

## **SISTEM INFORMASI MANAJEMEN HUJAN DAN BANJIR RANCANGAN**

**Habib Ratu Perwira Negara<sup>1</sup>, Syaharuddin<sup>2</sup>, Ripai<sup>3</sup>**

STMIK Bumigora Mataram<sup>1</sup>, Universitas Islam Negeri (UIN) Mataram<sup>2,3</sup>  
Habib.ratu@gmail.com<sup>1</sup> abialmusthafa@yahoo.com<sup>2</sup>, ripai@yahoo.com<sup>3</sup>

### **Abstrak**

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan untuk menghasilkan aplikasi berbasis desktop dalam menciptakan system informasi manajemen hujan dan banjir rancangan yang disebut SIM-HBR. Aplikasi ini dirancang untuk melakukan simulasi prediksi hujan dan banjir yang akan terjadi dalam periode waktu tertentu. Informasi tersebut dapat digunakan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur dan kebijakan lainnya. System kerja SIM-HBR ini adalah mengambil data hidrologi DAS pada database mencakup Luas DAS, Panjang Sungai, Koefisien Aliran, Parameter Tr dan Alpha, Stasiun Berpengaruh dan Koefisien Theisen Stasiun. Kemudian menghitung nilai curah hujan maksimum harian tahunan DAS, validasi data mencakup, homogenitas, konsistensi dan kesamaan jenis (Standar Iso 9001:2008), memeriksa kesesuaian PDF dan CDF empirik VS teoritis mencakup : distribusi normal, lognormal, gamma, loggamma, gumbel, log gumbel, pearson3 dan logpearson3 dengan uji horizontal dan Vertikal menurut statistik Chi-kuadrat dan Kolmogorof, menghitung Hitung Hujan Rancangan dengan berbagai kala ulang menurut distribusi Probabilitas, dan menghitung Debit Rancangan dengan pendekatan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSSN). Sedangkan hasil yang ditampilkan adalah (1) Tabel data hujan harian maksimum tahunan, (2) Tabel uji validasi data curah hujan maksimum harian tahunan, (3) Tabel Hujan Rancangan dan Tabel Banjir Rancangan, (4) Grafik deteksi outlier data curah hujan maksimum harian tahunan, (5) Grafik series data curah hujan maksimum harian tahunan, (6) Grafik dan kriteria kesesuaian PDF dan CDF teoritis dengan empirik data curah hujan maksimum harian tahunan, dan (7) Hidrograf Hujan Rancangan dan Hidrograf Banjir Rancangan.

**Kata Kunci:** *Informasi, Hujan, Banjir, Rancangan, Matlab*

### **I. PENDAHULUAN**

Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan pada daerah datar sekitar sungai sebagai akibat meluapnya air sungai yang tidak mampu ditampung oleh sungai. Selain itu, banjir adalah interaksi antara manusia dengan alam dan sistem alam itu sendiri. Bencana banjir ini merupakan aspek interaksi manusia dengan alam yang timbul dari proses dimana manusia mencoba menggunakan alam yang bermanfaat dan menghindari alam yang merugikan manusia [6]. Bencana alam seperti banjir perlu mendapatkan perhatian khusus, sebab bencana tersebut menelan korban jiwa dan kerugian terbesar (40%) dari seluruh kerugian bencana alam [4]. Banjir sebagai akibat dari meluapnya atau meningkatnya debit sungai telah banyak menimbulkan kerusakan, baik dari kerusakan lingkungan alami maupun lingkungan buatan.

Perubahan kondisi lahan dari waktu ke waktu membuat ancaman terjadinya banjir semakin besar.

Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: 1) Daya tampung sungai makin lama makin kecil akibat pendangkalan. 2) Fluktuasi debit air antara musim penghujan dengan musim kering makin tinggi. 3) Terjadi konversi lahan pertanian dan daerah buffer alami ke lahan non pertanian dengan mengabaikan konservasi sehingga menyebabkan rusaknya daerah tangkapan air (catchment area). 4) Eksploitasi air tanah yang berlebihan menyebabkan lapisan aquifer makin dalam sehingga penetrasi air laut lebih jauh ke darat yang berakibat mengganggu keseimbangan hidrologi [9].

Upaya-upaya untuk mengatasi banjir telah dilakukan antara lain dengan melakukan pengerukan sedimen, merehabilitasi tanggul sungai untuk menambah kapasitas tampung debit sungai, peningkatan kemampuan meresapnya air hujan dari setiap penggunaan lahan baik daerah hulu maupun hilir dan menghindari daerah rawan banjir atau bantaran sungai sebagai tempat pemukiman.

Dalam upaya mengatasi permasalahan akibat terjadinya banjir, ada beberapa cara yaitu salah satunya mengetahui sebab-sebab terjadinya banjir dan daerah sasaran banjir, yang tergantung pada karakteristik klimatologi, hidrologi, dan kondisi fisik wilayah.

Dari hal tersebut di atas Balai Informasi Sumber Daya Air (BISDA) Provinsi NTB melaksanakan Pekerjaan Pengembangan Sistem Informasi Hujan dan Banjir Rancangan. Selain hal tersebut ada beberapa faktor yang mendasari sehingga dilakukannya kegiatan tersebut. Adapun faktor-faktor tersebut adalah:

- a. UU No. 14 Tahun 2008 tentang keterbukaan informasi Publik
- b. PERRES No. 88 Tahun 2012 tentang Sistem Informasi Hidrologi, Hidroklimatologi dan Hidrogeologi (SIH3)
- c. PERMEN PU No. 04/PRT/M/2009 tentang Sistem Manajemen Mutu
- d. Informasi hidrologis Hujan dan Banjir Rancangan sebagai dasar dalam kebijakan Desain infrastruktur ke-PU-an
- e. Balai ISDA belum memiliki sistem penerbitan informasi hujan dan banjir rancangan yang dapat diakses dengan cepat, tepat dan benar
- f. Perlu ada pengembangan Sistem Informasi Hujan dan Banjir Rancangan berbasis Aplikasi Dekstop yang terintegrasi dengan Sistem Jaringan LAN dan WAN yang dapat menerbitkan informasi Hujan dan Banjir Rancangan yang cepat, tepat dan benar.

## **II. METODOLOGI PENELITIAN**

Secara umum metode yang akan digunakan dalam kegiatan pengembangan terdiri dari:

- a. Studi pendahuluan dan pengumpulan data awal
- b. Pengembangan produk awal (prototype)
- c. Simulasi dan validasi produk awal (prototype)
- d. Pengembangan produk akhir (revisi)
- e. Simulasi dan publikasi

Sistem yang akan dikembangkan merupakan suatu sistem informasi yang terintegrasi dengan SIM-HIDRO yang sudah dikembangkan sebelumnya di BISDA yang terkoneksi melalui jaringan WAN dan

LAN. Arsitektur rencana pengembangan ke dalam sistem yang sudah ada seperti gambar berikut:



**Gambar 1.** Desain Rencana Pengembangan SIM-HBR

Secara sederhana, sistem kerja dari SIM-HBR yang akan dirancang disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1** Rencana Pengembangan Algoritma Komputasi

INPUT	Nama DAS
PROSES	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ambil data hidrologis DAS pada data base mencakup: Luas DAS, Panjang Sungai, Koefisien Aliran, Parameter Tr dan Alpha, Stasiun Berpengaruh dan Koefisien Theisen Stasiun</li> <li>2. Hitung nilai curah hujan maksimum harian tahunan DAS</li> <li>3. Periksa validasi data mencakup, homogenitas, konsistensi dan kesamaan jenis (Standar Iso 9001:2008)</li> <li>4. Periksa kesesuaian PDF dan CDF empirik VS teoritis mencakup : distribusi normal, lognormal, gamma, loggamma, gumbel, log gumbel, pearson3 dan logpearson3 dengan uji horizontal dan Vertikal menurut statistik Chi-kuadrat dan Kolmogorof</li> <li>5. Hitung Hujan Rancangan dengan berbagai kala ulang menurut dist. Prob</li> <li>6. Hitung Debit Rancangan dengan pendekatan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSSN)</li> </ol>
OUTPUT	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Tabel data hujan harian maksimum tahunan, Tabel uji validasi data curah hujan maksimum harian tahunan, tabel Hujan Rancangan dan Tabel Banjir Rancangan</li> <li>(2) Grafik deteksi outlier data curah hujan maksimu harian tahunan, Grafik series data curah hujan maksimum harian tahunan, Grafik dan kriteria kesesuai PDF dan CDF teoritis dengan empirik data curah hujan maksimum harian tahunan, Hitograf Hujan Rancangan dan Hidrograf Banjir Rancangan</li> </ol>

Analisa hujan dan banjir rancangan didasari dari besaran curah hujan maksimum harian tahunan dalam suatu DAS. Secara teoritik, prosedur analisa hujan rancangan mencakup, 1). Analisa Hujan DAERAH (DAS), 2). Analisa Distribusi Data, 3). Anlisa Validasi Data, 4) Analisa Hujan Rancangan, 5) Analisa Debit Rancangan.

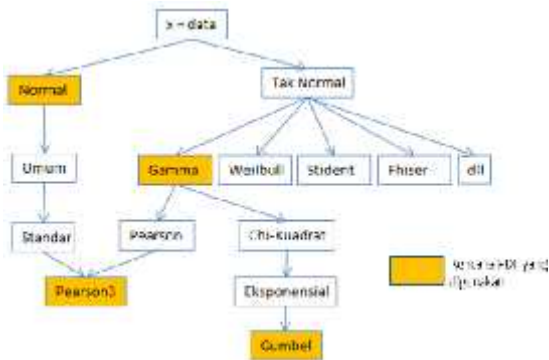
**1. Analisa Hujan Daerah**

Analisis hujan daerah dalam hal ini adalah daerah aliran sungai (DAS) dapat dilakukan dengan beberapa metode. Dalam pengembangan sistem hujan dan banjir rancangan akan menggunakan 2 (dua) metode, yakni dengan metode poligon Theisen dan arimatika aljabar.

**2. Analisis Distribusi Data**

Analisa distribusi data merupakan suatu kegiatan untk menemukan model matematis sebaran data dalam DAS. Model matematis tersebut, merupakan suatu distribusi peluang yang akan digunakan sebagai dasar untk merumuskan besaran hujan rancangan. Secara teoritis distribusi data terbagi menjadi 2 (dua), yakni diskrit dan kontinu. Suatu distribusi disebut

diskrit apabila ruang sampel kejadiannya merupakan humpunan bilangan bulat tak negatif. bilangan real. Karena data curah hujan dinyatakan dalam bilangan real, maka distribusi yang akan digunakan adalah distribusi kontinu. Secara umum, distribusi kontinu dibagi menjadi 2 (dua), yakni distribusi normal dan tak normal. Model distribusi data tang tak normal sangat banyak, akan tetapi secara dalam pengembangan sistem hujan dan banjir rancangan ini akan digunakan beberapa jenis alternatif distribusi yang biasanya digunakan, yakni distribusi gamma, gumbel dan pearson3.



**Gambar 2.** Rencana distribusi teoritis yang akan digunakan

Untuk menentukan jenis distribusi yang akan digunakan, akan dilakukan pengujian distribusi secara horizontal dan vertikal. Uji horizontal merupakan suatu konsep uji dengan membandingkan kecocokan kurva distribusi empiris dengan teoritis dari sisi kiri dan kanan kurva. Sedangkan uji secara vertikal dimaksudkan membandingkan kecocokan titik puncak atau titik balik kurva distribusi empiris dengan teoritis.

**a. Uji Horizontal**

Secara teoritis, kecocokan suatu distribusi ditinjau secara horizontal ditentukan dari nilai PDF (Probability Distribution Function) teoritis dengan empiris. Misalkan  $f_0$  adalah distribusi frekuensi observasi dan  $f_h$  adalah distribusi empiris, maka prosedur uji kesesuaian dilaksanakan dengan cara berikut:

- Step 1. Definisikan series data
- Step 2. Buat interval distribusi data dengan metode Sarrus
  - Hitung banyak data ( $n$ ) dan banyak kelas  $k = \lceil 1 + 3.31 \log n \rceil$
  - Tentukan data minimum dan maksimum
  - Tentukan Rentnag data  $R = (\text{Max} - \text{min})$
  - Tentukan lebar kelas interval  $P = R/k$
  - Buat interval data dari data minimal hingga data maksimal dengan beda (interval) selebar  $P$ .
- Step 3. Hitung banyaknya kejadian hujan dalam tiap interval ( $f_0$ )

Step 4. Hitung nilai peluang kejadian pada interval data  $[x_i, x_{i+1}]$  menurut distribusi teoritis yang dipilih, yakni  $(P(x_i < x < x_{i+1}))$ .

Step 5. Hitung kemungkinan banyaknya kejadian hujan secara teoritis, yakni  $(f_h = n * P(x_i < x < x_{i+1}))$

Step 6. Hitung nilai chi-kuadrat observasi, yakni

$$t_o^2 = \sum \frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h}$$

Step 7. Hitung nilai chi-kuadrat teoritis, yakni nilai  $t_i^2$  sehingga diperoleh  $P(x < t_i^2) = 95\%$  atau  $P(x > t_i^2) = 5\%$

Step 8. Penarikan kesimpulan, disebut sesuai jika  $t_o^2 < t_i^2$

**b. Uji Vertikal**

Analisa hujan dan banjir rancnagan merupakan suatu analisa data ekstrim sehingga memerlukan kecocokan titik ekstrim dari distribusi empiris dengan teoritis. Suatu alat uji yang baik digunakan adalah statistik Kolmogorof Semirnov dengan membandingkan kesesuaian maksimum beda titik ekstrim antara Kumalitfi empiris dengan kumulatif teoritis (CDF). Prosedur uji hipotesisnya kesesuaian distribusi data empiris ekstrim dengan teoritis dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- Step 1. Definisikan series data
- Step 2. Tentukan banyaknya suatu data yang nilainya kurang dari data tersebut, yakni  $n(X < x)$
- Step 3. Hitung Peluang kumulatif dari suatu data, yakni  $P(X < x)$
- Step 4. Hitung Peluang kumulatif suatu data
- Step 5. Hitung beda peluang kumulatif empiris dengan teoritis ( $D_i$ )
- Step 6. Tentukan nilai beda teoritis ( $D_t$ )
- Step 7. Tarik kesimpulan, yakni distribusi sesuai jika  $D_i < D_t$

**3. Analisa Validitas Data**

**1. Uji Parametrik Validasi Data**

Jika data curah hujan terdistribusi normal, maka prosedur uji homogenitas varians dan konsistensi rataan dilakukan dengan uji statistik berikut:

a. Uji Homogenitas Varians

Uji homogenitas varians dari data yang terdistribusi normal diberikan oleh formula statistik Fhiser sebagai berikut:

$$\text{Statistik Observasi : } F_o = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Statistik Teoritis :  $F_t$  sehingga  $P(F < F_t) = 97.5\%$

Derajat kebebasan :  $dk_1 = n_1 - 1$  dan  $dk_2 = n_2 - 1$

Kriteria Homogenitas :  $F_0 < F_t$  jika  $F_0 > 1$  atau  $F_0 > F_t$  jika  $F_0 < 1$

b. Uji Konsistensi Rataan

Formula statistik untuk analisis konsistensi rata-rata dari data yang terdistribusi normal mengikuti statistik student sebagai berikut:

Statistik observasi :

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Statistik teoritis :  $t_t$  sehingga  $P(t < t_t) = 97.5\%$

Derajat Kebebasan :  $dk = n_1 + n_2 - 2$

Kriteria Konsistensi :  $|t_0| < t_t$

2. Uji Non Parametris Validasi Data

Prosedur uji statistik non parametris dilaksanakan dalam uji validasi data apabila data observasi tidak terdistribusi normal. Misalnya terdistribusi gamma, gumbel, logpearson atau lainnya.

a. Uji Homogenitas varians

Formula uji yang digunakan adalah statistik Fhiser dengan parameter sebagai berikut:

$$\text{Statistik observasi : } F_o = \frac{n_1 \times (n_2 - 1) \times S_1^2}{n_2 \times (n_1 - 1) \times S_2^2}$$

Statistik Teoritis :  $F_t$  sehingga  $P(F < F_t) = 97.5\%$

Derajat kebebasan :  $dk_1 = n_1 - 1$  dan  $dk_2 = n_2 - 1$

Kriteria Homogenitas :  $F_0 < F_t$  jika  $F_0 > 1$  atau  $F_0 > F_t$  jika  $F_0 < 1$

b. Uji Konsistensi Rataan

Formula uji konsistensi rata-rata yang digunakan apabila data tidak terdistribusi normal adalah statistik zero (z) yang merupakan statistik transformasi dari distribusi normal dengan

membandingkan selisih media. Uji ini juga sering disebut sebagai uji median atau kesamaan jenis.

Formula uji sebagai berikut:

$$\text{Statistik observasi : } z_o = \frac{\left( n_1 n_2 - n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R \right) - \left( \frac{n_1 n_2}{2} \right)}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

Statistik teoritis :  $Z_t$  sehingga  $P(z < z_t) = 97.5\%$

Kriteria Konsistensi :  $|z_o| < Z_t$

**4. Analisa Hujan Rancangan**

Hujan rancangan merupakan taksiran besaran hujan yang dapat terlapui terjadi dalam suatu periode ulang tertentu. Besaran nilai hujan rancangan ditentukan menurut nilai peluang kejadian menurut suatu Fungsi Distribusi Peluang tertentu.

Misal  $X$  = besaran curah hujan, dan  $f(x)$  adalah suatu fungsi distribusi peluang, maka:

a.  $P(X = x) = f(x)$  merupakan nilai dari peluang kemungkinan terjadinya hujan sebesar  $x$ . Untuk suatu nilai  $f(x)$ , akan terdapat  $T$  sehingga  $P(X=x)T=1$ . Dalam hal ini  $T$  disebut periode ulang sehingga hujan sebesar  $x$  akan dapat terjadi dalam  $T$  tahun.

b.  $P(X < x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx$  merupakan nilai peluang terjadinya hujan yang kurang dari  $x$ . Untuk setiap nilai dari  $P(X < x)$ , akan terdapat bilangan real  $T$  sehingga  $P(X < x)T = 1$ . Dalam hal ini  $T$  disebut periode ulang sehingga hujan sebesar kurang dari  $x$  akan dapat terjadi dalam  $T$  tahun.

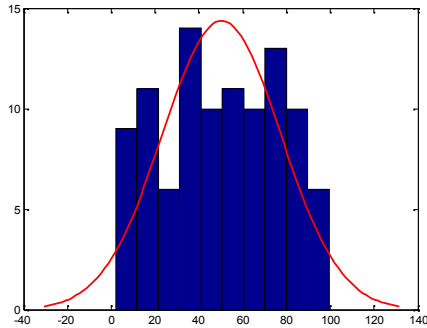
c.  $P(X > x) = \int_x^{\infty} f(x)dx$  merupakan nilai peluang terjadinya hujan yang lebih besar dari  $x$ . Untuk setiap nilai dari  $P(X > x)$ , akan terdapat bilangan real  $T$  sehingga  $P(X > x)T = 1$ . Dalam hal ini  $T$  disebut periode ulang sehingga hujan yang besarnya lebih dari  $x$  akan dapat terjadi dalam  $T$  tahun.

4.1 Hujan rancangan dengan distribusi normal dan log normal

Suatu data  $x$  disebut terdistribusi normal apabila distribusi frekuensi data tersebut memenuhi persamaan Probabilitas distribution Function (PDF) gauss dengan persamaan

$$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad \text{Model kurva}$$

distribusi normal tersebut sebagai berikut:



**Gambar 3.** Distribusi Normal Emperis VS Distribusi Emperis

Jika  $x_T$  adalah curah hujan rancangan dengan periode ulang  $T$  tahun, maka formula matematis dari  $x_T$  diberikan sebagai berikut:

$$x_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, \mu, \sigma\right) \text{ dengan}$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Akan tetapi, jika data curah hujan terdistribusi dengan log normal, maka formula matematis dari  $x_T$  diberikan sebagai berikut:

$$x_T = e^{F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, \mu_{\log x}, \sigma_{\log x}\right)}$$

Untuk keperluan perhitungan dalam pengembangan sistem informasi hujan dan banjir rancangan, formula komputasi matematis yang digunakan dibangun dalam bahasa komputasi MATLAB yang Secara ringkas, formula matematis dan komputasi numeris tersebut diberikan sebagai berikut:

**Tabel 2** Formula matematis dan komputasi hujan rancangan dengan distribusi normal

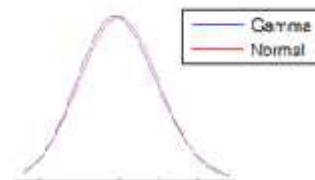
DESIKSIAN	FORMULA	KOMPUTASI
PDF	$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$	$\mu = \text{mean}(x); \sigma = \text{std}(x);$ $F = \text{normpdf}(x, \mu, \sigma);$
CDF	$F(x, \mu, \sigma) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$	$\mu = \text{mean}(x); \sigma = \text{std}(x);$ $F = \text{normcdf}(x, \mu, \sigma);$
Curah Hujan Rancangan (JHR)	$x_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, \mu, \sigma\right)$	Jika $\mu = \text{CH}$ dan $\sigma = \text{Normal}$ , maka $x_T = \text{norminv}(1 - 1/T, \mu, \sigma);$
	$x_T = e^{F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, \mu_{\log x}, \sigma_{\log x}\right)}$	Jika $\mu = \text{logCH}$ dan $\sigma = \text{logNormal}$ , maka $x_T = \text{lognorminv}(1 - 1/T, \mu, \sigma);$

#### 4.2 Curah Hujan Rancangan dengan Distribusi Gamma dan Log Gamma

Distribusi gamma merupakan model hampiran matematis dari distribusi normal. Secara matematis, suatu data series disebut terdistribusi gamma apabila distribusi frekuensi data tersebut dapat memenuhi

$$f(x, a, b) = \frac{1}{b^a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-\frac{x}{b}} \quad \text{Secara grafis,}$$

model kurva distribusi gamma akan menyerupai model distribusi normal.



**Gambar 4.** Model kurva Distribusi Gamma vs Distribusi Normal

Jika  $x_T$  adalah hujan rancangan dengan periode ulang  $T$  tahun, maka nilai  $x_T$  akan diperoleh dengan formula

$$x_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, a, b\right) \text{ dengan}$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{b^a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-\frac{x}{b}} dx$$

Akan tetapi jika, data curah hujan maksimum harian tahunan terdistribusi log gamma, maka formula hujan

$$\text{rancangannya adalah } x_T = e^{F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, a_{\log x}, b_{\log x}\right)}$$

Parameter  $a, b$  dapat diestimasi dengan metode maksimum *Laiklihoot*. Untuk keperluan perhitungan, formula komputasi numeris yang digunakan adalah:

**Tabel 3.** Fomula komputasi hujan rancangan dengan distribusi gamma dan log gamma

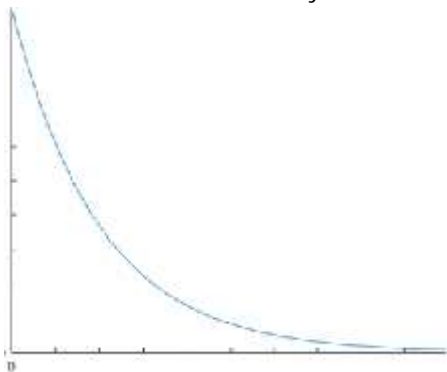
SEBUTAN	FORMULA	KOMPUTASI
PDF	$f(x) = \frac{1}{\Gamma(k)\theta^k} x^{k-1} e^{-x/\theta}$	gamma-pdf(k,θ); a = gamma('k',b, nanan(0)); f = gammaf(k,a,θ);
CDF	$F(x) = 1 - \frac{\Gamma(k, x/\theta)}{\Gamma(k)}$	F = gamcdf(k,a,θ);
Hujan Rancangan	$x_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, \bar{x}, \frac{s}{f}\right)$	x = G1; x1 = gammainv(1-1/T, a, b);
	$x_T = \bar{x} - u \left[1 - \frac{1}{T}\right]^{1/k}$	x = logchi; x1 = exp(gammainv(1-1/T, a, b));

4.3 Curah Hujan Rancangan dengan Distribusi Gumbel dan Log Gumbel

Secara teoritis, distribusi Gumbel merupakan hasil transpormasi dari distribusi exponential yang memiliki bentuk fungsi padat peluang

$$f(x, \sim) = \frac{1}{\bar{x}} e^{-\frac{y}{\bar{x}}} \quad \text{dengan} \quad y = \frac{x-u}{a}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772a \quad \text{dan} \quad a = \frac{s\sqrt{6}}{f}$$



**Gambar 5.** Model Kurva Distribusi Gumbel

Jika  $x_T$  adalah hujan rancangan dengan kala ulang  $T$ , maka komputasi numerik nilai  $x_T$  menggunakan distribusi Gumbel

adalah  $x_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, \bar{x}, \frac{s}{f}\right)$  dengan

$$y = \frac{x-u}{a}, \quad u = \bar{x} - 0.5772a, \quad a = \frac{s\sqrt{6}}{f} \quad \text{dan}$$

$$F(x) = \int_0^x \frac{1}{\bar{x}} e^{-\frac{y}{\bar{x}}} dx$$

Unutk keperluan dalam pengembangan sistem informasi hujan

dan banjir rancangan, akan menggunakan formula komputasi dengan *m-function* PDF eksponensial yang dimiliki oleh MATLAB.

**Tabel. 4.** Formula matematis dan komputasi hujan rancangan dengan PDF Gumbel

SEBUTAN	FORMULA	KOMPUTASI
PDF	$f(x) = \frac{1}{a} e^{-\frac{x-u}{a}}$	f = expcdf(x,u);
CDF	$F(x) = 1 - e^{-\frac{x-u}{a}}$	F = expcdf(y,u);
Hujan Rancangan	$x_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}, \bar{x}, \frac{s}{f}\right)$ $y = \frac{x-u}{a}, \quad a = \frac{s\sqrt{6}}{f}, \quad u = \bar{x} - 0.5772a$ $x_T = \bar{x} - u \left[1 - \frac{1}{T}\right]^{1/k}$	a = (s*sqrt(6))/f; u = mean(x) - 0.5772*a; y = (x-u)/a; m = mean(y); xT = exp(-ln(1-1/T)/m);
	$x_T = \bar{x} - u \left[1 - \frac{1}{T}\right]^{1/k}$	a = (s*sqrt(6))/f; u = mean(x) - 0.5772*a; y = (x-u)/a; m = mean(y); x1 = exp(-ln(1-1/T)/m); x1 = exp(-ln(1-1/T)/m);

4.4 Curah Hujan Rancangan dengan Distribusi Pearson3 dan Log Pearson3

Distribusi Person 3 merupakan transpormasi transpormasi PDF Gamma dengan variabel random dari ditribusi normal Standar. Jika  $x_T$  merupakan hujan rancangan dengan distribusi person 3, maka hujan rancangan dengan ditribusi person3 diberikan sebagai berikut:  $x_T = \mu + k$  dengan  $k$  adalah koefesien frekuensi distribusi person 3 yang tergantung atas koefesien skewness (cs).

**5. Analisa Debit Rancangan**

Tahapan dalam menganalisa banjir rancangan diantaranya yaitu:

- Penentuan Morfologi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terdiri dari luas DAS, panjang sungai utama, dan komponen penggunaan lahan DAS.
- Penentuan durasi hujan maksimum.
- Kalibrasi parameter metode perhitungan banjir rancangan dengan data banjir terukur pada pos AWLR, bendung, dan Embung.
- Analisa banjir rancangan dengan kala ulang 1.01 tahun, 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, dan 1000 tahun.

Cara yang digunakan untuk menghitung/menganalisa hujan banjir rancangan adalah dengan Hidrograf Sintetik Satuan Nakayasu (HSSN). Persamaan yang digunakan Hidrograf Sintetik Satuan Nakayasu (HSSN) adalah :

$$Q_t = \begin{cases} Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2.4} & 0 < t < T_p \\ Q_p \times 0.3 \frac{t - T_p}{T_{0.3}} & T_p < t < T_p + T_{0.3} \\ Q_p \times 0.3 \frac{(t - T_p)^{1.5 T_{0.3}}}{(t - T_p) + 1.5 T_{0.3}} & T_p + T_{0.3} < t < T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3} \\ Q_p \times 0.3 \frac{(t - T_p)^{1.5 T_{0.3}}}{2 T_{0.3}} & t > T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3} \end{cases}$$

Dimana:

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \left( \frac{A R_e}{0.3 T_p + T_{0.3}} \right)$$

$$T_p = t_g + 0.8 T_r$$

$$t_g = \begin{cases} 0.4 + 0.058L & L > 15 \\ 0.21L^{0.7} & L < 15 \end{cases}$$

$$T_{0.3} = t_g$$

$$0.5 t_g < t_r < t_g$$

Keterangan:

$Q_p$  : Debit Puncak banjir

$A$  : Luas DAS ( $\text{km}^2$ )

$R_e$  : Curah hujan efektif (mm)

$T_p$  : Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)

$T_{0.3}$  : waktu dari puncak banjir sampai 0.3 kali debit

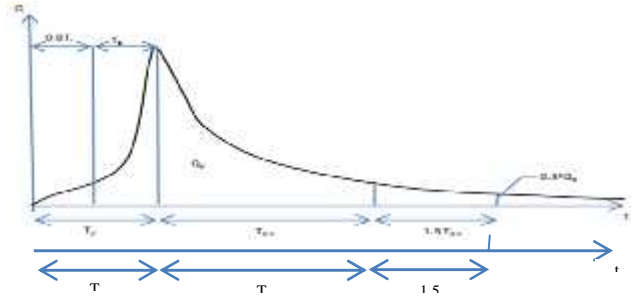
puncak (jam)

$T_g$  : Waktu konsentrasi jam

$T_r$  : Satuan waktu dari curah hujan (jam)

: koefesien karakteristik DAS biasanya diambil 2

$L$  : Panjang sungai Utama (km)

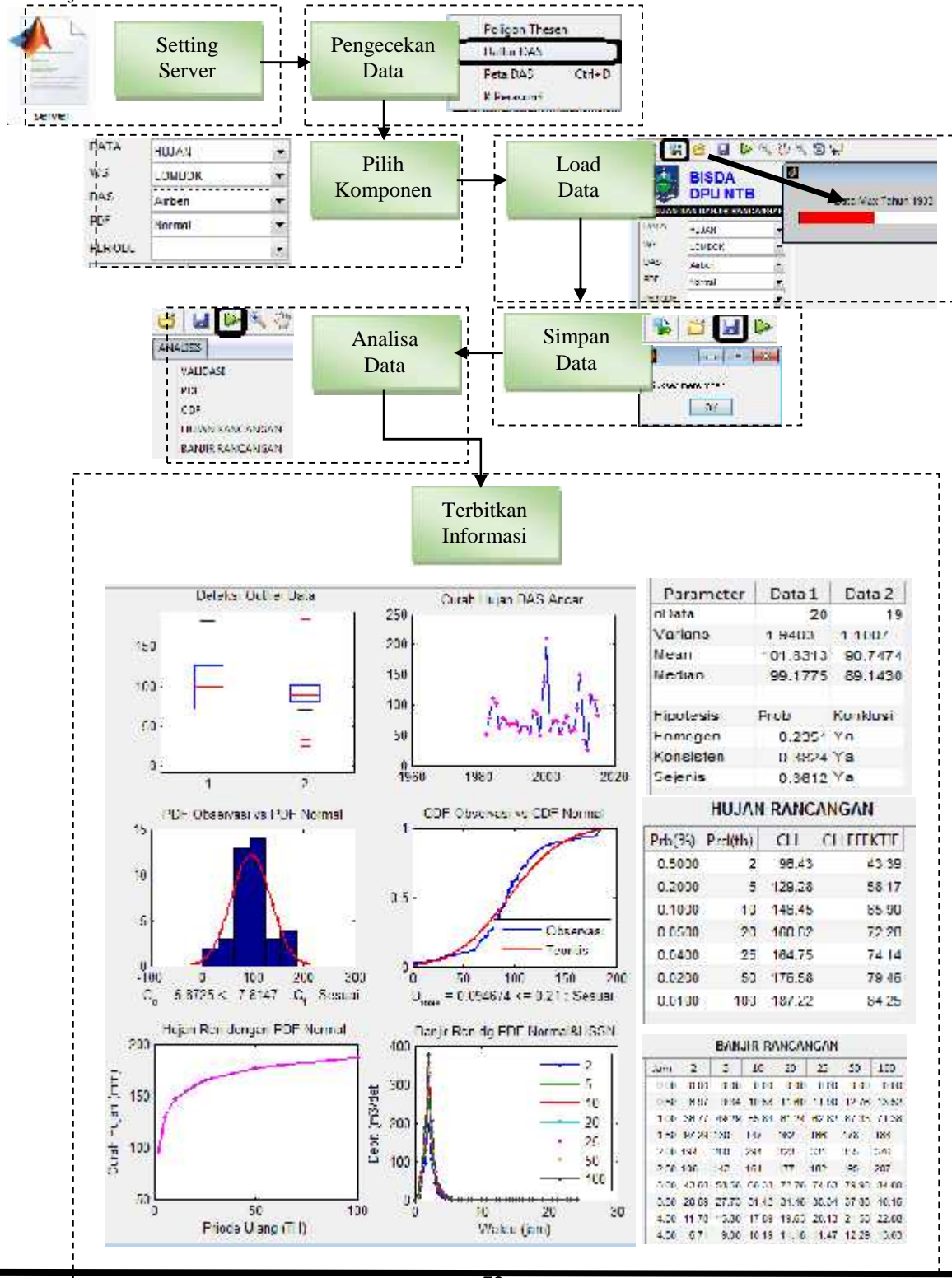


**Gambar 6.** Grafik Hidrograf Sintetik Satuan Nakayasu

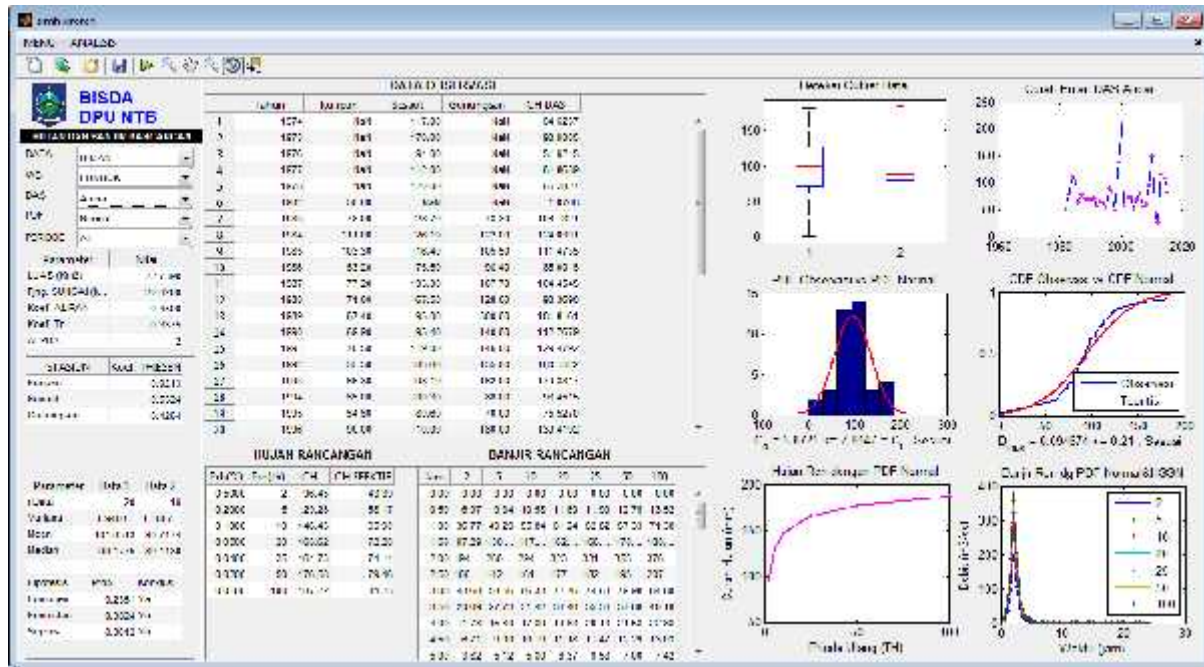


### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Sistem Kerja SIM-HBR



Desain Guide SIM-HBR



Gambar 7. Desain Guide SIM-HBR

Adapun fungsi icon pada guide SIM-HBR

No	Icon	Fungsi
1		Data baru, jika akan melakukan analisa data
2		Load Data dari Server, jika data belum pernah disimpan.
3		Panggil Data, yang sudah tersimpan sebelumnya.
4		Simpan Data, sebelum analisa data
5		Hitung (Hujan & Banjir Rancangan)
6		Zoom In (Perbesar) untuk grafik
7		Zoom Out (Perkecil) untuk grafik.
8		Hand, untuk menggeser posisi titik pada sebuah grafik
9		Rotasi, untuk melihat sisi 3-dimensi dari grafik.
10		Data Cursor, untuk melihat titik pada sebuah grafik.

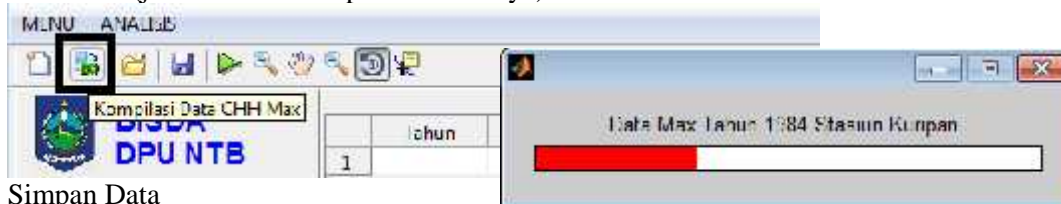
### Simulasi Data

Adapun langkah-langkah simulasi data yakni:

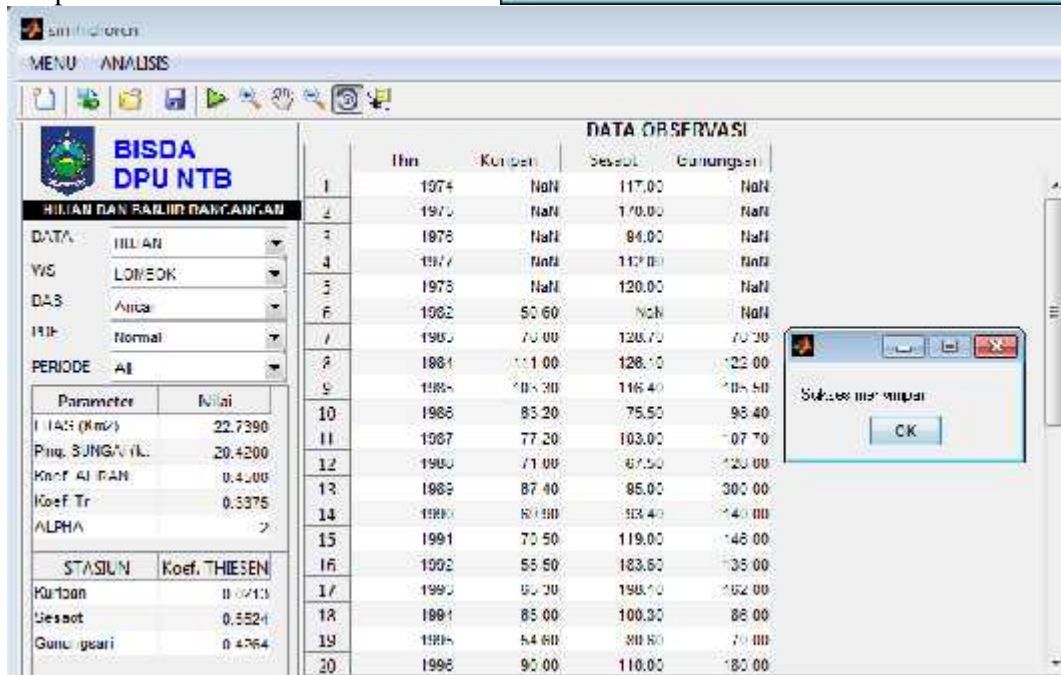
1. Pilih Data, WS, dan DAS.

DATA	HUJAN
WS	LOMBOK
DAS	Ancar
PDF	Normal
PERIODE	10

2. Load data (jika belum tersimpan sebelumnya).



3. Simpan Data



4. Running



5. Lakukan interpretasi hasil simulasi.

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari analisa data diperoleh beberapa kesimpulan dalam kegiatan ini, yakni aplikasi dekstop Sistem Informasi Manajemen Hujan dan Bajir Rancangan (SIM-HBR) yang telah dikembangkan dapat:

- a. Terkoneksi dengan Data Base Aplikasi Dekstop SIM-Hidro melalui jaringan WAN da LAN.
- b. Melakukan kompilasi basis data Curah Hujan Maksimum Harian tahunan berbasis DAS
- c. Melakukan komputasi hidrologis mencakup, validasi data, pemeriksaan kesesuaian PDF dan CDF, Menghitung Hujan Rancangan dan Hujan Efektif serta menerbitkan informasi Banjir rancangan dengan metode Hidrograf Sintetik Satuan Nakayasu

Saran Penelitian Selanjutnya

- a. Perlu ada kegiatan studi koefesien aliran pada tiap DAS
- b. Perlu pengembangan Sistem Informasi Hujan dan Banjir Rancangan berbasis website

#### **V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Badan Pusat Statistika Mataram. (2015), *Mataram Dalam Angka 2015*. BPS Mataram, Mataram
- [2] Bektipratiwi, A. (2011), *Model JST RBF-Egarch untuk Peramalan Data Time Series*. Tesis, ITS Surabaya, Surabaya.
- [3] Ferreira, N.J. (2005), “Artificial Neural Network Technique for Rainfall Forecasting Applied to the Sao Paulo Region”, *Hydrologi*, Vol 301, No 1, hal. 146-162.
- [4] Irzani dan Ripai, (2011), *Pengantar Statistika Matematika*. Yogyakarta: Mandiri Grafindo Press
- [5] Luk, K.C, Ball, J.E, dan Sharma, A. (2001), “An Application of Artificial Neural Networks for Rainfall Forecasting”, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol 33, No 1, hal. 883-699.
- [6] Nandini, R, dan Narendra, B. (2011), “Kajian Perubahan Curah Hujan, Suhu dan Tipe Iklim Pada Zone Ekosistem di Pulau Lombok”, *Analisis Kebijakan Kehutanan*, Vol. 8 No. 3, hal. 228-244.
- [7] Riad, S and Mania, J. (2003), “Rainfall-Runoff Model Using an Artificial Neural Network Approach”, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol 40, No 2, hal. 839-846.
- [8] Sektor Pertanian. (2011), *Kajian Risiko dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat*, Dinas Pertanian NTB, Mataram.
- [9] Soemarto, C.D. (1999), *Hidrol ogi Teknik*, Erlangga, Jakarta