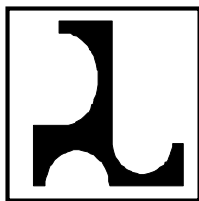


Prosedur dan Instruksi Kerja Perhitungan Debit Banjir Rencana

No. : QA/HDR/ANL/02/2011



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**

Jl. Pattimura No.20, Kebayoran Baru, Jakarta – Telp. 7396616, Fax. 7208285

PROSEDUR DAN INSTRUKSI KERJA

PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA

1. Tujuan : Sebagai pedoman dalam pelaksanaan perhitungan debit banjir rencana.
2. Ruang Lingkup : Dokumen ini dibuat dan untuk diterapkan di lingkungan Direktorat Jenderal Sumber Daya Air guna memberikan acuan teknis dalam pelaksanaan perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode analisis frekuensi.
3. Definisi :
 - 3.1. Debit banjir maksimum tahunan adalah debit aliran sesaat dengan puncak hidrograf tertinggi selama satu tahun pencatatan.
 - 3.2. Debit banjir rata-rata tahunan adalah jumlah debit banjir maksimum tahunan dibagi jumlah tahun kejadian.
 - 3.3. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.
 - 3.4. Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarannya didasarkan kala ulang tertentu.
 - 3.5. Kala ulang adalah peluang terjadinya kembali suatu peristiwa yang sama dalam kurun waktu tertentu.
 - 3.6. Peluang kejadian debit banjir adalah kemungkinan terjadinya banjir yang sama atau dilampaui, pada sembarang tahun (P).
4. Referensi :
 - 4.1. PP No. 38 tahun 2011 tentang Sungai.
 - 4.2. SNI 03-2415-1991, Tata cara perhitungan debit banjir
 - 4.3. SNI 03-3413-1994, Tata cara pengukuran debit puncak dengan cara tidak langsung.
 - 4.4. Pedoman BWRM tentang Pengelolaan Hidrologi.
5. Ketentuan Umum :
 - 5.1. Data dan peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan perhitungan debit banjir rencana, sebagai berikut:
 - a. Data umum :
 - 1) Peta jaringan pos duga air.

b. Data khusus :

- 1) Panjang data debit sesaat maksimum tahunan yang dibutuhkan minimal 20 tahun pengamatan.
- 2) Data tinggi muka air sesaat maksimum tahunan dari berbagai tahun kejadian.
- 3) Lengkung debit (*Rating Curve*) pada lokasi pos yang bersangkutan.

c. Peralatan yang harus disediakan :

- 1) Kertas grafis Gumbel
- 2) Penggaris
- 3) Komputer yang dilengkapi program excel dan kalkulator untuk alat bantu perhitungan.

5.2. Metode perhitungan yang dapat dipergunakan, adalah :

Data pengamatan debit sesaat maksimum (banjir) tersedia ≥ 20 tahun.

- 1) cara grafis dengan metode Gumbel.
- 2) cara analisis
 - a) metode Gumbel
 - b) metode Log Normal
 - c) metode Log Pearson III
 - d) metode Pearson

6. Kegiatan dan

Tanggung Jawab : 6.1. Prosedur perhitungan debit banjir rencana, selanjutnya dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

a. Kegiatan persiapan :

- 1) susun dan tetapkan jadual penyusunan informasi debit banjir rencana.
- 2) periksa dan berikan persetujuan atas jadual yang diusulkan oleh petugas.
- 3) siapkan data dan peralatan yang diperlukan.

b. Tahapan perhitungan :

- 1) Data pengamatan debit sesaat maksimum (banjir) tersedia ≥ 20 tahun
 - a) Cara Grafis Metode Gumbel, prosedurnya :
 - (a) tentukan puncak banjir setiap tahunnya.
 - (b) urutkan puncak-puncak banjir selama periode data yang tersedia dari nilai besar ke kecil.

- (c) hitung besarnya frekuensi dari fungsi distribusi yang dipilih.
- (d) tentukan kala ulang banjir dengan menghitung :

$$T = \frac{1}{P} \dots\dots\dots(1)$$

$$P = \frac{i - \alpha}{n + 1 - 2\alpha} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

T : Periode ulang

P : Peluang

n : Jumlah data

i : Urutan data

α : Karakteristik distribusi

$\alpha = 0,44$ (Gringorten Formula, Gumbel Distribusi).

- (e) Plot titik-titik hubungan antara besarnya periode ulang dengan debit yang telah diurutkan ke kertas gumbel.
- (f) Tarik garis lurus secara visual yang mewakili titik-titik pada butir (5).
- (g) Menentukan debit banjir rencana 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahunan.

b) Cara Analisis

(1) Metode Gumbel

- (a) Kumpulkan data banjir sesaat maksimum sebanyak ≥ 20 tahun.
- (b) Hitung parameter statistik data banjir sesaat, mencakup rata-rata, standar deviasi, skewness dan koefisien kurtosis, dengan rumus:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right)^3 \dots\dots\dots(3)$$

$$C_k = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right)^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \dots\dots\dots(4)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots(5)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- C_s : Skewness
- C_k : Kurtosis
- s_x : Simpangan baku
- n : Jumlah data
- x_i : Data ke-i
- $\bar{x}$: Rata-rata

- (c) Periksa apakah skewness $\approx 1,14$ dan kurtosisnya 5,4, jika iya maka dapat digunakan formula Gumbel, jika tidak pilih distribusi lainnya.
- (d) Jika memenuhi persyaratan di butir (c), cari besarnya Y_n dan S_n yang tergantung banyaknya data (n) (dari tabel Gumbel pada lampiran 3) dan X_{Tr} dari persamaan di bawah ini.

$$X_{Tr} = \bar{x} + S_x k \dots\dots\dots(7)$$

$$k = S_n(Y - Y_n) \dots\dots\dots(8)$$

$$Y = -\ln(-\ln(\frac{T-1}{T})) \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

- $\bar{X}$: rata-rata tahunan
- S_x : simpangan baku
- Y : perubahan reduksi
- N : jumlah data
- X_{Tr} : besarnya debit banjir rencana
- T : periode ulang

- (e) Menentukan debit banjir rencana 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahunan.

(2) Metode Log Normal

- (a) Kumpulkan data banjir sesaat maksimum sebanyak ≥ 20 tahun.
- (b) Data puncak-puncak banjir setiap tahunnya di-log-kan.
- (c) Hitung parameter statistik data log banjir sesaat, mencakup rata-rata,

standar deviasi, skewness dan koefisien kurtosis. (lihat formula 3 - 6)

- (d) Periksa apakah skewness $\approx + 3$ atau nilai skewnessnya ≈ 3 kali nilai dari koefisien variasinya jika iya maka dapat digunakan formula log normal, jika tidak pilih distribusi lainnya.
- (e) Tentukan besarnya periode ulang banjir rencana 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahunan yang akan dihitung.
- (f) Hitung probabilitas kemungkinan terjadi $(P) = 1/T$ dan kemungkinan tidak terjadi $(nP) = 1 - (1/T)$
- (g) Lihat tabel standar normal, tentukan nilai k dari (nP) yang dihitung.
- (h) Hitung besarnya $Z_{Tr} = \bar{X} + S_x k$
- (i) Hitung besarnya debit banjir rencana dengan formula :

$$X_{Tr} = 10^{Z_{Tr}} \dots\dots\dots(10)$$

(3) Metode Log Pearson Tipe III

- (a) Kumpulkan data banjir sesaat maksimum sebanyak ≥ 20 tahun.
- (b) Data puncak-puncak banjir setiap tahunnya di-log-kan.
- (c) Hitung parameter statistik data log banjir sesaat, mencakup rata-rata, standar deviasi, skewness dan koefisien kurtosis.
- (d) Distribusi ini, tidak memiliki cirri khusus. Jadi jika tidak masuk dalam 3 distribusi jenis di atas, maka dapat digunakan distribusi ini.
- (e) Tentukan besarnya periode ulang banjir yang akan dihitung.
- (f) Hitung probabilitas kemungkinan terjadi $(P) = 1/T$ dan kemungkinan tidak terjadi $(nP) = 1 - (1/T)$
- (g) Lihat tabel standar log pearson tipe III, tentukan nilai K dari nilai koefisien kemencengan (C_s) dan nilai P. Rumus C_s seperti terdapat pada formula 4
- (h) Hitung besarnya $Z_{Tr} = \bar{X} + S_x k$
- (i) Hitung besarnya debit banjir rencana dengan formula :

$$X_{Tr} = 10^{Z_{Tr}} \dots\dots\dots(11)$$

6.2. Tanggung Jawab :

a. Koordinator pelaksana :

- a) menyusun usulan jadual dan petugas pelaksana.
- b) memeriksa hasil pengumpulan data.
- c) memeriksa hasil valuasi dan penyaringan data.
- d) memeriksa hasil analisis.

b. Petugas

- a) melakukan pengumpulan data dan penyiapan alat.
- b) melakukan valuasi, dan penyaringan data.
- c) melakukan analisis.

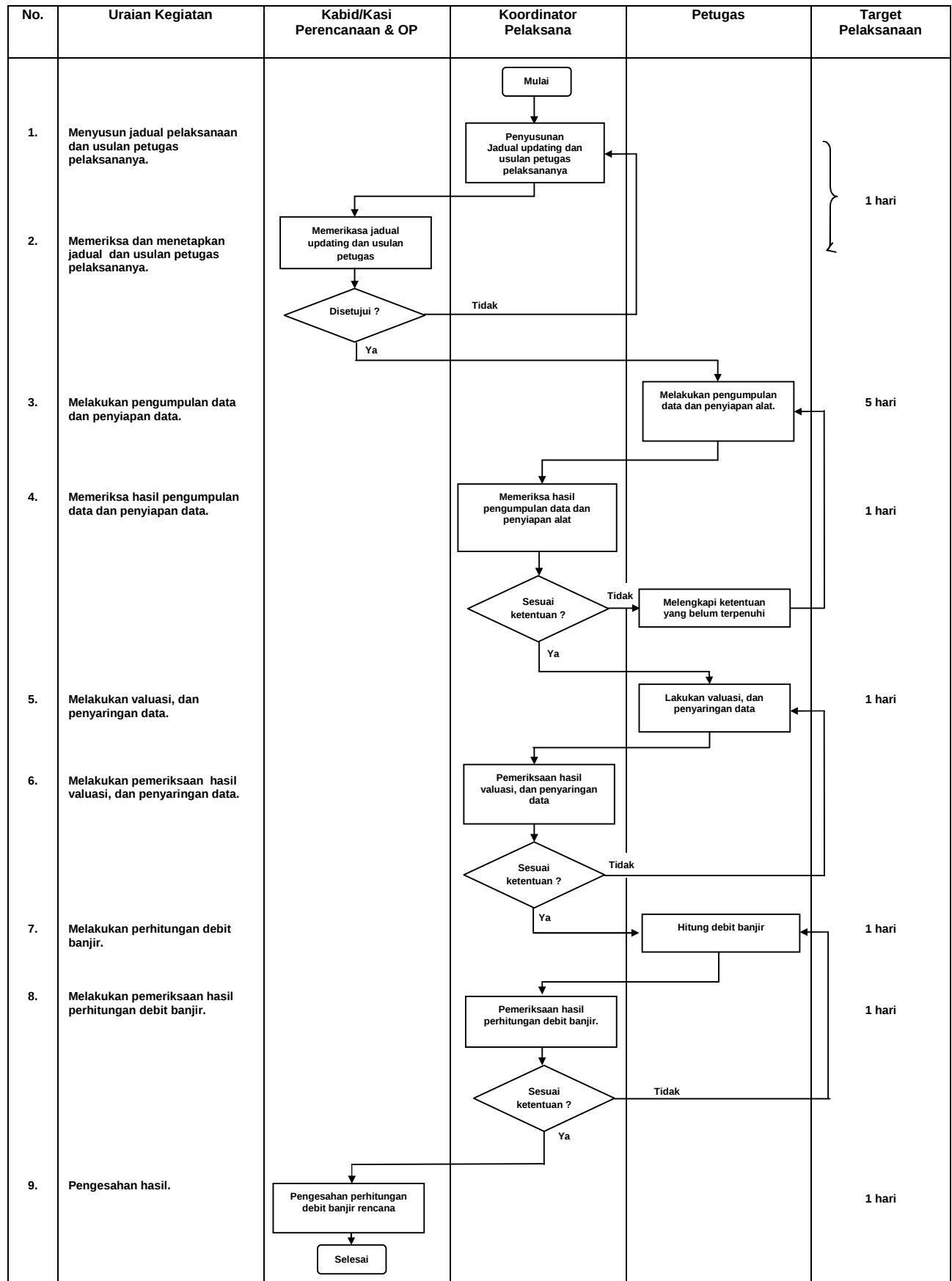
c. Kabid/Kasi perencanaan dan OP melaksanakan :

- a) memeriksa dan menyetujui usulan jadual.
- b) pengesahan hasil perhitungan.

7. Kondisi Khusus : 7.1. Apabila setelah perhitungan mengindikasikan ketidaksesuaian debit banjir rencana 2 tahunan dengan debit banjir rata-rata tahunan maka perlu dilakukan validasi ulang data debit yang dipakai dan/atau pelaksanaan perhitungan yang dilakukan.
7. Rekaman : 8.1. Hasil valuasi dan penyaringan data.
8.2. Gambar plotting data pada kertas distribusi Gumbel
8.3 Hasil hitungan debit banjir rencana.
8. Lampiran : 9.1. Bagan alir pelaksanaan perhitungan debit banjir rencana.
9.2. Bagan alir pemilihan metode perhitungan debit banjir rencana.
9.3. Tabel Rata-Rata Tereduksi Gumbel dan Tabel Standar Deviasi Tereduksi Gumbel
9.4. Tabel Nilai k Distribusi Normal
9.5. Tabel Nilai k Distribusi Pearson Tipe III
9.6. Daftar simak.

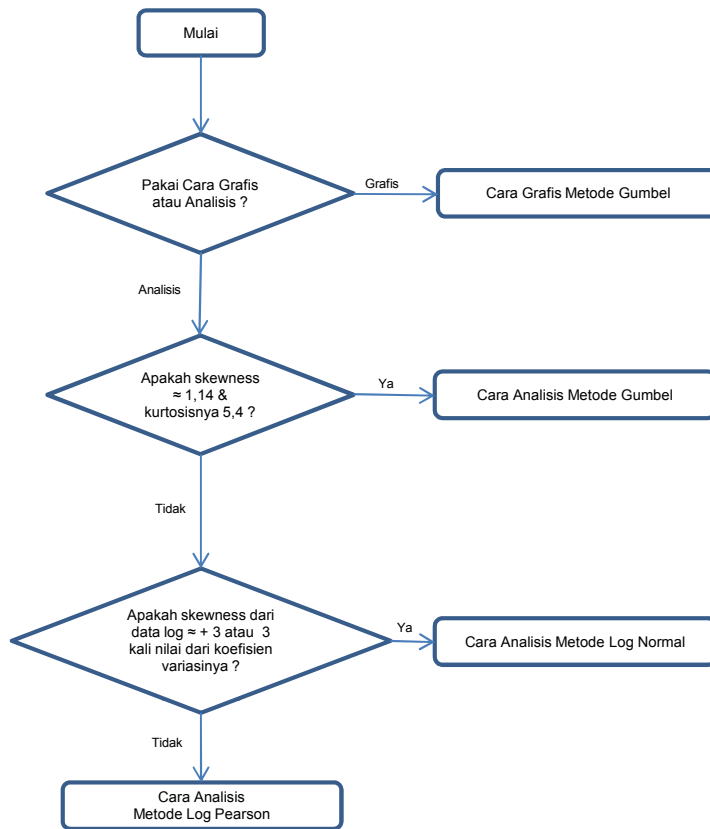
Lampiran 1

Bagan Alir Perhitungan Debit Banjir Rencana



Lampiran 2

Bagan Alir Pemilihan Metode Perhitungan Banjir Rencana



Lampiran 3

Tabel Rata-Rata Tereduksi Gumbel

n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
10	0,4592	34	0,5396	58	0,5518	82	0,5572
11	0,4996	35	0,5402	59	0,5518	83	0,5574
12	0,5053	36	0,5410	60	0,5521	84	0,5576
13	0,5070	37	0,5418	61	0,5524	85	0,5578
14	0,5100	38	0,5424	62	0,5527	86	0,5580
15	0,5128	39	0,5430	63	0,5530	87	0,5581
16	0,5157	40	0,5436	64	0,5533	88	0,5583
17	0,5181	41	0,5442	65	0,5535	89	0,5585
18	0,5202	42	0,5448	66	0,5538	90	0,5586
19	0,5220	43	0,5453	67	0,5540	91	0,5587
20	0,5236	44	0,5458	68	0,5543	92	0,5589
21	0,5252	45	0,5463	69	0,5545	93	0,5591
22	0,5268	46	0,5468	70	0,5548	94	0,5592
23	0,5283	47	0,5473	71	0,5550	95	0,5593
24	0,5296	48	0,5477	72	0,5552	96	0,5595
25	0,5309	49	0,5481	73	0,5555	97	0,5596
26	0,5320	50	0,5485	74	0,5557	98	0,5598
27	0,5332	51	0,5489	75	0,5559	99	0,5599
28	0,5343	52	0,5493	76	0,5561	100	0,5600
29	0,5353	53	0,5497	77	0,5563		
30	0,5362	54	0,5501	78	0,5565		
31	0,5371	55	0,5504	79	0,5567		
32	0,5380	56	0,5508	80	0,5569		
33	0,5388	57	0,5511	81	0,5570		

Tabel Standar Deviasi Tereduksi Gumbel

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9933	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,1770	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,1980
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,2020
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,1961	49	1,1590	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,2060
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923		

Lampiran 4

Nilai k Distribusi Normal

<i>Periode Ulang T (tahun)</i>	<i>Peluang</i>	<i>k</i>
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,990	-2,33
1,050	0,950	-1,64
1,110	0,900	-1,28
1,250	0,800	-0,84
1,330	0,750	-0,67
1,430	0,700	-0,52
1,670	0,600	-0,25
2,000	0,500	0
2,500	0,400	0,25
3,330	0,300	0,52
4,000	0,250	0,67
5,000	0,200	0,84
10,000	0,100	1,28
20,000	0,050	1,64
50,000	0,020	2,05
100,000	0,010	2,33
200,000	0,005	2,58
500,000	0,002	2,88
1000,000	0,001	3,09

Lampiran 5

Nilai k Distribusi Pearson Tipe III

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Lampiran 6

Daftar Simak

Tanggal : Tahun 20.....
 Unit yang diaudit : Balai
 Kegiatan : Perhitungan Debit Banjir Rencana (Instruksi Kerja Analisis Hidrologi No. 2)

No.	Uraian Kegiatan	Dibuat / Dilaksanakan		Bukti Tertulis		Keterangan
		Ya	Tidak	Ada	Tidak	
1	2	3	4	5	6	7
I Kegiatan Persiapan						
	a. Persetujuan jadwal dan pelaksanaan kegiatan (personel pelaksana, metode, target/sasaran pengelolaan hidrologi)					
	b. Persiapan data					
	c. Persiapan peralatan/perangkat lunak pengolahan data					
	d. Pemeriksaan kelengkapan data					
II Pelaksanaan Perhitungan Debit Banjir Rencana						
	a. Hasil Valuasi dan Penyaringan Data					
	b. Pemeriksaan hasil perhitungan debit banjir rencana					
III Pengesahan Perhitungan Debit Banjir Rencana						
	a. Pengesahan hasil perhitungan debit banjir rencana					
	b. Penyerahan ke bagian basis data					

Mengetahui
Kepala Unit Hidrologi

.....,20.....
Pelaksana Kegiatan

(.....)

(.....)