TEKNIK PERHITUNGAN BANJIR RENCANA PADA DAERAH YANG MINIM DATA HUJAN
(Studi Kasus Di DPS-DPS Propinsi Riau)

Bambang Sujatmoko *)

*) Staff Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau

ABSTRAK

Kesalahan pemrosesan data hujan dalam upaya mentransformasikan data hujan menjadi data debit dapat diminimalkan dengan menggunakan data hujan daerah (*area rainfall*) yang merupakan tinggi hujan rata-rata dalam suatu daerah pengaliran. Penetapan hujan daerah dari sejumlah hujan titik (*point rainfall*) yang paling baik hasilnya adalah cara isohyet (cara kontur tinggi hujan). Cara ini dapat menggambarkan garis ketinggian hujan (kontur) secara menyeluruh pada bidang daerah pengaliran, sehingga daerah yang tidak memiliki data hujan pun dapat memanfaatkan garis kontur yang ada untuk memperkirakan hujan daerah di tempat tersebut.

Curah hujan rencana yang disimulasi merupakan curah hujan harian maksimum tahunan selama 10 tahun (1995 – 2004). Kala ulang hujan rencana ditetapkan menggunakan agihan Gumbel. Transformasi data hujan menjadi data debit menggunakan metode Rational. Perkiraan debit banjir di sungai menggunakan data debit berasal dari data AWLR di Batang Lubuk dan untuk memprediksi kesalahan transformasi data hujan menjadi data debit banjir maka daerah pengaliran yang digunakan adalah sub DPS Batang Lubuk.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 95% data hujan pada stasiun hujan di DPS Riau memenuhi kriteria sebaran distribusi frekuensi Gumbel. Penggambaran kontur isohyet untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun memiliki kecenderungan yang sama, hanya berbeda besaran dan kerapatan konturnya. Prediksi debit banjir rencana menggunakan data isohyet hujan (*areal rainfall*) lebih baik daripada menggunakan data hujan titik (*point rainfall*), sebab memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil (sekitar 0,96% untuk kala ulang 2 s.d. 25 tahun) terhadap debit banjir rencana menggunakan data banjir AWLR.

Kata Kunci : *hujan daerah, distribusi frekuensi Gumbel, metode Rational, cara isohyet*.

PENDAHULUAN

Propinsi Riau merupakan wilayah yang cukup luas dan terbagi dalam 4 (empat) buah daerah aliran sungai (DAS) yaitu DAS Siak, DAS Kampar, DAS Indragiri, dan DAS Rokan. Dari keempat DAS yang ada, hanya DAS Indragiri yang memiliki stasiun pengukur curah hujan lebih dari 5 buah, yang lainnya hanya memiliki 4 atau 5 buah stasiun saja. Kondisi ini jauh dari ideal (**Riyadi, 2003**), sehingga apabila ada perencanaan bangunan pengairan pada daerah terpencil yang tidak ada data hujan ataupun data debit sungai, sangat sulit untuk memprediksi besarnya debit banjir rencana.

Berdasarkan kondisi tersebut, yang banyak dilakukan adalah memprediksi debit banjir rencana dengan menggunakan data curah hujan dari pos / stasiun pengukur curah hujan terdekat yang kadang-kadang jaraknya cukup jauh dan belum tentu data hujan yang digunakan memiliki "*trend*" yang sama atau hampir sama dengan daerah yang direncanakan. Keterbatasan data dan pola pemanfaatan data yang demikian (menggunakan data hujan titik, "*point rainfall*") akan mengakibatkan kesalahan terhadap perkiraan debit banjir rencana (**Sri Harto, 1988**), yang tentunya akan berdampak pada perencanaan bangunan pengairan (bisa saja terjadi *overestimate* atau *underestimate*).

Kesalahan pemrosesan data hujan seperti yang diuraikan di atas dapat diminimalkan dengan menggunakan data hujan daerah ("*areal rainfall*"), yang merupakan data tinggi hujan rata-rata di atas areal tertentu, dalam hal ini dapat berupa daerah pengaliran sungai (DPS) yang memiliki beberapa pos/stasiun pengukur curah hujan. Menurut **Soemarto (1987)**, *Cara Isohyet* (cara menghubungkan garis-garis ketinggian hujan yang sama) merupakan cara yang paling teliti untuk menentukan "*areal rainfall*" dibanding dua cara lain yaitu cara rata-rata hitung (*arithmatic mean)* dan cara poligon Thiessen, tetapi membutuhkan jaringan pos pengukur hujan yang relatif lebih padat guna menghubungkan garis-garis isohyet.

Metode Rasional.

Beberapa metode transformasi data hujan ke debit yang lajim digunakan diantaranya adalah (**Soemarto, 1987**): metode rasional, metode empirik dan metode hidrograph satuan. Pemilihan atas metode metode yang akan digunakan tergantung kepada ketersediaan data dan keadaan daerah aliran sungai. Metode empirik digunakan apabila tidak dapat diperoleh data hidrologi dan perhitungan debit hanya didasarkan atas luas daerah aliran sungai (DAS). Metode rasional umumnya dipakai pada daerah aliran sungai (*cacthment* area) yang kecil yaitu sekitar 2500 hektar. Metode ini

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

dipergunakan dengan beberapa asumsi diantaranya : tidak ada kehilangan-kekehilangan (semua limpasan akibat hujan menjadi debit aliran di sungai); lama waktu hujan adalah sedemikian sehingga debit keseimbangan dicapai. Umumnya metode ini dipergunakan untuk menghitung debit rencana pada perencanaan gorong-gorong, saluran drainase dan perencanaan jembatan. Rumus rasional yang dipergunakan untuk menghitung besarnya debit aliran permukaan (*surface flow*) dalam satuan Internasional adalah :

$$Q = 0{,}278.C.I.A \qquad (1)$$

dengan : Q adalah debit aliran (m^3/det), C adalah koefisien pengaliran, I adalah intensitas curah hujan (mm/jam), dengan kala ulang T tahun dan dengan waktu konsentrasi, t_c (jam), A adalah luas daerah tangkapan hujan (km^2), t_c adalah waktu konsentrasi (jam)

Intensitas curah hujan yang digunakan pada rumus di atas adalah besar intensitas curah hujan untuk waktu terjadinya hujan selama waktu t_c atau selama waktu konsentrasi daerah aliran sungai.

Metode rasional yang dipergunakan di Jepang diperkenalkan oleh Dr. Mononobe adalah metode rasional yang sesuai dengan metode rasional yang diperkenalkan di Indonesia. Mononobe memperkenalkan suatu persamaan umum yang dapat dipergunakan untuk hubungan antara intensitas hujan T jam dengan curah hujan maksimum harian sebagai berikut :

$$I_T = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{T}\right)^m \qquad (2)$$

dengan : I_T adalah intensitas curah hujan T jam (mm/jam), R_{24} adalah curah hujan maksimum harian dengan kala ulang rencana (mm), T adalah waktu dalam jam

Dengan memakai persamaan di atas, intensitas curah hujan untuk berbagai nilai konsentrasi dapat ditentukan dari besarnya data curah hujan maksimum harian (atau 24 jam). Mononobe menganjurkan nilai m untuk wilayah Indonesia diambil sebesar 2/3.

Analisa Curah Hujan Maksimum Harian.

Untuk dapat menghitung intensitas curah hujan dalam waktu t jam dengan berbagai kala ulang dibutuhkan harga curah hujan maksimum harian dengan berbagai kala ulang. Untuk dapat memperoleh curah hujan maksimum harian untuk berbagai harga kala ulang tersebut harus dilaksanakan dengan analisis frekuensi. Dalam hal ini harga curah hujan yang dipakai dalam analisis frekuensi adalah curah hujan maksimum harian tahunan.

Dalam analisis frekuensi, penentuan distribusi data historis curah hujan tersebut sangat penting diperhatikan. Untuk mengetahui jenis distribusi yang paling cocok, data tersebut harus diplot ke dalam kertas probabilitas dari berbagai type distribusi yang digunakan atau dengan menghitung *standard error* yang paling kecil. Ada beberapa jenis distribusi frekuensi yang biasa dipakai dalam analisis data hidrologi (**Sri Harto, 2001**) di antaranya : distribusi Normal, Log Normal, Gumbel type I dan Log Pearson type III.

Distribusi Gumbel Type I.

Persamaan PDF dari Distribusi Gumbel type I adalah :

$$p(x) = \alpha\, e^{-\alpha(x-\beta)-e^{-\alpha(x-\beta)}} \qquad (3)$$

Distribusi ini mempunyai dua parameter penentu, yaitu : α = parameter konsentrasi, β = ukuran gejala pusat. Karakteristik dari distribusi ini adalah : Cs = 1,139 dan Ck = 5,400. Faktor frekwensi K untuk distribusi Gumbel type I adalah :

$$K = \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n} \;; \qquad Y_T = -\ln\left(-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right) \qquad (4)$$

dengan : Y_T adalah *reduced variabel Y* ; T = Periode ulang (tahun), Y_n adalah nilai rata-rata dari *reduced variabel Y*, merupakan fungsi dari jumlah data n, S_n adalah simpangan baku dari *reduced variabel Y*, fungsi dari jumlah data *n*.

Waktu Konsentrasi (t_c).

Para ahli hidrologi telah banyak mengadakan penelitian tentang lama waktu konsentrasi dari suatu daerah aliran sungai dan dihubungkan dengan karakteristik daerah tangkapan hujan tersebut. Besar waktu konsentrasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich yaitu :

$$t_c = \left(\frac{11{,}9.L^3}{H}\right)^{0{,}385} \qquad (5)$$

dengan : t_c = lamanya waktu konsentrasi (jam), L = panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran sungai sampai pada titik yang akan ditentukan besar debitnya (mile), H = beda tinggi antara titik yang paling jauh dari tempat pengukuran (feet).

Lama waktu konsentrasi dapat juga dihitung dari Braunsby-illiams, yaitu :

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

$$t_c = \frac{F.L}{A^{0,1}.S^{0,2}} \qquad (6)$$

dengan : t_c = waktu konsentrasi (menit), F = faktor konversi yang berhubungan dengan satuan luas yang dipakai (= 58,5 bila luas dalam km2 dan = 92,7 bila luas dalam ha), L = panjang sungai (km), A = luas daerah aliran sungai, S = kemiringan sungai (m/km)

Koefisien Pengaliran (*C*).

Harga koefisien *C* biasanya diambil untuk tanah yang jenuh pada waktu permulaan hujan. Harga koefisien *C* akan berubah dari waktu ke waktu sesuai perubahan tanaman penutupnya atau tata guna lahannya, oleh karena itu pengambilan harga koefisien C harus disesuaikan dengan rencana perubahan tata guna lahan yang terjadi di masa datang. **Tabel 1** memperlihatkan harga koefisien pengaliran yang biasa digunakan (**Hasmar, 2002**).

Menentukan curah hujan areal dengan Metode Isohyet.

Ada beberapa cara yang biasa digunakan untuk menentukan curah hujan areal ini yaitu : cara rata-rata hitung, cara poligon Thiessen dan cara Isohyet. Dari ketiga cara tersebut, cara Isohyet adalah cara yang paling teliti (**Soemarto, 1987**). Cara ini dilakukan dengan membuat kontur berupa garis-garis yang menunjukkan nilai tinggi curah hujan yang sama. Luas daerah yang diwakili oleh satu garis kontur adalah daerah di sebelah menyebelah kontur itu, dengan batas-batas jarak tengah antara dua kontur (**Gambar 1**).

Tabel 1. Koefisien Pengaliran (C) untuk drainase muka tanah

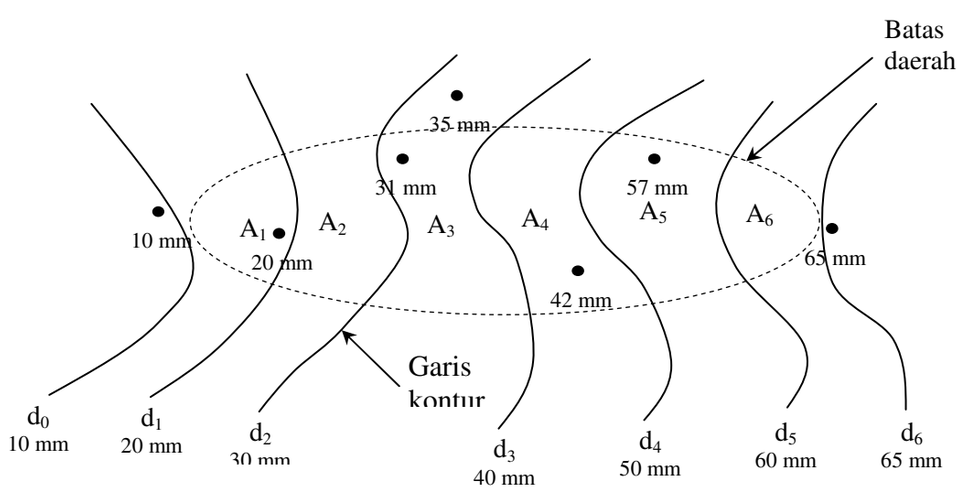
Type muka tanah	Koefisien C
Pegunungan yang curam	0,75 – 0,90
Tanah yang bergelombang	0,50 – 0,75
Dataran yang ditanami	0,45 – 0,60
Atap yang tidak tembus air	0,75 – 0,90
Perkerasan aspal, beton	0,80 – 0,90
Tanah padat sulit diresapi	0,40 – 0,55
Tanah agak mudah diresapi	0,05 – 0,35
Taman / lapangan terbuka	0,05 – 0,25
Kebun	– 0,20
Perumahan tidak begitu rapat (20 rmh / ha)	0,25 – 0,40
Perumahan kerapatan sedang (21 – 60 rmh/ha)	0,40 – 0,70
Perumahan rapat (61 – 160 rmh/ha)	0,70 – 0,80
Daerah rekreasi	0,20 – 0,30
Daerah industri	0,80 – 0,90
Daerah perniagaan	0,90 – 0,95

Sumber : Drainase Perkotaan, Hasmar (2002)

Pada prinsipnya, cara ini ingin mengikuti sedekat mungkin dengan kenyataan di alam, dengan mencari bobot yang sesuai dengan nilai tinggi hujan. Tinggi hujan areal dengan cara Isohyet dihitung dengan persamaan berikut :

$$\bar{d} = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + ... + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + ... + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_{i-1} + d_i}{2} A_i}{A} \qquad (7)$$

dengan : $\bar{d}$ = tinggi curah hujan areal (mm); d_0, d_1,..., d_n = tinggi curah hujan pada isohyet *0*, *1*,..., *n*; A = luas daerah pengaliran; A_1,A_2,...,A_n = luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet-isohyet yang bersangkutan.



Gambar 1. Kontur tinggi curah hujan yang sama (Isohyet)

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

METODE DAN BAHAN

Bahan Penelitian.

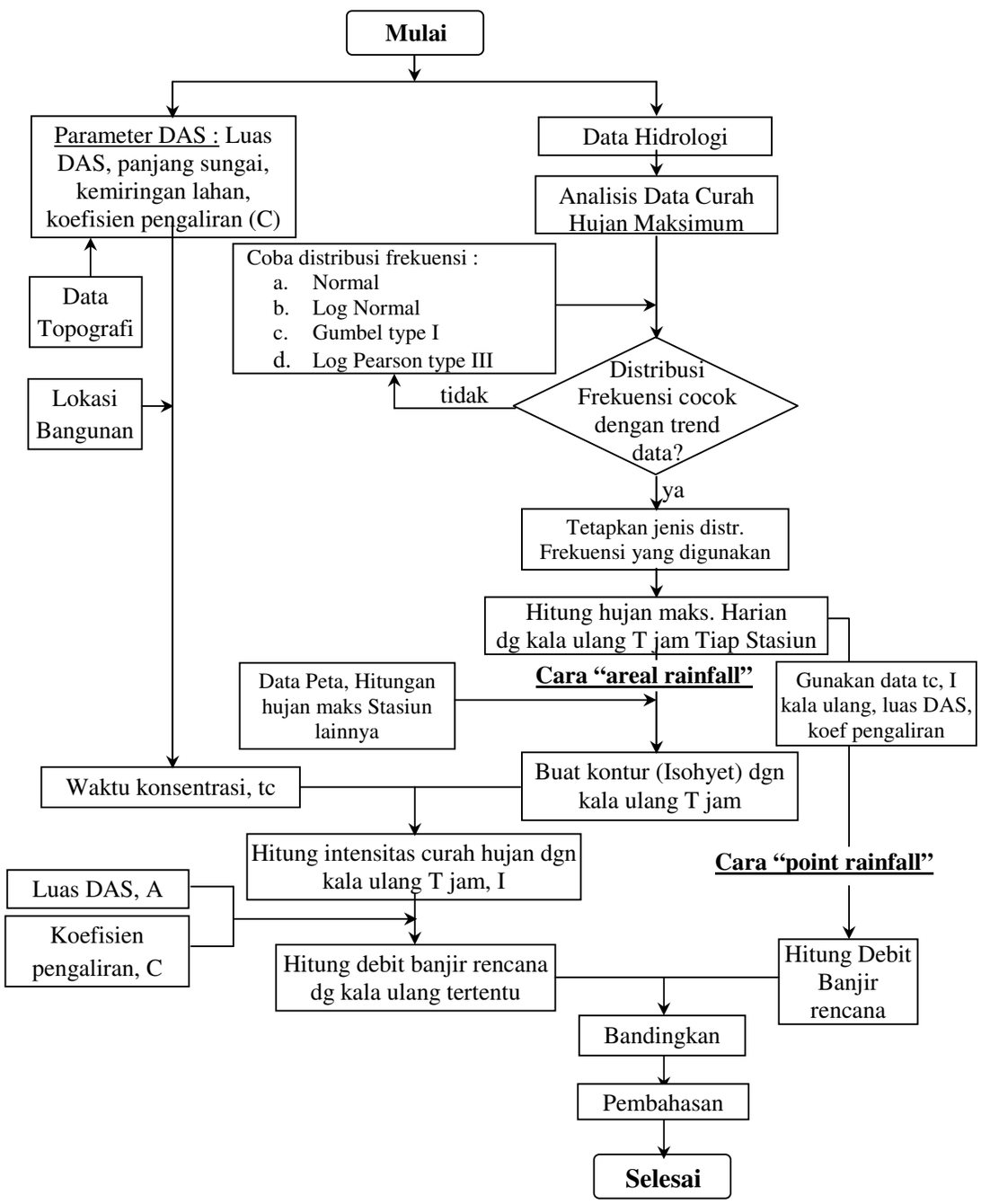
Bahan-bahan yang dipergunakan dalam pelaksanaan penelitian ini ditentukan sebagai berikut : (a) data curah hujan harian pada stasiun pengukur curah hujan yang ada di Propinsi Riau, dengan panjang data minimal 10 tahun; (b) data topografi wilayah Riau berupa Peta Rupa Bumi skala 1 : 50.000; (c) peta hidrologi yang berisi data : peta stasiun hujan, peta stasiun AWLR, dan peta bangunan pengairan.

Alat yang digunakan.

Peralatan dan media yang dipergunakan untuk pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut : (a) Untuk menentukan luasan daerah pengaliran pada peta rupa bumi diperlukan alat Planimetri dari Lab Ilmu Ukur Tanah FT UNRI; (b) Untuk membuat garis kontur tinggi curah hujan yang akan di"*overlap*"kan dengan gambar wilayah Riau, diperlukan *software AUTOCAD MAP* atau *Surface Mapping System* dari Golden Software.

Prosedur Penelitian.

Secara skematis (lihat **Gambar 2**), langkah penelitian memperkirakan debit banjir rencana pada daerah yang tidak ada data hujan diawali dengan menganalisa data curah hujan kemudian men-transformasi-kannya menjadi data debit dengan metode-metode yang tepat.



Gambar 2. Diagram Aliran Penelitian

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Pemrosesan data curah hujan diawali dengan pemeriksaan data hujan yaitu : konsistensi data dan pemeriksaan data yang hilang. Kemudian dilakukan analisis frekuensi data hujan untuk menentukan pola distribusi hujan yang paling tepat, kemudian besarnya curah hujan maksimum harian untuk kala ulang T tahun dapat dihitung. Perhitungan curah hujan maksimum harian yang dihasilkan masih merupakan curah hujan titik (*point rainfall*) karena dihitung pada tiap-tiap stasiun pengukur hujan.

Langkah selanjutnya adalah membuat garis kontur ketinggian curah hujan dengan kala ulang T tahun di atas peta rupa bumi wilayah Riau dengan bantuan software *Autocad Map* atau *Surface Mapping Sytem*.

Langkah selanjutnya menghitung intensitas curah hujan untuk masing-masing stasiun berdasarkan nilai curah hujan maksimum harian dengan kala ulang tertentu pada masing-masing stasiun pengukur. Untuk mensimulasi besarnya debit banjir rencana dengan kala ulang tertentu, ditentukan dulu daerah yang akan dihitung debit alirannya, kemudian ditentukan luasan daerah aliran sungainya, waktu konsentrasinya dan koefisien pengalirannya. Dengan bantuan gambar isohyet (kontur tinggi hujan) yang telah dibuat terdahulu dapat dihitung intensitas curah hujannya sesuai dengan kala ulang yang direncanakan. Selanjutnya, dengan menggunakan persamaan (1) maka debit banjir rencana dengan kala ulang yang direncanakan dapat dihitung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Curah Hujan Rencana

Penetapan Jenis Distribusi Frekuensi Data Curah Hujan. Hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh **Yunizar (2003)** menyimpulkan bahwa jenis distribusi yang paling cocok atau dominan digunakan untuk keseluruhan DPS yang ada di propinsi Riau adalah jenis distribusi frekuensi **GUMBEL** dan LOG PEARSON III. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka penelitian ini menggunakan jenis distribusi frekuensi GUMBEL sebagai acuan dalam analisa frekuensi data curah hujan.

Pengujian terhadap jenis distribusi frekuensi yang dipilih. **Uji Smirnov-Kolmogorov** diperoleh dengan memplot data dan probabilitas dari data curah hujan pada stasiun yang bersangkutan, serta hasil perbandingan empiris dalam bentuk grafis untuk mendapatkan penyimpangan maksimum hitungan *(Δmaks)*. Penyimpangan kritik empirik yang diizinkan (*Δcr*) ditentukan berdasarkan jumlah data curah hujan tahunan = 10 data dan derajat kepercayaan 5% , sehinggag Δcr = 0,410. Bila nilai Δmaks lebih rendah/kecil dari Δcr, maka jenis distribusi yang dipilih masih cocok untuk menggambarkan distribusi data yang digunakan, bila sebaliknya tidak cocok.

Uji Chi Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi frekuensi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Untuk perhitungan uji Chi Square, pemilihan interval kelas dilakukan berdasarkan perhitungan kala ulang (*return period*). Untruk menentukan nilai χ^2_{cr} ditentukan berdasarkan nilai derajat kebebasan yang dipilih dan derajat kepercayaan yang diambil. Dengan mengambil G (range) = 5, R = 2 maka nilai derajat kebebasan DK = G-R-1 = 5-2-1 = 2. Dengan mengambil nilai derajat kepercayaan α = 5% maka berdasarkan tabel nilai Chi Square diperoleh χ^2_{cr} = 5,991. Kondisi nilai penyimpangan data pengukuran dengan distribusi frekuensi data yang dipilih yaitu GUMBEL untuk semua stasiun pengukuran hujan di DPS-DPS di Riau berdasarkan uji Smirnov-Kolmogorov dan uji Chi Square disajikan pada **Tabel 2**.

Berdasarkan hasil yang disajikan dalam **Tabel 2** menunjukkan bahwa lebih dari 95% data hujan pada stasiun-stasiun pengukur hujan di dalam DPS-DPS di propinsi Riau memenuhi kriteria untuk jenis distribusi frekuensi GUMBEL, sehingga di dalam analisa data hujan rancangan untuk data hujan harian maksimum dengan berbagai kala ulang (*return period*) yang diinginkan selanjutnya akan menggunakan agihan (distribusi frekuensi) type GUMBEL.

Tabel 2. Hasil Uji Chi Square dan Smirnov-Kolmogorov terhadap Distribusi Frekuensi Data Jenis Distribusi GUMBEL

No	Stasiun Hujan	Uji Chi-Kuadrat		Status	Uji Smirnov-Kolmogorov		Status
		χ^2 kritis	$\chi 2$ hitung		Δ_{max} kritis (%)	Δmax hit (%)	
DPS SIAK							
1	Pekanbaru	5,991	2,00	ok	41,0	8,25	Ok
2	Buatan		1,00	ok		11,09	Ok
3	Petapahan		3,00	ok		7,25	Ok
4	Kandis		11,00	no ok		18,84	Ok

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

No	Stasiun Hujan	Uji Chi-Kuadrat		Status	Uji Smirnov-Kolmogorov		Status
		χ^2 kritis	$\chi 2$ hitung		Δ_{max} kritis (%)	Δmax hit (%)	
DPS KAMPAR							
1	Pasar Kampar		3,00	ok		10,45	Ok
2	Lipat Kain	5,991	4,00	ok	41,0	13,11	Ok
3	Muara Lembu		2,00	ok		12,43	Ok
4	Bangun Jaya		1,00	ok		6,52	Ok
DPS ROKAN							
1	Dumai		4,00	ok		15,30	Ok
2	Bagan Batu		5,00	ok		14,59	Ok
3	Rambah Utama		5,00	ok		16,62	Ok
4	Bangko Jaya		2,00	ok		8,41	Ok
5	Dalu-Dalu	5,991	1,00	ok	41,0	9,53	Ok
6	Lubuk Bendahara		0,00	ok		8,13	Ok
7	Pasar tangun		4,00	ok		13,50	Ok
8	Sedinginan		2,00	ok		9,22	Ok
9	Duri		12,00	no ok		16,98	Ok
DPS INDRAGIRI							
1	Pekan Tabih		1,00	ok		8,10	Ok
2	Lubuk Kabun		2,00	ok		8,51	Ok
3	Lubuk Ramo		3,00	ok		9,48	Ok
4	Tembilahan		2,00	ok		10,40	Ok
5	Pangkalan Kasai	5,991	1,00	ok	41,0	12,50	Ok
6	Lirik		1,00	ok		11,50	Ok
7	Talang Jerinjing		3,00	ok		15,65	Ok
8	Sentajo		3,00	ok		17,83	Ok
9	Usul		5,00	ok		12,38	Ok
10	Koto Baru		5,00	ok		14,82	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan

Curah Hujan Rencana. Hasil analisa prediksi hujan rencana untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun pada semua stasiun hujan yang ada di Riau (**Tabel 3**), menggunakan agihan Gumbel, menunjukkan keberagaman data hasil hujan rancangan setiap stasiun hujan dan setiap DPS. Untuk hujan kala ulang 2 tahun misalnya, Pasar Tangun (DPS Rokan) memiliki curah hujan rencana yang paling besar, tapi untuk kala ulang 100 tahun, curah hujan rencana yang paling besar berada di stasiun Kota Baru (DPS Indragiri). Hal ini menunjukkan bahwa kecondongan grafik fungsi Gumbel pada setiap data hujan tidak sama, sebab agihan Gumbel merupakan suatu fungsi yang dipengaruhi oleh karakteristik statistik data seperti : *rata-rata data hujan*, *penyimpangan data* atau *deviasi standar data*, dan *faktor frekuensi data*.

Tabel 3. Curah Hujan Rencana pada berbagai Kala Ulang pada DPS-DPS

Stasiun Hujan	Hujan Rencana Kala Ulang (mm)					
	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn
			DPS SIAK			
Pekanbaru	107,1	133,2	150,5	172,4	188,6	204,7
Buatan	75,4	97,6	112,3	130,8	144,6	158,3
Petapahan	84,8	127,1	155,1	190,5	216,8	242,8
Kandis	86,9	126,6	152,8	186,0	210,6	235,1
			DPS KAMPAR			
Pasar Kampar	101,4	131,1	150,9	175,8	194,3	212,6
Lipat Kain	99,1	110,0	117,1	126,2	132,9	139,6
Muara Lembu	78,5	99,0	112,5	129,7	142,4	155,0
Bangun Jaya	109,8	148,6	174,3	206,7	230,8	254,7
			DPS ROKAN			
Dumai	110,3	135,7	152,5	173,8	189,6	205,2
Bagan Batu	100,2	145,8	176,0	214,1	242,5	270,6
Rambah Utama	95,4	111,7	122,5	136,2	146,3	156,3
Bangko Jaya	94,6	130,4	154,1	184,0	206,2	228,2
Dalu-Dalu	103,8	145,9	173,7	208,9	235,0	260,9
Lubuk Bendahara	106,4	136,9	157,1	182,7	201,6	220,4
Pasar tangun	137,5	160,0	174,9	193,8	207,7	221,6

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Stasiun Hujan	Hujan Rencana Kala Ulang (mm)					
	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn
Sedinginan	91,2	105,4	114,8	126,6	135,4	144,1
Duri	119,5	147,5	166,0	189,3	206,7	223,9
		DPS INDRAGIRI				
Pekan Tebih	114,6	154,9	181,5	215,2	240,2	265,0
Lubuk Kabun	112,8	146,7	169,1	197,4	218,5	239,3
Lubuk Ramo	99,2	121,6	136,5	155,2	169,1	182,9
Tembilahan	74,6	98,1	113,7	133,5	148,1	162,6
Pangkalan Kasai	106,2	128,5	143,4	162,1	176,0	189,7
Lirik	85,4	123,4	148,5	180,2	203,7	227,1
Talang Jerinjing	106,1	145,8	172,1	205,4	230,0	254,5
Sentajo	97,3	131,3	153,8	182,3	203,4	224,4
Usul	90,1	111,3	125,4	143,1	156,3	169,4
Koto Baru	119,7	164,6	194,2	231,7	259,6	287,2

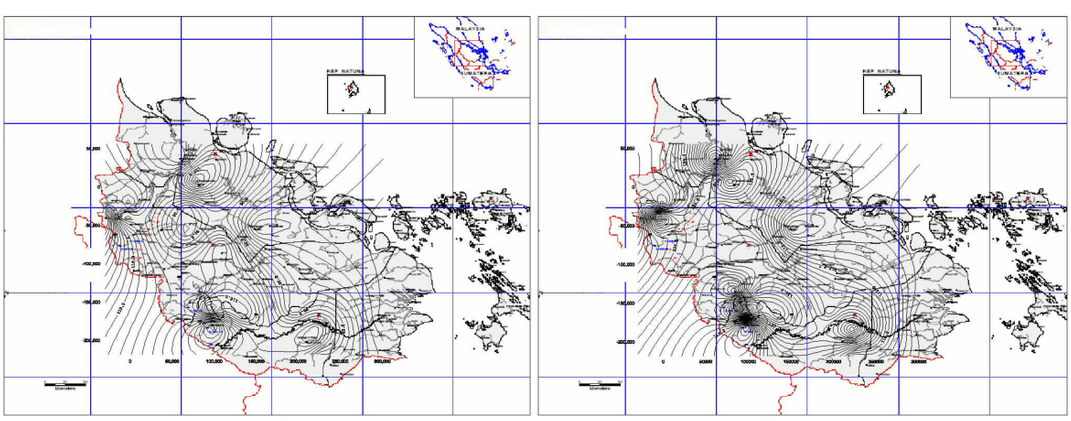
Sumber : Hasil Perhitungan

2. Kontur Isohyet Curah Hujan Rencana di Riau

Untuk menggambarkan garis ketinggian hujan (isohyet) digunakan alat bantu (*software*) *Surface Mapping System* dari Golden Software versi 6. Data yang diperlukan adalah koordinat x,y dan ketinggian z dalam format data (x,y,z) dimana data z adalah data ketinggian hujan pada masing-masing stasiun dengan berbagai kala ulang. Hasil plotting grafik dapat di-*overlap*-kan dengan gambar peta DPS-DPS, sehingga menghasilkan suatu peta isohyet pada DPS-DPS yang ada di propinsi Riau. Hasilnya dapat dilihat dalam **Gambar 3** s.d. **Gambar 5**.

Gambar isohyet hujan rencana yang dihasilkan memiliki pola kecenderungan yang hampir sama yaitu terdapat 5 titik puncak ketinggian hujan yang tersebar di semua DPS. Tingkat kerapatan garis kontur isohyet pada tiap kala ulang yang disimulasi dipengaruhi oleh data masukan hujan rencananya, di mana semakin tinggi kala ulangnya, maka semakin rapat garis kontur isohyetnya.

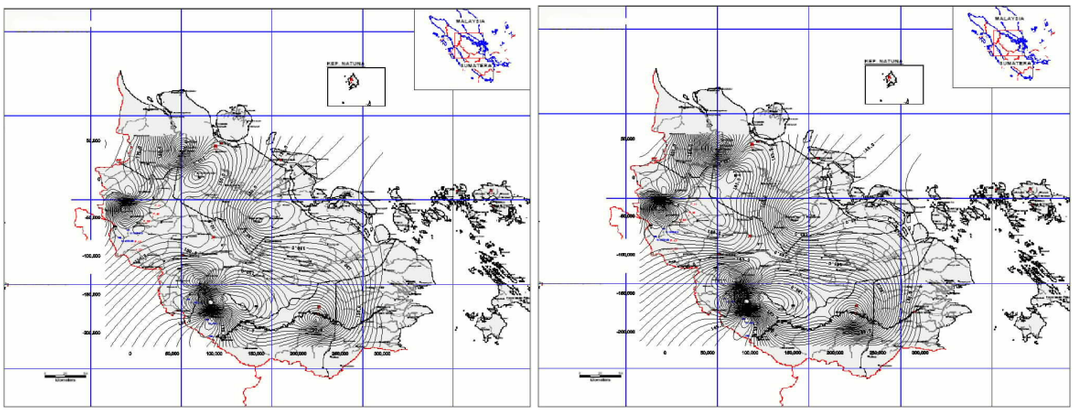
Untuk menentukan besaran debit banjir rencana pada suatu DPS atau sub DPS maka gambar kontur isohyet ini akan digunakan sebagai data untuk mensimulasi hujan areal (*area rainfall*). Intensitas hujan rencana ditentukan dengan menghitung besaran hujan dengan waktu konsentrasi hujan yang dihitung berdasarkan parameter DPS dan panjang sungai dimana debit akan dihitung. Hujan areal rencana pada DPS atau sub DPS dihitung dengan menggunakan **pers. (7)**. Dengan adanya gambar isohyet ini, maka debit banjir rencana suatu daerah di Riau walaupun tidak ada data hujan terukurnya, dapat ditentukan dan dihitung.



(a) (b)

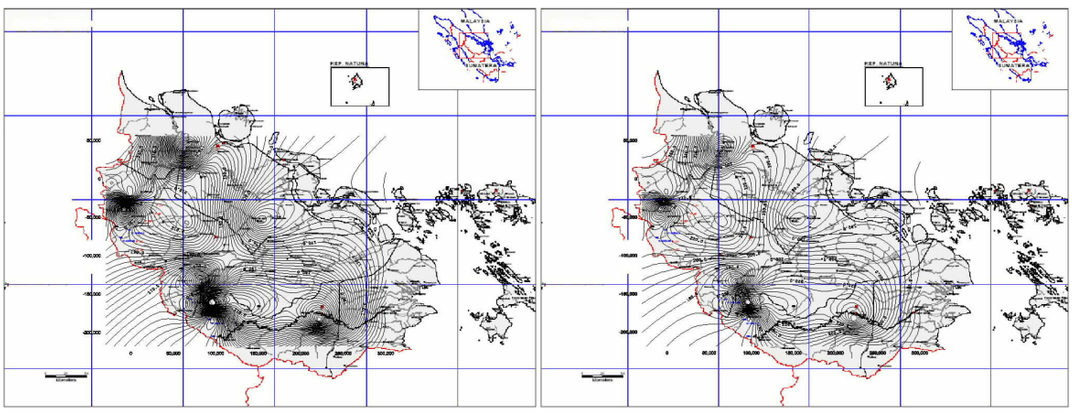
Gambar 3. Isohyet curah hujan rencana kala ulang (a) 2 tahun, (b) 5 tahun di Riau

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/



(a) (b)

Gambar 4. Isohyet curah hujan rencana kala ulang (a) 10 tahun, (b) 25 tahun di Riau



(a) (b)

Gambar 5. Isohyet curah hujan rencana kala ulang (a) 50 tahun, (b) 100 thn di Riau

3. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana ini dilakukan untuk menjajagi tingkat kesalahan grafik isohyet yang dihasilkan terhadap debit banjir hasil pengukuran AWLR. Untuk itu, perhitungan debit banjir ini merupakan satu contoh penerapan yang diterapkan pada sub DPS Rokan pada sungai Batang Lubuk desa Ujung Gurap (AWLR no. 01-58-0-03). Pada Sub DAS ini terdapat 3 Stasiun Hujan yaitu: Dalu-Dalu, Pekan Tebih dan Pasar Tangun. Data AWLR yang dikumpulkan selama 10 tahun (1993-2002). Luas sub DPS Batang Lubuk = 1.304 km^2, panjang sungai 58 km dan beda tinggi elevasi hulu-hilir = 32 m.

Pola Distribusi Hujan Jam-jaman. Pendistribusikan hujan harian menjadi hujan jam-jaman, digunakan pendekatan dari persamaan intensitas hujan dari Dr. Mononobe, berikut : $R_T = \frac{R_{24}}{t}\left(\frac{t}{T}\right)^{2/3}$ dan durasi hujan rencana ditentukan berdasarkan durasi hujan yang biasa terjadi di Indonesia yaitu t = 6 jam. Pola distribusi hujan jam-jaman di Stasiun Dalu-Dalu disajikan pada **Tabel 4.** berikut :

Tabel 4. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman pada Stasiun Dalu-Dalu

Durasi Hujan (jam)	Intensitas hujan %R24	Kum. tinggi hujan %R24	Pert. tinggi hujan %R24	Profil hujan %R24	Hujan R_2	Hujan R_5	Hujan R_{10}	Hujan R_{25}	Hujan R_{50}	Hujan R_{100}
					103,8	145,9	173,7	208,9	235,0	260,9
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(10)
1	55.0	55.0	55.0	55.0	57,1	80,3	95,6	115,0	129,3	143,6
2	34.7	69.3	14.3	14.3	14,8	20,9	24,8	29,9	33,6	37,3
3	26.5	79.4	10.0	10.0	10,4	14,6	17,4	21,0	23,6	26,2
4	21.8	87.4	8.0	8.0	8,3	11,7	13,9	16,7	18,8	20,8
5	18.8	94.1	6.7	6.7	7,0	9,8	11,7	14,1	15,9	17,6
6	16.7	100.0	5.9	5.9	6,1	8,6	10,2	12,3	13,9	15,4

Sumber : Hasil Perhitungan

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana di sub DAS Batang Lubuk

Perhitungan Debit Banjir Rencana Berdasar Data Hujan. Perhitungan debit banjir rencana, dalam hal ini digunakan pendekatan dengan Metode Rational yaitu suatu cara untuk mendapatkan debit banjir dari data curah hujan rencana dengan memanfaatkan parameter DAS. Dua komponen utama yang digunakan ialah waktu konsentrasi (t_c) dan intensitas curah hujan (I). Lama waktu konsentrasi dapat juga dihitung dari Braunsby-Williams, yaitu **pers. (6)** :

$$t_c = \frac{F.L}{A^{0,1}.S^{0,2}} = \frac{58,5 \times 58}{1.304^{0,1}.(32/58000)^{0,2}} =$$

1865,1 menit = 31,1 jam.

Hasil perhitungan debit banjir rencana sub DAS Batang Lubuk menggunakan data hujan Sta Dalu-dalu, Sta Pekan Tebih dan akibat curah hujan berdasarkan hasil hujan isohyet disajikan pada **Tabel 7** dan hasil perhitungan ketiganya dibandingkan dengan hasil hitungan debit banjir rencana dari data AWLR.

Perhitungan Debit Banjir Rencana Berdasar Data Debit dari AWLR. Data debit lapangan hasil pengukuran yang digunakan diperoleh dari pos Batang Lubuk (AWLR no. 01-58-0-03), yang berlokasi di desa Ujung Gurap. Data yang diperoleh adalah data debit harian untuk stasiun tersebut. Data debit maksimum yang diperoleh dapat dilihat pada **Tabel 5**. Debit banjir rencana diperoleh dengan menganalisa data debit harian maksimum untuk tiap tahun data dengan menggunakan metode Gumbel. Hasil perhitungan debit banjir rencana pada sub DAS Batang Lubuk menggunakan data debit banjir dari AWLR di atas untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 5. Data Debit Maksimum Sungai Indragiri dari stasiun AWLR

Tahun	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Debit (m3/det)	506,2	422,1	479,0	230,5	287,7	343,8	255,4	311,7	308,1	605,7

Tabel 6. Perhitungan Banjir Rencana berdasarkan data debit banjir AWLR di sub DAS Batang Lubuk (m^3/det)

	Periode Ulang (Tr), Tahun					
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
Debit Banjir Rencana (m^3/det)	358,4	505,0	602,0	724,6	815,6	905,9

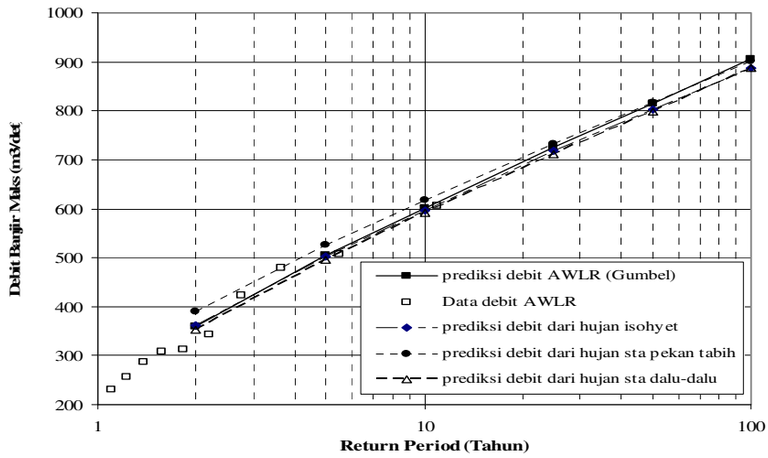
Tabel 7. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana dari Data Hujan dan dari Data Debit Banjir AWLR

Periode Ulang (tahun)	Debit Banjir Rencana (m3/det)			
	Sta Dalu-dalu	Sta Pekan Tebih	Hujan berdasarkan isohyet	Dari Data Debit AWLR
2	353,0	389,9	361,7	358,4
5	496,1	526,8	501,8	505,0
10	590,8	617,5	596,2	602,0
25	710,5	732,0	717,8	724,6
50	799,3	817,0	802,3	815,6
100	887,5	901,3	887,6	905,9

Sumber : hasil perhitungan

Plotting grafik data banjir dari AWLR dengan prediksi debit banjir rencana AWLR di sub DAS Batang Lubuk dibandingkan debit banjir rencana menggunakan data curah hujan disajikan pada **Gambar 6**.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/



Gambar 6. Plotting perbandingan debit banjir rencana dari data curah hujan dan dari data debit banjir AWLR

Perbandingan Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Berdasar Data Hujan dengan Data Debit dari AWLR. Perbandingan hasil perhitungan debit banjir berdasarkan data debit dari AWLR dengan data hujan di Sub DAS Batang Lubuk untuk hujan titik (*point Rainfall*) dari stasiun Dalu-dalu dan Pekan Tebih, dan untuk hujan areal (*area rainfall*) dari hitungan ISOHYET hujan, dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Persentase kesalahan prediksi debit banjir dengan data hujan dibandingkan prediksi banjir dengan data AWLR

Periode Ulang (tahun)	% Kesalahan dibandingkan dengan data debit AWLR		
	Stasiun Dalu-dalu	Stasiun Pekan Tebih	Hujan berdasarkan isohyet
2	1,49	8,79	0,92
5	1,75	4,33	0,62
10	1,85	2,57	0,96
25	1,94	1,02	0,95
50	1,99	0,17	1,63
100	2,03	0,50	2,02

Sumber : Hasil Perhitungan

4. Tingkat kesalahan yang dihasilkan dalam prediksi debit banjir dengan menggunakan data Isohyet hujan

Hasil perhitungan debit banjir menggunakan data hujan (*areal rainfall* dan *point rainfall*) dan debit banjir menggunakan data debit banjir AWLR seperti yang disajikan pada **Tabel 8**, menunjukkan adanya perbedaan besaran debit. Secara grafis, seperti yang ditunjukkan **Gambar 6**, menunjukkan suatu kecenderungan (*trend*) yang hampir sama. Dengan mengasumsikan bahwa debit banjir rencana dari data AWLR sebagai data banjir yang representatif, maka dapat ditentukan tingkat kesalahan (*error*) yang dihasilkan dalam memprediksi debit banjir rencana menggunakan data hujan (lihat **Tabel 8**). Dari Tabel 8 tersebut dapat dilihat bahwa prediksi banjir rencana menggunakan data hujan berdasarkan isohyet hujan memiliki tingkat kesalahan maksimum sebesar 0,96% untuk kala ulang 2 s.d 25 tahun lebih kecil dibanding dengan menggunakan data hujan dari masing-masing stasiun hujan terdekat (*point rainfall*). Berdasarkan hal tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa prediksi debit banjir rencana menggunakan data isohyet hujan lebih baik daripada menggunakan data hujan titik (*point rainfall*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dia atas dapat diambil beberapa kesimpulan sbb :

1. Uji Smirnov-Kolmogorov dan uji Chi-Square yang dilakukan terhadap sebaran data prediksi hujan dan banjir menggunakan agihan Gumbel menghasilkan lebih dari 95% data memenuhi syarat uji statistik yang ditetapkan,
2. Grafik empirik debit banjir rencana menggunakan data hujan memiliki kecenderungan (*trend line*) yang sama dengan grafik empirik debit banjir rencana menggunakan data AWLR.
3. Prediksi debit banjir rencana menggunakan data isohyet hujan (*areal rainfall*) lebih baik daripada menggunakan data hujan titik (*point rainfall*), sebab memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil (sekitar 0,96% untuk kala ulang 2 s.d. 25 tahun) terhadap debit banjir rencana menggunakan data banjir AWLR.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian UNRI atas dana penelitian yang telah diberikan melalui dana bersaing rutin SPP/DPP Universitas Riau Tahun Anggaran 2006, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Hasmar, H, 2002, *Drainase Perkotaan*, Yogyakarta : UII Press.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Ryadi, S., 2003**,** *Kerapatan Jaringan pada 4 (empat) sungai besar d Riau dengan Metode Kagan*, Skripsi Jurusan Teknik Sipil FT UNRI, Pekanbaru : UNRI

Soemarto, CD, 1987, *Hidrologi Teknik*, Surabaya : Usaha Nasional

Sri Harto, 2001, *Analisis Hidrologi*, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama

Sri Harto, 1988, *Identifikasi Sumber Kesalahan Dalam Analisis Data Hujan*, Proceeding PIT V HATHI, Malang : HATHI

Yunizar, 2003, *Pengaruh Jenis Uji Kecocokan pada Pemilihan Distribusi Frekuensi Hujan Harian Maksimum Tahunan di Propinsi Riau*, Skripsi Jurusan Teknik Sipil FT-UNRI, Pekanbaru : UNRI

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/