction of daily discharge in the river basin Arau and Air dingin on the basis of RFDC has a high correlation is 0.9, which shows similarity to the observed discharge.

Key words: flow duration curve, regional flow duration curve, ungauged basins

PENDAHULUAN

Perencanaan proyek-proyek di bidang teknik sumberdaya air (misalnya PLTA, PDAM dan irigasi), biasanya terlebih dulu harus dicari debit andalan (*dependable discharge*). Debit andalan ini di antaranya digunakan sebagai debit perencanaan yang diharapkan tersedia di sungai untuk memperkirakan daya terpasang pembangkit listrik tenaga air, mengatur distribusi air minum, dan memperkirakan luas daerah irigasi. Debit andalan dapat dicari dengan membuat terlebih dahulu *Flow Duration Curve* (FDC) untuk debit-debit yang disamai atau dilampaui. Data debit yang dibutuhkan untuk membuat FDC berasal dari data hasil pengukuran di lapangan atau debit hasil prediksi suatu metoda perhitungan debit. Permasalahan muncul apabila data debit tidak tersedia atau tidak kontinunya data debit.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji metode prediksi debit harian di suatu DAS tak terukur berdasarkan regional *Flow Duration Curve* DAS. Kajian ini dilakukan dengan menggunakan metode regresi nonlinear dengan menggunakan parameter hidrologi untuk menghitung *regional flow duration curve*.

FLOW DURATION CURVE (FDC)

1. Definisi *Flow Duration Curve*

Flow Duration Curve (FDC) dapat digambarkan melalui probabilitas kejadian debit saat waktu tertentu dan probabilitas kejadian debit selama waktu tertentu. Kedua cara tersebut hampir sama, hanya saja pada probabilitas kejadian debit selama waktu tertentu proses pengolahan datanya lebih panjang, sehingga kurva durasi aliran dengan probabilitas kejadian debit saat waktu tertentu lebih mudah dilakukan. Kurva durasi probabilitas kejadian debit saat waktu tertentu dikenal sebagai grafik probabilitas kejadian. Probabilitas kejadian dihitung dengan cara mengurutkan data debit dari nilai yang paling besar sampai yang terkecil kemudian dicari persentasenya dengan rumus Weibull:

$$p = \frac{m}{n + 1}$$

(1)

dengan :

p = probabilitas,

m = urutan,

n = jumlah data.

2. Fungsi *Flow Duration Curve*

Flow Duration Curve adalah kurva frekuensi kumulatif yang menunjukkan persentase waktu yang ditentukan debit sama dengan atau melebihi waktu yang diberikan. Konsep yang lebih sederhana dimana FDC adalah suatu cara untuk mewakili data debit yang digabungkan dalam satu kurva karakteristik aliran sungai untuk kisaran debit. Meskipun FDC tidak menunjukkan urutan kronologis aliran tapi berguna untuk banyak keperluan, selain itu FDC sangat berguna untuk studi awal dan untuk perbandingan antara sungai-sungai sesuai dengan karakteristik aliran (Linsley, 1995).

Flow Duration Curve hanya berlaku untuk periode data yang digunakan dalam mengembangkan kurva. Jika debit selama periode FDC didasarkan panjang aliran sungai, kurva dapat dianggap sebagai kurva probabilitas dan digunakan untuk memperkirakan persentase waktu tertentu. FDC adalah cara yang mudah untuk mempelajari karakteristik aliran sungai dan untuk membandingkan satu DAS dengan DAS yang lainnya (Patty, 1995).

3. Metode *Flow Duration Curve*

Untuk membuat FDC pada lokasi tertentu, perlu data aliran harian suatu periode waktu tertentu, baik 1 tahun atau beberapa tahun. Panjang catatan menunjukkan jumlah hari. Debit harian disusun dalam urutan menurun, dari tertinggi ke terendah, dengan masing-masing nilai aliran yang diberikan nomorurut. Misalnya, nilai debit tertinggi akan memiliki nomorurut satu; nilai debit terendah akan memiliki nomorurut terakhir, sama dengan jumlah hari. Untuk setiap nilai debit, % waktu didefinisikan sebagai rasio nomorurut dengan jumlah hari, FDC diperoleh dengan menggambarkan debit dengan % waktu.

4. Regional *Flow Duration Curve*

Untuk mengembangkan model regional FDC, digunakan persamaan regresi non linear, dengan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$Q_n = ax_1^b x_2^c \quad (2)$$

dengan:

Q_n = probabilitas debit di DAS tak terukur,

a, b, c = nilai konstanta,

x_1, x_2 = variabel yang digunakan yaitu luas DAS, dan kerapatan drainase (Dd)

5. Prediksi Debit

Dalam FDC, data debit harian diolah menjadi persentase tertentu sebagai nilai probabilitas kejadian. Penelitian ini mengambil 13 nilai probabilitas kejadian yaitu 1%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95% dan 99%, sehingga dapat diketahui probabilitas kejadian. Suatu debit sungai yang digunakan untuk mengukur semua titik yang tidak diketahui pada FDC setiap probabilitas dari 13 probabilitas yang diketahui. Semua titik FDC mempunyai tingkatan yang telah tersusun. Dengan rumus pendekatan (Mohamoud & Parmar, 2006) sebagai berikut:

$$q_{r_{k+1}} = q_{r_k} - \frac{Q_{r_k} - Q_{r_n}}{r_n - r_k}$$

(3)
dengan:

$q_{r_{k+1}}$ = urutan pertama diperkirakan % debit yang tidak diketahui,

q_{r_k} = % debit pada ujung atas probabilitas titik awal,

Q_{r_n} = % debit pada ujung bawah titik akhir probabilitas,

r_k dan r_n = urutan masing-masing.

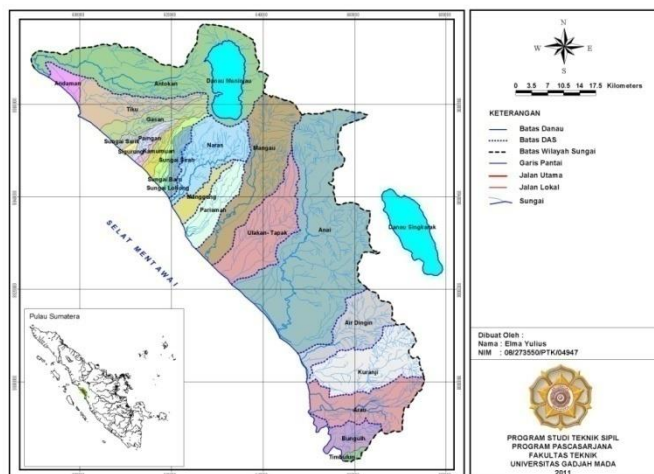
$q_{r_k} = Q_{r_k}$ dihitung saat % debit tidak diketahui dalam setiap probabilitas dan nilai $(Q_{r_k} - Q_{r_n}) / (r_n - r_k)$ adalah konstan dalam setiap probabilitas.

Dari 13 probabilitas debit dari setiap probabilitasnya secara iterasi untuk menghitung debit selanjutnya dengan menggunakan probabilitas debit yang dihitung pada tahap sebelumnya. Sebagai contoh $q_{r_{k+1}}$ menggantikan q_{r_k} saat menghitung $q_{r_{k+2}}$ pada iterasi kedua. Semua yang tidak diketahui yang memprediksikan probabilitas debit FDC diprediksi dengan menggunakan pola untuk masing – masing segmen.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berada di wilayah sungai Akuaman Secara geografis, Provinsi Sumatera Barat terletak pada kedudukan $0^{\circ} 54' LU - 3^{\circ} 30' LS$ serta $98^{\circ} 36' - 101^{\circ} 53' BT$ (Gambar 1). Pada penelitian ini, lima DAS digunakan untuk pengembangan model yaitu DAS Anai, DAS Antokan, DAS MANGAU, DAS Naras dan DAS Pariaman, dan 2 DAS untuk uji model yaitu DAS Arau dan DAS Air dingin.



Gambar 1. Peta wilayah sungai Akuaman

Tabel 1 menunjukkan lokasi daerah penelitian dan luas masing-masing DAS. DAS tersebut sebagian besar berada di daerah dataran.

Tabel 1. Ketersediaan data daerah penelitian

No	Nama DAS	Tahun	Luas DAS	Keterangan
1	DAS Anai	1999-2008	712.40	Develop RFDC
2	DAS Antokan	1999-2008	478.91	Develop RFDC
3	DAS Manggau	1999-2008	266.27	Develop RFDC
4	DAS Naras	1999-2008	156.37	Develop RFDC
5	DAS Pariaman	1999-2008	93.25	Develop RFDC
6	DAS Arau	1999-2004	170.56	Uji RFDC
7	DAS Air Dingin	2002	143.75	Uji RFDC

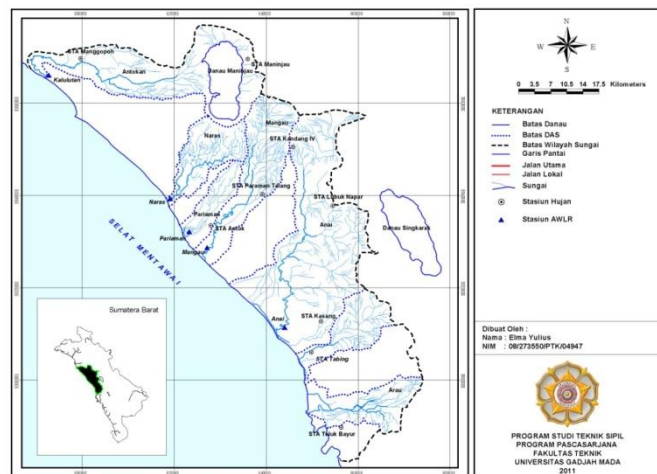
2. Ketersediaan Data

a. Data debit

Ketersediaan data debit yang panjang dan lengkap sangat mendukung dalam program perencanaan dan pengelolaan sumberdaya air di suatu wilayah atau DAS. Data debit berupa data debit harian dari tahun 1999-2008.

b. Faktor iklim

Faktor iklim berupa curah hujan rata-rata tahunan, berupa data curah hujan harian selama 10 tahun dari tahun 1999-2008. Stasiun yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Lokasi stasiun ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi stasiun hujan

Tabel 2. Ketersediaan data tiap stasiun

No	Nama Stasiun	Tahun
1	Kasang	1999-2008
2	Kandang IV	1999-2008
3	Lubuk napar	1999-2008
4	Manggopoh	1999-2008
5	Maninjau	1999-2008
6	Paraman talang	1999-2008
7	Santok	1999-2008

- c. Faktor geomorfologi
Faktor geomorfologi berupa luas DAS (A), kemiringan sungai ($slope$), dan kerapatan drainase (Dd). Faktor geomorfologi digunakan untuk mengembangkan hubungan antara iklim dan faktor hidrologik (Tabel 2).

3. Analisis Data

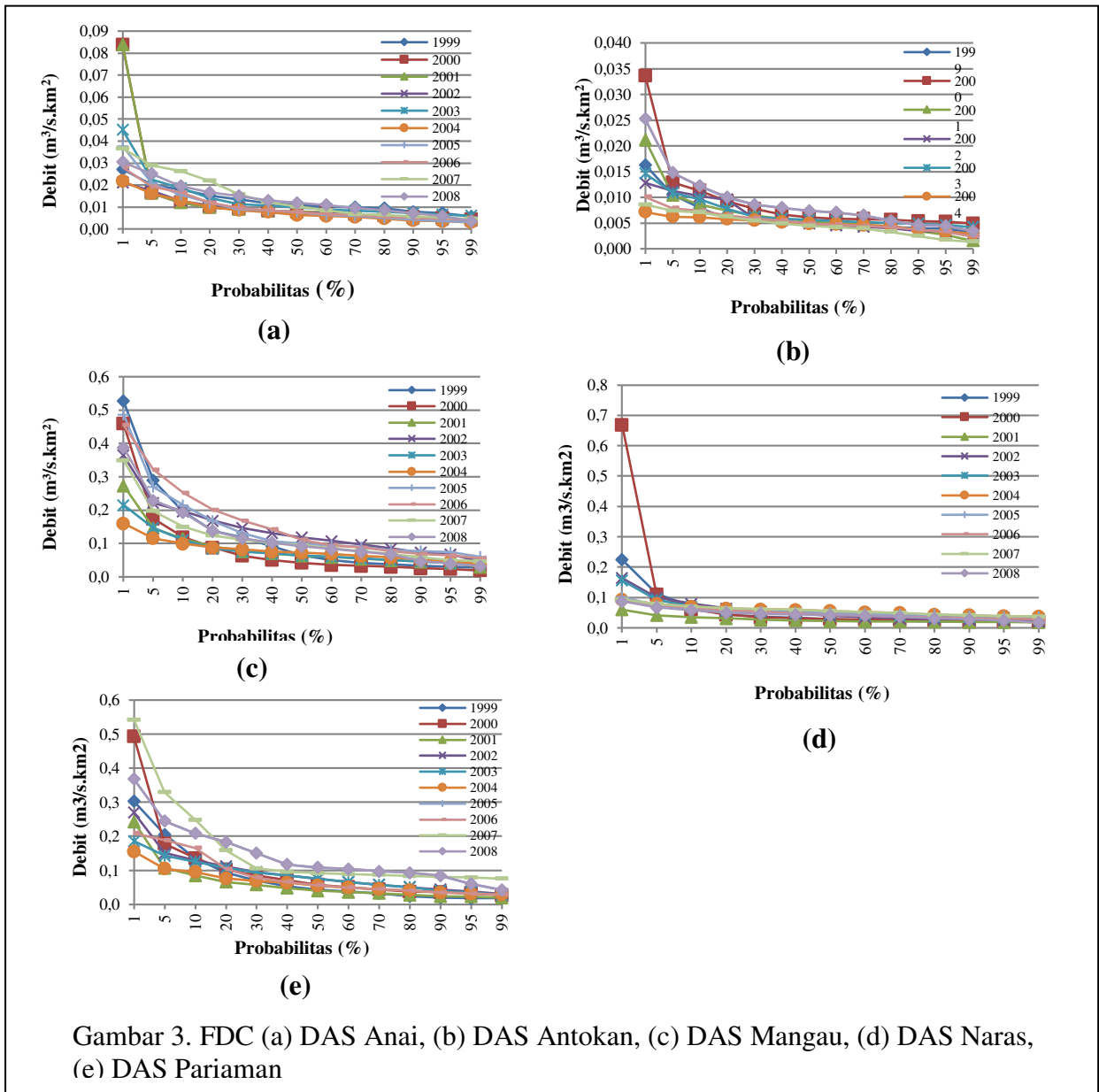
Langkah-langkah analisis adalah sebagai berikut ini:

1. Membuat FDC dari data debit untuk setiap DAS, dengan menggunakan rumus *Weibull* (persamaan 1),
2. Menghitung probabilitas debit dari FDC. Dalam penelitian ini probabilitas yang digunakan yaitu, 1%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95% dan 99%.
3. Mengidentifikasi karakteristik hidrologi terhadap perbedaan iklim untuk memprediksi debit,
4. Membuat Regional FDC dengan persamaan regresi *nonlinear*,
5. Menguji metode tersebut sesuai dengan probabilitas prediksi debit untuk DAS tidak terukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis *Flow Duration Curve*

Gambar berikut adalah bentuk FDC untuk setiap DAS.



Dari gambar di atas dapat dilihat bentuk FDC setiap DAS hampir sama, ini ditandai dengan morfologi DAS yang ditinjau pada umumnya terletak di daerah dataran. Dari ke 5 DAS tersebut, 4 diantaranya berlokasi di dataran yaitu, DAS Anai, DAS Manggau, DAS Naras dan DAS Pariaman, dan DAS Antokan terletak didaerah perbukitan.

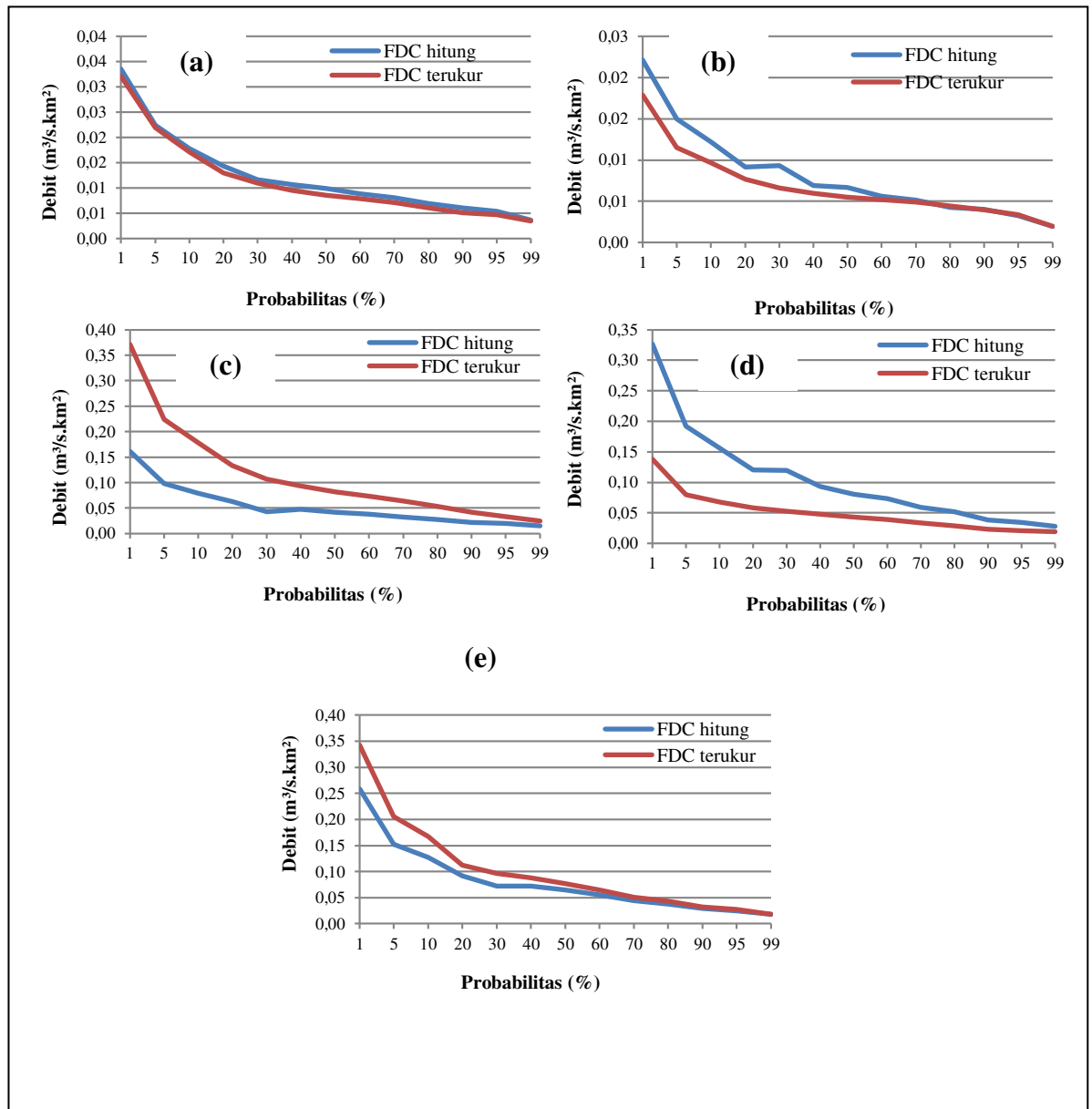
2. Analisis Regional FDC

Regional FDC digambar sesuai dengan karakteristik aliran di setiap DAS (Tabel 3). Dengan menggunakan program SPSS 17 untuk mendapatkan persamaan regresi *nonlinear*, diperoleh RFDC untuk setiap probabilitas.

Tabel 3. Probabilitas debit untuk model regional FDC

Probabilitas	Regresi non linear	R ²
1%	$7.852A^{-0.849}Dd^{1.773}$	0.793
5%	$3.698A^{-0.795}Dd^{1.688}$	0.772
10%	$3.499A^{-0.821}Dd^{1.657}$	0.785
20%	$1.879A^{-0.761}Dd^{1.754}$	0.819
30%	$1.832A^{-0.783}Dd^{1.726}$	0.845
40%	$1.637A^{-0.785}Dd^{1.757}$	0.853
50%	$1.479A^{-0.780}Dd^{1.757}$	0.851
60%	$1.038A^{-0.744}Dd^{1.772}$	0.857
70%	$0.652A^{-0.683}Dd^{1.703}$	0.851
80%	$0.541A^{-0.683}Dd^{1.760}$	0.857
90%	$0.375A^{-0.644}Dd^{1.561}$	0.846
95%	$0.236A^{-0.594}Dd^{1.720}$	0.884
99%	$0.163A^{-0.600}Dd^{2.043}$	0.929

Berdasarkan persamaan regresi Tabel 3, dapat diketahui perbandingan antara FDC terukur dan FDC terhitung di setiap DAS seperti pada gambar berikut.

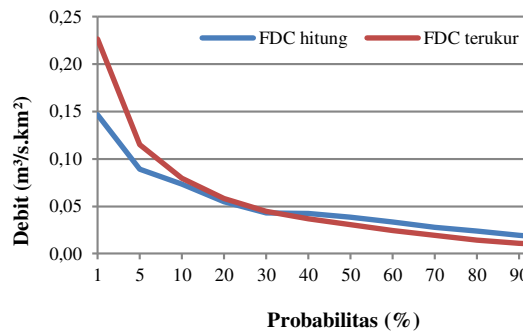


Gambar 4. FDC terukur dan terhitung (a) DAS Anai, (b) DAS Antokan, (c) DAS Mangau, (d) DAS Naras, (e) DAS Pariaman

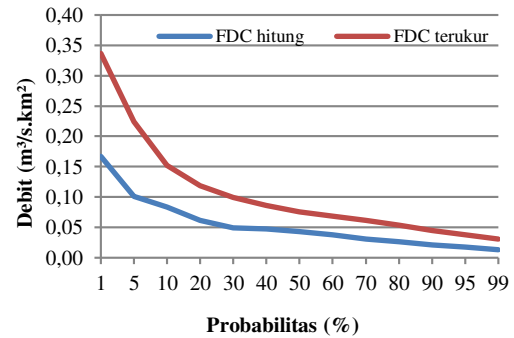
Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat besarnya penyimpangan antara debit terukur dan debit terhitung di setiap DAS. Besarnya persentase penyimpangan relative kecil terjadi di DAS Anai dan DAS Antokan, sedangkan DAS Mangau, DAS Naras dan DAS Pariaman mempunyai persentase penyimpangan yang cukup besar kemungkinan adanya data debit ekstrem pada tahun 2000.

3. Pengujian Regional Flow Duration Curve (RFDC)

DAS uji untuk regional FDC adalah DAS Arau dan DAS Air dingin. Gambar 13 dan Gambar 14 menggambarkan bentuk FDC pada DAS tersebut yang mempunyai persentase penyimpangan yang cukup besar. Pada DAS Arau besarnya persentase penyimpangan adalah 25.43 % dan DAS Air dingin 49.78 %.



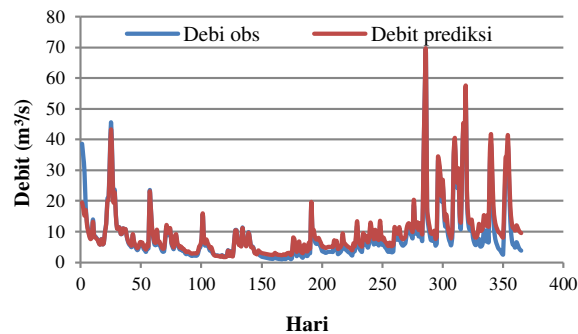
Gambar 5. FDC DAS Arau



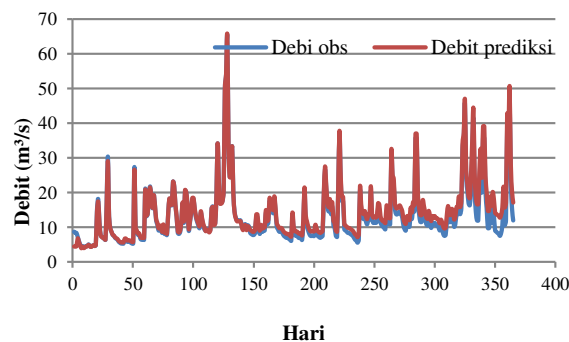
Gambar 6. FDC DAS Air dingin

4. Prediksi debit harian

Untuk menghitung prediksi debit, untuk iterasi pertama debit awal atau Q_{rk} dipakai untuk menghitung q_{rk} menghasilkan q_{rk+1} . Untuk iterasi selanjutnya q_{rk+1} menggantikan q_{rk} saat menghitung q_{rk+2} , dengan menggunakan persamaan (3).



Gambar 7. Prediksi debit harian DAS Arau



Gambar 8. Prediksi debit harian DAS Air dingin

Gambar di atas menggambarkan suatu perbandingan metode FDC yang terprediksi dengan debit sungai harian yang diamati menunjukkan kemiripan prediksi debit sungai untuk DAS Air dingin dan DAS Arau. Pada grafik terlihat bahwa debit observasinya naik, debit prediksinya juga ikut naik. Hasil RFDC yang terjadi pada DAS Arau dan Das Air dingin sangat bagus, hal ini disebabkan karena DAS Arau dan Das Air dingin sebagai DAS tak terukur berdekatan dengan DAS Anai (DAS referensi) sebagai DAS terukur yang mempunyai korelasi yang paling bagus dibandingkan dengan DAS terukur lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi dan analisis data debit yang terukur di wilayah Sungai Akuaman di Provinsi Sumatera Barat, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Karakteristik DAS yang berpengaruh terhadap regional FDC adalah luas DAS dan kerapatan drainase (Dd).
2. Persamaan regresi untuk DAS uji regional FDC menghasilkan % kesalahan yang terlalu besar yaitu 49.78 % pada DAS Air dingin dan 25.43 % pada DAS Arau. Hal ini disebabkan karena kurva FDC yang terjadi untuk DAS terukur, pada umumnya mempunyai % kesalahan yang besar, sehingga berpengaruh terhadap DAS tak terukur.
3. Pada debit harian DAS tak terukur menghasilkan % kesalahan yang sangat kecil yaitu 5.5% pada DAS Arau dan 9.9% pada DAS Air Dingin. Hal ini disebabkan karena DAS Arau dan DAS Air Dingin sebagai DAS tak terukur berdekatan dengan DAS Anai (DAS sumber) sebagai DAS terukur yang mempunyai korelasi yang paling bagus dibandingkan dengan DAS terukur lainnya.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian dengan berbeda wilayah sungai untuk melihat perbedaan regional Flow Duration Curve.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan mengetahui prediksi debit harian sekitar DAS tak terukur lainnya di wilayah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Linsley, R. K & Franzini, J. B., 1995, *Water Resources Engineering*, McGraw-Hill International Editions, Singapore.
- Mohamoud, Y. M., 2008 Prediction of daily flow duration curves and streamflow for ungauged catchments using regional flow duration curves, *J. Hydrological Science*. 53. 706-724.
- Patty, O. F., 1995 *Tenaga Air*, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya.