

Teknosia

Jurnal Ilmiah Bidang Sains - Teknologi
Murni Disiplin dan Antar Disiplin

ISSN No. : 1978 - 8819

Vol. I, No. 10, Tahun VI, Maret 2012

- Pengaruh Penambahan Belerang dalam Hotmix Jenis AC-BC terhadap Karakteristik Marshall 1
Oleh *Samsul Bahri, Teknik Sipil, UNIB*

- Pengaruh Penggantian (Retrofit) Refrigeran Halokarbon (R22) Menjadi Refrigeran Hidrokarbon (Hrc22) yang Ramah Lingkungan terhadap Massa Refrigeran Optimum Mesin Pendingin Kompresi Uap 11
Oleh *Afdhal Karniawan Mainil, Teknik Mesin UNIB*

- Perbandingan Metode Simple Hill Climbing dan Steepest-Ascent Hill Climbing pada Solusi Travelling Salesman Problem (TS) (Studi Kasus : Pendistribusian Obat Publik dan Perbekalan Kesehatan di UPTD Farmasi Kota Bengkulu) 18
Oleh *Septina Libra Sandi, Boko Susilo, dan Ernawati, Teknik Informatika UNIB*

- Differential Steering on Humanoid Robot using Fuzzy Logic Controller 30
Oleh *Faisal Hadi, Teknik Elektro UNIB*

- Analisis Curah Hujan untuk Pendugaan Debit Puncak dengan Metode Melchior pada Sub-Das Bengkulu Hilir Sungai Air Bengkulu 30
Oleh *Yosi Indarti, Khairul Anri dan Marwardi, Teknik Sipil UNIB*

- Menggali Kearifan Lokal Masyarakat dalam Membangun Rumah Tahan Gempa Berdasarkan Kebiasaan Masyarakat Membangun Rumah di Kota Bengkulu 42
Oleh *Fepy Supriani, Teknik Sipil UNIB*

- Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Puncak (Peak Discharge) Dengan Metode Rasional Melchior Pada Sub-Das Rindu Hati Bengkulu Tengah 60
Oleh *Fakhrul Alfarisy dan Khairul Anri, Teknik SIPIL UNIB*

- Pembuatan dan Pengujian Alat Pengatur Otomatis (Governor) 72
Oleh *Erinofardi, Teknik Mesin UNIB*

Diterbitkan Oleh :

Fakultas Teknik - Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123

Telp. : (0736) 21170, 344067 Fax. : (0736) 22105 E-mail: teknosia@yahoo.com

ANALISIS CURAH HUJAN UNTUK PENDUGAAN DEBIT PUNCAK (PEAK DISCHARGE) DENGAN METODE RASIONAL MELCHIOR PADA SUB-DAS RINDU HATI BENGKULU TENGAH

Fakhrul Alfurisy dan Khairul Amri
Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu
Jln. Raya Kandang Limun Bengkulu 38371
Email : donga_khairul@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to determine the distribution patterns of rain and re-design for various time periods to obtain the estimated peak discharge plan of Sub-DAS Rindu Hati. Test the suitability of the distribution used the method of Chi-Square and Kolmogorov-Smirnov test. Peak discharge are calculated based on the design using the Rational Rain Melchior. Normal distribution pattern giving the smallest value in a test skewness fit Chi-Square is 0.1624 and Smirnov test Kolmogorof amounting to 0.175 so that the pattern of distribution used is the normal distribution pattern. Normal distribution pattern shows rainfall re-design for the stage 2, 5, 10, 20, 50, 100 years by 167.32 mm; 246.63 mm; 288.18 mm; 322.17 mm; 360.88 mm ; 387.32 mm and peak discharge design of Sub-DAS succession that m^3/dtk 562.245; 913.177 m^3/dtk ; m^3/dtk 1109.346; 1275.253 m^3/dtk ; 1469.593 and 1605.378 m^3/dtk m^3/dtk . Increased peak discharge also indicated a change in land use in Sub-DAS administratif Rindu Hati as a protected area.

Keyword : rainfall, peak discharge, Rational Melchior

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah aliran sungai (DAS) secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (*outlet*) (Marwah dalam Saputro, 2004). Sedangkan Sub-DAS adalah bagian DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke surgai utama. DAS dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir, dimana daerah hulu merupakan daerah konservasi. Pengelolaan DAS bagian hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan bagian DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi

tata air, oleh karenanya perencanaan DAS hulu menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS (Sucipto, 2008).

Sub-DAS Rindu Hati merupakan salah satu dari tiga Sub-DAS dalam DAS Bengkulu yang terletak di hulu Sungai Bengkulu. Secara geografis Sub-DAS Rindu Hati terletak pada posisi $3^{\circ}58' - 3^{\circ}85'$ LS dan $102^{\circ}23' - 102^{\circ}60'$ LS. Berdasarkan data dari Balai Pengelolaan DAS (BPDAS) Ketahun, Sub-DAS Rindu Hati mencakup area seluas 19.207,58 ha. Panjang aliran Sub-DAS Rindu Hati mencapai 19,43 km. Keadaan topografi Sub-DAS Rindu Hati pada bagian hulu merupakan daerah pegunungan. Dimana pegunungan ini merupakan bagian dari pegunungan Bukit Barisan yang dibentuk oleh kemiringan lereng lebih dari 45% dan memiliki tinggi lebih dari 500 m dari permukaan laut.

Berdasarkan klasifikasi iklim menurut Schmidt-Ferguson, iklim di Sub-DAS Rindu Hati tergolong iklim tipe A (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Ketahun dalam Andriansyah, 2011). Hal ini mengindikasikan bahwa daerah ini memiliki curah hujan (presipitasi) yang tinggi (3.500 – 4.500 mm/tahun).

Seiring dengan meningkatnya aktivitas penduduk di daerah hulu menyebabkan kebutuhan terhadap lahan semakin besar yang berarti perubahan tata guna lahan di Sub-DAS Rindu Hati. Berdasarkan klasifikasi penggunaan lahan oleh Kementerian Kehutanan tahun 1992, area seluas 4.284 ha di Desa Rindu Hati akan dialokasikan untuk Hutan Lindung dan sekitar 88 ha sebagai Hutan Produksi Terbatas (HPT). Namun, dari data pemetaan yang dikumpulkan mengindikasikan tutupan berhutan hanya sekitar 260 ha (lahan yang tidak ditanami masyarakat), yang berarti 94% area berhutan ini tidak memenuhi klasifikasi tutupan lahan seperti layaknya (Andriansyah, 2011). Perubahan tata guna lahan ini mengakibatkan kemampuan lahan sebagai resapan air dan berinfiltrasi menjadi berkurang sehingga air hujan sebagian besar menjadi limpasan permukaan (*surface run-off*). Limpasan hujan yang jatuh di daerah hulu akan langsung masuk ke sungai yang dapat menyebabkan debit sungai meningkat (Triatmodjo, 2010). Apabila debit sungai lebih besar dari kapasitas sungai untuk mengalirkan debit maka akan terjadi luapan pada tebing sungai sehingga

terjadi banjir.

Peristiwa banjir terjadi pada suatu titik dimana muka air berada pada ketinggian maksimum atau debit puncak (*peak discharge*). Debit puncak umumnya terjadi pada musim penghujan. Bangunan pelindung sungai yang dibangun di daerah hilir tidak mampu untuk mengatasi limpasan akibat aliran dari hulu sungai Rindu Hati. Maka dari itu, untuk memecahkan permasalahan di Sub-DAS Rindu Hati ini, perlu dilakukan perkiraan debit puncak untuk menentukan ketinggian muka air maksimum berdasarkan analisis curah hujan.

Metode rasional Melchior adalah salah satu aplikasi ilmu teknik dalam bidang hidrologi. Metode rasional Melchior digunakan untuk analisis debit berdasarkan curah hujan suatu kawasan DAS yang lebih besar dari 10.000 ha. Metode ini menggunakan ilmu statistik dalam pemecahan permasalahannya dan analisis frekuensi untuk memperkirakan frekuensi suatu kejadian dalam hal ini yaitu curah hujan pada masa lalu dan masa yang akan datang sehingga dapat digunakan untuk menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritis dengan hujan secara empiris. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu (Suripin, 2004).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian

tersebut, rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Pola distribusi apa yang tepat untuk analisis curah hujan pada Sub-DAS Rindu Hati.
2. Berapakah hujan rancangan Sub-DAS Rindu Hati untuk berbagai periode ulang tahun berdasarkan analisis frekuensi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui pola distribusi yang tepat untuk analisis curah hujan pada Sub-DAS Rindu Hati.
2. Untuk mengetahui hujan rancangan Sub-DAS Rindu Hati di berbagai periode ulang berdasarkan pendugaan hujan di masa lampau dengan analisis statistik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan menggunakan data sekunder dan peta melalui analisis statistik.

2.1 Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan curah hujan harian maksimum untuk tiap-tiap tahun.
2. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari kecil ke besar yaitu:

a) Mean \bar{X}

b) Standard Deviation S

c) Coefisient of Variation Cv

d) Coefisient of Skewness Cs

e) Coefisien of Kurtosis Ck

3. Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik yang ada.
4. Melakukan pengujian *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov* untuk mengetahui apakah distribusi yang dipilih sudah tepat.
5. Dari jenis distribusi yang terpilih dapat dihitung besaran hujan rancangan dengan kala ulang tertentu.
6. Menentukan intensitas curah hujan harian dengan metode *Mononobe* dalam kala ulang tertentu.
7. Penggambaran lengkung identitas curah hujan harian dengan kala ulang tertentu pada kurva *IDF (Intensity-Duration-Frequency)*.
8. Menentukan waktu konsentrasi.
9. Menentukan intensitas curah hujan dengan kala ulang tertentu berdasarkan waktu konsentrasi.
10. Menentukan koefisien limpasan berdasar nilai koefisien limpasan tiap-tiap fungsi lahan.
11. Menghitung debit puncak.

2.3 Pengolahan Data

1. Untuk pengolahan data dilakukan penentuan parameter statistik dari data curah hujan maksimum. Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut:

a) Dihitung nilai mean \bar{X}

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

b) Dihitung standar deviasi S

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{1/2}$$

c) Dihitung koefisien varians

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}}$$

d) Dihitung *Coefficient of Skewness Cs*

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

e) Dihitung *Coefficient of Kurtosis Ck*

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4}$$

2. Penentuan pola distribusi yang tepat diantara distribusi Gumbel, distribusi Log Normal, distribusi Log Pearson Tipe III dan distribusi Normal.

3. Dilakukan pengujian distribusi dengan uji *Chi-Square* dan Smirnov-Kolmogorov.

a. Uji *Chi-Square*

Adapun prosedur uji *Chi-Square* adalah:

1) Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).

2) Kelompokkan data menjadi beberapa *K sub-group* (interval kelas).

3) Ditentukan frekuensi pengamatan sebesar *O_f* dan frekuensi yang diharapkan sebesar *E_f* untuk tiap-tiap *sub-group*.

4) Dihitung besarnya frekuensi untuk masing-masing *sub-group* minimal 5 dengan menggunakan tabel kurva normal.

5) Pada tiap *sub-group* hitung nilai $(O_f - E_f)^2$ dan $\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$

6) Jumlah seluruh *N sub-group* nilai untuk menentukan nilai *Chi-Square* dihitung.

7) Menentukan derajat kebebasan $DK = K - (\alpha + 1)$

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

1) Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima.

2) Apabila peluang kurang dari 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.

3) Apabila peluang berada diantara 1% - 5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan.

b. Uji Smirnov-Kolmogorov:

Prosedur pelaksanaannya adalah:

1) Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut $X_i = P(X_i)$.

2) Urutkan masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusi) $X_i = P^*(X_i)$

3) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis. $D_{maks} = \text{maksimum } (P(X_i) - P^*(X_i))$.

4) Berdasarkan tabel nilai D_{krit} (*Smirnov-Kolmogorov test*), tentukan harga D_{krit} . Bila nilai D dan jumlah data yang tersedia pada tabel nilai D_{krit} sesuai, maka distribusi yang dipilih telah tepat.

4. Penentuan intensitas curah hujan harian dalam kala ulang tertentu dengan metode Mononobe:

5. Penentuan debit puncak dengan prosedur sebagai berikut:

a. Lukis elips yang mengelilingi *catchment area*, dengan sumbu

- panjang a 1.5 kali sumbu pendek b dan kemudian dihitung luasnya atau :
- Tentukan besarnya curah hujan sehari untuk periode ulang rencana yang dipilih.
 - Tentukan a untuk daerah aliran menurut Tabel 2.2.
 - Hitunglah A, F, L dan I untuk daerah aliran tersebut
 - Buatlah perkiraan harga pertama waktu konsentrasi T_0 .
 - Ambil harga $T_c = T_0$ untuk β qno dari Gambar 2.5 dan hitunglah $Q_0 = a \beta qno A$.
 - Hitunglah waktu konsentrasi T_c untuk Q_0 dengan persamaan 2.19.
 - Ulangi lagi langkah – langkah d dan e untuk harga T_0 baru yang sama

dengan T_c sampai aktu konsentrasi yang sudah diperkirakan dan dihitung mempunyai harga yang sama Hitunglah debit puncak untuk harga akhir T .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Curah Hujan Maksimum Harian

Analisis data curah hujan maksimum harian dilakukan untuk memprediksi frekuensi curah hujan maksimum. Analisis ini dilakukan dengan mengambil besaran hujan maksimum tiap tahun dari data curah hujan masa lampau dengan panjang data 32 tahun. Semakin panjang data yang diolah, maka semakin kecil penyimpangan yang terjadi. Semakin pendek data, maka semakin besar penyimpangan hasil data yang diperoleh (Suripin, 2004).

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Harian Periode 1987-2010 di Stasiun Bajak, Bengkulu Tengah dengan *Partial Series*

No	Tahun Pengamatan	Rmax (mm)	No	Tahun Pengamatan	Rmax (mm)
1	2006	450.00	17	1997	127.00
2	1993	407.00	18	1989	123.60
3	1995	371.00	19	2000	122.20
4	1987	304.00	20	2002	122.20
5	1988	219.60	21	2001	115.00
6	1980	218.30	22	1983	113.40
7	1979	210.00	23	2004	110.30
8	1998	208.50	24	2007	109.20
9	1982	191.00	25	2005	105.50
10	1984	172.50	26	2010	95.20
11	1990	169.50	27	2009	94.60
12	1985	159.30	28	2003	94.00
13	1986	159.30	29	1991	87.90
14	2008	153.70	30	1992	85.00
15	1981	145.00	31	1999	79.00
16	1996	135.50	32	1994	78.10

Sumber : BWS Sumatera VIII, 2010

Tabel 2. Hasil Perhitungan Parameter Statistik

No	Parameter Statistik	Hasil Perhitungan
1	Mean (rerata)	167,32
2	Simpangan baku	94,42
3	Koefisien <i>varians</i>	0,56
4	Koefisien <i>skewness</i>	1,75
5	Koefisien kurtosis	1,94

Tabel 3. Penentuan Jenis Pola Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

No	Distribusi	Hasil Perhitungan
1	Normal	1,75 ≠ 0 1,94 ≠ 3
2	Log Normal	1,75 ≠ 1,88 1,94 ≠ 3,46
3	Gumbel	1,75 ≠ 1,14 5,4 ≠ 1,94
4	Log Pearson III	

Tabel 4. Hasil Uji *Chi-Square* untuk Tiap Distribusi

No.	Jenis Distribusi	χ^2
1	Distribusi Normal	0,1625
2	Distribusi Log-Normal	0,1625
3	Distribusi Gumbel	0,1625
4	Distribusi Log-Pearson III	0,1625

Tabel 5. Tabel Perbandingan Δ_{maks} hitung dan Δ_{tabel}

No.	Jenis Distribusi	Δ_{maks}	Δ_{tabel}
1	Distribusi Normal	0,175	0,234
2	Distribusi Log-Normal	1,4064	0,234
3	Distribusi Gumbel	1,17	0,234
4	Distribusi Log-Pearson III	5,82	0,234

Setelah didapatkan besaran hujan maksimum tiap tahunnya melalui stasiun penakar hujan di Sub-DAS Rindu Hati, maka besaran data tersebut diurutkan. Metode pengurutan data bisa dilakukan dengan pengurutan data besar ke kecil atau sebaliknya. Metode pengurutan data pada penelitian ini berdasarkan data yang terbesar dari curah hujan maksimum sampai curah hujan terkecil. Analisis data besaran curah

hujan maksimum harian pada 32 tahun terakhir yang telah diurutkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan penyortiran data, curah hujan maksimum harian tertinggi pada Sub-DAS Rindu Hati sebesar 450 mm/hari, terjadi pada tahun 2006 dan curah hujan terendah sebesar 78,10 mm/hari yang terjadi pada tahun 1994.

3.2 Analisis Frekuensi untuk Penentuan Pola Distribusi Hujan

Besarnya kejadian ekstrim mempunyai hubungan terbalik dengan probabilitas kejadian. Frekuensi kejadian debit banjir besar adalah lebih kecil dibanding dengan frekuensi debit banjir sedang dan kecil. Hasil pengolahan parameter statistik tersaji pada Tabel 2.

Hasil perhitungan parameter statistik kemudian dibandingkan dengan sifat-sifat khas keempat distribusi. Perbandingan hasil perhitungan parameter statistik dan persyaratan jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, hipotesis awal untuk jenis distribusi yang tepat terhadap pola distribusi hujan Sub-DAS Rindu Hati adalah Log Pearson III. Hal ini ditunjukkan oleh nilai parameter statistik yang tidak mengikuti pola ketiga distribusi lainnya berdasarkan sifat-sifat khas distribusi. Pola distribusi kemudian diuji kembali dengan uji kecocokan (*goodness of fit*) karena perbedaan yang tidak terlalu besar dari hasil perhitungan parameter statistik

3.1 Uji Kesesuaian Distribusi (*Goodness of Fit*)

Uji kesesuaian distribusi atau uji kecocokan (*goodness of fit*) pada dasarnya adalah sebuah metode untuk menguji parameter distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut (Suripin, 2004). Kesalahan dalam penentuan jenis distribusi dapat menyebabkan kesalahan perkiraan yang cukup besar baik *over estimate* maupun *under estimate* dan mempengaruhi perencanaan, dalam hal ini pada Sub-DAS Rindu Hati. Uji kecocokan yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji *Chi-Square* dan Smirnov-Kolmogorov Uji *Chi-Square*.

3.3.1 Uji Kecocokan *Chi-Square*

Pengambilan keputusan uji *Chi-Square* menggunakan parameter χ^2 dan DK (derajat kebebasan), dimana parameter χ^2 merupakan variabel acak. Nilai parameter χ^2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai χ^2_{α} (*Chi-Square* kritik) atau $\chi^2 < \chi^2_{\alpha}$. Nilai dari parameter χ^2 yaitu berdasarkan perhitungan secara matematis sedangkan nilai dari *Chi-Square* kritik berdasarkan tabel nilai *Chi-Square* kritik. Nilai dari *Chi-Square* kritik diambil berdasarkan hubungan DK dan derajat nyata tertentu, yang sering diambil 5% (Triatmodjo, 2010). Keputusan sebuah distribusi memenuhi uji *Chi-Square* yaitu jika χ^2 hitung lebih besar dari 5%. Berdasarkan tabel nilai *Chi-Square* kritik dengan DK = 2

dan $\chi^2 = 0,05$, diperoleh nilai parameter *Chi-Square* kritik yaitu 5,991.. Hasil dari perhitungan *Chi-Square* (χ^2) untuk masing-masing distribusi diberikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh nilai *Chi-Square* hitung masing-masing distribusi. Hasil dari perhitungan nilai *Chi-Square* hitung dengan nilai *Chi-Square* kritik untuk keempat jenis distribusi kemudian dibandingkan. Pada pengolahan ini, dapat terlihat untuk keempat jenis distribusi $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{\alpha}$ sehingga keempat jenis distribusi frekuensi hasil observasi telah sesuai (*fit*) dengan distribusi teoritis tertentu (diharapkan) atau H_0 dapat diterima. Interpretasi dari hasil perhitungan *Chi-Square* keempat jenis distribusi yaitu 16,25% atau lebih dari 5%, maka dilakukan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov.

3.3.2 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004). Uji kecocokan ini membandingkan antara jarak penyimpangan terbesar keempat jenis distribusi Δ_{maks} , dengan jarak penyimpangan kritik Δ_{kritik} . Nilai Δ_{maks} harus lebih kecil dari Δ_{kritik} . Berdasarkan Tabel Δ_{kritik} dengan jumlah data $N = 32$ dan derajat kepercayaan $\alpha = 0,05$, didapat Δ_{kritik} yaitu 0,234. Distribusi terbaik adalah yang memberikan nilai Δ_{maks} terkecil (Triatmodjo, 2010). Perbandingan Δ_{maks} hasil perhitungan dan Δ_{kritik} untuk keempat jenis distribusi,

disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 memberikan gambaran bahwa jenis distribusi yang paling memenuhi syarat pada uji Smirnov-Kolmogorov yaitu distribusi normal, karena " $\alpha_{maks} < \alpha_{kritis}$ ". Distribusi normal juga memberikan jarak penyimpangan terkecil sehingga dapat disimpulkan dari kedua uji tersebut, data hujan Stasiun Bajak – Bengkulu Tengah mengikuti distribusi normal.

3.1 Curah Hujan Rencana untuk Berbagai Kala Ulang (Return Period)

Perencanaan bangunan air didasarkan pada debit banjir rencana yang diperoleh dari analisis hujan rencana. Berdasarkan analisis frekuensi, diketahui curah hujan di Sub-DAS Rindu Hati mengikuti pola distribusi normal. Curah hujan rencana kemudian dihitung untuk kala ulang (*return period*) tertentu sebagai bagian dari umur perencanaan bangunan air. Kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui (Suripin, 2004). Pengertian ini bukan berarti kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Kala ulang (*return period*) yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada periode 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun.

Berdasarkan asas distribusi normal, curah hujan pada kala ulang tertentu $X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$. Nilai \bar{X} adalah nilai rata-rata hitung variat dan S sebagai deviasi standar dari nilai variat. K_T merupakan ketetapan faktor frekuensi, fungsi dari peluang yang

digunakan pada analisis peluang. Nilai K_T untuk distribusi normal yaitu nilai variabel reduksi Gauss (*variable reduced Gauss*). Nilai koefisien Gauss untuk kala ulang pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	K_T
2	0,5	0
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64
50	0,02	2,05
100	0,01	2,33

Berdasarkan Tabel 5 untuk nilai K_T , kemudian diperoleh harga untuk setiap hujan rencana pada kala ulang tersebut. Hasil dari perhitungan hujan rencana, diberikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Rencana untuk Kala Ulang

Periode Ulang, T (tahun)	R_T (mm/det)
2	167,32
5	246,63
10	288,18
20	322,17
50	360,88
100	387,32

3.4 Analisis Debit Puncak (Peak Discharge)

3.4.1 Koefisien Aliran Permukaan

Limpasan merupakan bagian curah hujan yang memuat aliran ke arah saluran, sungai-sungai, danau atau laut sebagai aliran permukaan atau aliran bawah tanah. Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan C , yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini

merupakan indikator untuk menentukan kondisi fisik Sub-DAS Rindu Hati, dimana nilai C berkisar antara 0 sampai 1. Nilai C mendekati 0 berarti Sub-DAS atau DAS tersebut belum mengalami degradasi lahan/kerusakan, sebaliknya jika C mendekati 1 maka dapat diartikan telah terjadi degradasi lahan.

Berdasarkan data dari BPDAS Ketahun 2011, tutupan lahan yang paling dominan di Sub-DAS Rindu Hati adalah pertanian lahan kering sebesar 88,17%. Persentase tutupan berupa hutan primer dan hutan sekunder masing-masing sebesar 2,48% dan 6,13%. Jenis tutupan lahan di Sub-DAS Rindu Hati dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 8. Jenis Tutupan Lahan Sub DAS Rindu Hati

No.	Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Tubuh Air	32,82	0,17
2	Hutan Primer	475,55	2,48
3	Hutan Sekunder	1.176,80	6,13
4	Pertanian Lahan Kering	16.935,07	88,17
5	Pemukiman	587,76	3,06
	Total Lahan	19.208,00	100,00

Sumber : BPDAS Ketahun Provinsi Bengkulu, 201

Sub-DAS Rindu Hati terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah nilai koefisien rata-rata Sub-DAS. Tiap luasan masing-masing jenis tutupan lahan dari Tabel 8 dikalikan dengan nilai koefisien limpasan kemudian dibagi dengan luasan total Sub-DAS, dalam hal ini luas total Sub-DAS Rindu Hati sebesar 19.208 ha.

Berdasarkan Tabel 8 dan dengan menggunakan persamaan perhitungan koefisien limpasan, diperoleh nilai koefisien aliran Sub-DAS Rindu Hati yaitu sebesar 0,347. Nilai koefisien aliran ini telah jauh berbeda dengan 9 tahun terakhir. Menurut Saputro (2004), koefisien aliran Sub-DAS pada tahun 2002 yaitu sebesar 0,29004, sehingga dapat disimpulkan telah terjadi perubahan tata guna lahan di Sub-DAS Rindu Hati. Perubahan tata guna lahan yang terjadi di Sub-DAS Rindu Hati secara langsung mempengaruhi debit puncak (banjir) yang terjadi pada Sub-DAS Rindu Hati sehingga perlu dilakukan konservasi lahan di wilayah ini karena perannya yang vital terhadap keberlangsungan siklus air di Provinsi Bengkulu.

3.4.2 Debit Puncak

Perhitungan debit puncak digunakan untuk memperkirakan laju aliran permukaan maksimum di Sub-DAS. Perhitungan debit puncak didasarkan atas curah hujan rencana pada kala ulang tertentu berdasarkan kala ulang tertentu. Perhitungan ini diperlukan dalam menganalisis kelayakan dan perencanaan bangunan sungai.

Metode Rasional Melchior merupakan modifikasi dari Metode Rasional yang penggunaannya hanya terbatas untuk DAS < 81 ha sedangkan Sub-DAS memiliki luas 19.208 ha atau lebih dari $\geq 100 \text{ km}^2$. Perhitungan debit puncak untuk Sub-DAS lebih dari $\geq 100 \text{ km}^2$ menggunakan metode Rasional yang telah dikembangkan yaitu

metode Rasional Melchior. Metode Rasional Melchior menetapkan hubungan empiris untuk a, b dan q. Waktu konsentrasi (periode dari mulanya turun hujan sampai terjadinya debit puncak) diambil sebagai fungsi debit puncak, panjang sungai dan kemiringan rata-rata sungai. Nilai a dan b merupakan hasil dari penggambaran elips dari peta Sub-DAS dengan skala tertentu. Penelitian ini menggunakan gambar Sub-DAS berdasarkan peta GIS dari BPDAS Ketahun yang diukur dengan skala 1 : 200.000. Nilai a dan b yang diperoleh yaitu 23,192 km dan 15,552 km. Nilai a dan b kemudian digunakan pada perhitungan debit puncak. Hasil perhitungan debit puncak dengan metode Rasional Melchior untuk berbagai kala ulang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Debit Puncak dengan Metode Rasional Melchior untuk Berbagai Kala Ulang

No	Kala Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)	Debit Puncak, Q_p (m^3/dtk)
1	2	167,32	562,245
2	5	246,63	913,177
3	10	288,18	1109,346
4	20	322,17	1275,253
5	50	360,88	1469,593
6	100	387,32	1605,378

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Rasional Melchior pada Tabel 9, akan terjadi peningkatan debit Sub-DAS Rindu Hati untuk tiap kala ulang (*return periode*). Debit pada kala ulang 2 tahun, Q_2 yaitu 562,245 m^3/dtk ; kala ulang 5 tahun, Q_5 yaitu 913,177 m^3/dtk ; kala ulang 10 tahun, Q_{10} yaitu 1109,346 m^3/dtk ; kala ulang 20 tahun, Q_{20} yaitu 1275,253 m^3/dtk ; kala ulang 50 tahun, Q_{50}

yaitu 1469,593 m^3/dtk dan kala ulang 100 tahun yaitu 1605,378 m^3/dtk saat waktu konsentrasi T_c , luas sub-DAS A, dan curah hujan rencana R_n .

Hasil perhitungan debit puncak dapat mendefinisikan kemampuan bangunan pelindung sungai di hilir sungai untuk dapat menerima limpasan dari hulu sungai. Peningkatan debit puncak juga mengindikasikan terjadinya perubahan tata guna lahan di Sub-DAS Rindu Hati yang secara administratif adalah daerah yang dilindungi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pola distribusi untuk analisis curah hujan di Sub-DAS Rindu Hati Bengkulu Tengah mengikuti pola distribusi normal. Pola distribusi normal memberikan nilai kemencengan terkecil pada uji kecocokan *Chi-Square* yaitu 0,1624 dan uji Smirnov-Kolmogorof yaitu sebesar 0,175.
2. Berdasarkan pola distribusi curah hujan di Sub-DAS Rindu Hati Bengkulu Tengah, dapat diketahui hujan rancangan untuk berbagai kala ulang (*return period*) 2, 5, 10, 20, 50, 100 tahun yaitu sebesar 167,32 mm untuk kala ulang 2 tahun; 246,63 mm untuk kala ulang 5 tahun; 288,18 mm untuk kala ulang 10 tahun; 322,17 mm untuk kala ulang 20

tahun; 360,88 mm untuk kala ulang 50 tahun dan 387,32 mm untuk kala ulang 100 tahun.

3. Debit puncak berdasarkan metode Rasional Melchior untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100 berturut-turut yaitu 562,245 m³/dtk; 913,177 m³/dtk; 1109,346 m³/dtk; 1275,253 m³/dtk; 1469,593 m³/dtk dan 1605,378 m³/dtk.

4.2 Saran

Saran adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan yang dipergunakan dalam perhitungan disarankan lebih panjang. Hal ini dikarenakan semakin panjang tahun data yang digunakan akan menghasilkan kemencengan yang lebih kecil terhadap perhitungan.
2. Hendaknya perhitungan curah hujan menggunakan stasiun pengamatan lebih dari dua titik dengan cara perhitungan polygon Thiessen, sehingga diperoleh data yang lebih tepat.
3. Pengembangan daerah di daerah Sub-DAS Rindu Hati hendaknya memperhatikan tindakan konservasi tanah dan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriansyah, O., dan Mustikasari, R., 2011, **Gambaran Umum Permasalahan Pengelolaan Air DAS Air Bengkulu**, Telapak, Bengkulu.
- [2] Ansar, M., 2006, **Metode Rasional**, Universitas Semarang, Semarang.
- [3] Danapriatna, N., dan Setiawan, R., 2005, **Pengantar Statistika**. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Eripin, I., 2005, **Dampak Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit Sungai di Daerah Pengaliran Sungai Cipinang**.
- [5] Fakhruddin M., 2003, **Kajian Respon Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan DAS Ciliwung dengan Model Sedimot II**, IPB, Bogor.
- [6] Febrianti N., 2002, **Penerapan Metode Mock dan Analisis Frekuensi untuk Menghitung Debit Andalan di DAS Kuranji**, Balai Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan, Padang.
- [7] Girsang, F., 2008, **Analisis Curah Hujan**, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- [8] Gunawan, T., 1991, **Penerapan Teknik Penginderaan Jarak Jauh untuk Menduga Debit Puncak menggunakan karakteristik Lingkungan Fisik DAS, Studi Kasus di DAS Bengawan Solo Hulu, Jawa Tengah**. IPB-Press, Bogor.
- [9] Hardiana D., 1999, **Simulasi Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Perubahan Limpasan Air Permukaan Sub DAS Cipamingkis di Kawasan Jonggol**, ITB, Bandung.
- [10] Harto S.B., 1993, **Analisis Hidrologi**, PT Gramedia, Jakarta.
- [11] Hartono, 2004, **Statistik untuk Penelitian**,

Pustaka Pelajar Offset, Yogyakarta.

- [12] Hartono, B.S.S., Maleray, N.M., Farda, M. K., 2005, **Analisis Data Penginderaan Jauh dan SIG untuk Studi Sumber Daya Air Permukaan DAS Rawa Biru Merauku Papua**.
- [13] Kadarsah, 2007, **Tiga Pola Curah Hujan Indonesia**. <http://kadarsah.wordpress.com/2007/06/29/tiga-daerah-iklim-indonesia/> 29 Juni 2007].
- [14] Kodocatie, J.R., Syarief, R., 2005, **Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu**, Andi Offset, Yogyakarta.
- [15] Loebis, J., 1992, **Banjir, Beberapa Masalah dan Metode Pengendalian nya dalam Perspektif Lingkungan**, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- [16] Machairiyah, 2007, **Analisis curah hujan**, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- [17] Saputro, B.E., 2004, **Kajian Sedimentasi di Sungai Air Bengkulu dalam Upaya Pengelolaan Daerah Pengaliran Sungai Bengkulu**, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [18] Soemarto, C.D., 1987, **Hidrologi Teknik**, Usaha Nasional, Surabaya.
- [19] Soewarno, 2000, **Hidrologi Operasional**, Citra Aditya Bakti, Bandung.
- [20] Sosrodarsono S., dan Takeda, 1999, **Hidrologi untuk Pengairan**, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [21] Sucipto, 2008, **Kajian Sedimentasi di Sungai Kaligarang dalam Upaya Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kaligarang – Semarang**, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [22] Sudjarwadi, 1987, **Teknik Sumber Daya Air**. UGM-Press, Yogyakarta.
- [23] Supriyan, D., 2011, **Analisis Curah Hujan**, Semarang.
- [24] Suripin, 2004, **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan**, Andi Offset, Yogyakarta.
- [25] Suroso, 2006, **Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai Banjiran**, Universitas Jenderal Soedirman, Jawa Tengah.
- [26] Triatmodjo, B., 2010, **Hidrologi Terapan**, Yogyakarta.
- [27] Waryono, T., 2002, **Bentuk Struktur dan Bio-Fisik Lingkungan Sungai**, Universitas Indonesia, Jakarta.