

**TUGAS AKHIR  
ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN  
DAN KAPASITAS TAMPANG SUNGAI PEKALONGAN**



**DISUSUN OLEH :  
FITRIYATI AGUSTINA  
98 511 031**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2004**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS BANJIR RANCANGAN  
DAN KAPASITAS TAMPANG SUNGAI PEKALONGAN**

**DISUSUN OLEH  
FITRIYATI AGUSTINA**

**98 511 031**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

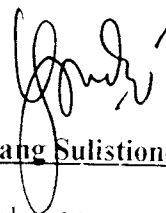
**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Endang Tantrawati, MT**

Tanggal : 29-4-2004

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Bambang Sulistiono, MSCE**

Tanggal : 29-04-2004

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah robbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan karunianya yang berlimpah serta shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada junjungan kita Rasulullah Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, ulama dan para pengikut-Nya yang selalu menjaga ajaran-ajaran-Nya.

Berkat Rahmat hidayah dan barokah dari Allah SWT-lah, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Debit Banjir Rancangan dan Kapasitas Tampang Sungai Pekalongan”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu kewajiban guna melengkapi syarat-syarat studi pada tingkat sarjana di Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Pada dasarnya maksud dan tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan ilmu yang telah diperoleh selama masa perkuliahan sehingga akan dapat menyelesaikan kasus-kasus dilapangan sesuai dengan disiplin ilmu.

Selama pembuatan Tugas Akhir hingga tersusunnya laporan ini, penulis banyak mendapat bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bpk. Prof. Ir. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

2. Bpk. Ir. Munadhir MS, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil UII.
3. Bpk. Ir. Bambang Sulistiono MSCE, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu. Ir. Endang Tantrawati MT, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bpk. Ir. Lalu Makrup MT, selaku Dosen Penguji.
6. Bapak-bapak di Balai PSDA Madukoro Semarang
7. Bapak-bapak di PT. Wijaya Karya Proyek Kuripan Lor Pekalongan.

Segala daya cipta, tekad serta kemauan penulis yang dicurahkan dalam mewujudkan laporan yang masih jauh dari sempurna ini. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, hidayah dan maghfiroh-Nya kepada kita semua.

*Amin.*

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Jogjakarta, April 2004

Penulis

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :*

*Allah SWT yang telah memberikan Rahmat & Hidayah-Nya....*

Bapak H. Fauzan, HMS dan Ibu Hj. Naniek Kholifah atas do'a dan kasih sayangnya yang telah diberikan sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.....

Mas-ku Yusuf Abdillah, Mba' Eva & Aa' AtoK, Mba' Niyang, EmPhiEs (Bunda akhirnya selesai de') dan sikecil Nasywa "Iteng" Ibtisamah...

*Abang V\_do Chaniago " Dukungan & Cintanya nan alah maagiah samangek, tarimo kasih waktunya menemani adiak salamo iko "*

Eks kelas C angkatan 98 : Nilda (jgn kebanyakan kursus, pusing...), Melli, Upi, Ika (jadi MR it's OK tapi jgn digebet dokternya), Rita (Cepetan ta dikejar dosen), tRi (cayo... kamu bisa!!), Yompie (capeklah betah amek diyogya????), Dodi (thank's service komputernya).

TEMAN-TEMAN DI PANDEGA DUKSINA 8 : MARLINCE (BA'A KABA IBU KONTRAKAN), MAYA (POENYA PENDIRIAN DONG JGN JD PENGEKOR), RURUH N RIFA (YANG AKUR ...) DEBOY (KKN YG SEMANGAT BIAR (PT SELESAI..), ERMA N SAKTI (JGN SERING BERANTEM) NTAR DI JALAN-JALAN LAGI YO.....

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pokok Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	4
2.1 Umum .....	4
2.2 Debit .....	6
2.2.1 Kapasitas Tampang Sungai .....	7
2.3 Banjir Rancangan .....	8

2.3.1	Metode Empirik .....	9
2.3.2	Metode Rasional .....	10
2.3.3	Metode Hidrograf Satuan .....	11
2.2.2	Analisis Frekuensi Banjir .....	12
2.2.2.1	Data Aliran .....	14
2.2.2.2	Parameter Statistik .....	14
2.2.2.3	Penentuan Faktor Frekuensi .....	17
2.2.5	Perkiraan Debit Puncak Banjir Tahunan Rata-rata (MAF) .....	19
2.2.5.1	Metode Serial Data .....	21
2.2.5.2	Metode POT .....	21
2.2.5.3	Metode Regresi .....	22
2.2.6	Banjir T Tahunan Dengan Mempergunakan Faktor Pembesar Regional .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>24</b>
3.1	Lokasi Penelitian .....	24
3.2	Pengambilan Data .....	24
3.3	Analisis .....	25
3.3.1	Banjir Rancangan .....	25
3.3.2	Kapasitas Saluran atau Sungai .....	25
<b>BAB IV ANALISIS .....</b>		<b>28</b>
4.1	Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Kala Ulang T tahun...28	28

4.1.1	Debit Banjir Rancangan dengan Analisis Frekuensi	
	Banjir .....	30
4.1.1.1	Data Aliran Sungai .....	30
4.1.1.2	Perhitungan Parameter Statistik .....	31
4.1.1.3	Pemilihan Sebaran .....	33
4.1.1.4	Penentuan Kala Ulang .....	34
4.1.2	Perhitungan Banjir T Tahunan Rata-rata dengan cara	
	MAF .....	35
4.2	Perhitungan Kapasitas Tampang Sungai .....	37
4.2.1	Data kemiringan sungai .....	37
4.2.2	Data Tampang Sungai .....	38
4.2.3	Perhitungan Tinggi Muka Air .....	39
4.2.4	Koefisien Kekasaran Manning's .....	39
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>		<b>42</b>
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>43</b>
6.1	Kesimpulan .....	43
6.2	Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Koefisien Kekasaran Manning's.
- Tabel 4.1 Debit Maksimum Tahunan ( $Q_{maks}$ ) Sungai Pekalongan terukur di Kuripan Lor.
- Tabel 4.2 Debit di atas POT
- Tabel 4.3 Perhitungan Statistik Data
- Tabel 4.4 Pemilihan Sebaran
- Tabel 4.5 Pemilihan Sebaran dengan Gumbel's
- Tabel 4.6 Penentuan Rencana Kala Ulang dengan Gumbel's
- Tabel 4.7 Debit di atas POT
- Tabel 4.8 Debit Rencana Kala Ulang dengan MAF
- Tabel 4.9 Debit Banjir Rancangan atas dasar  $Q_{POT}$  dan  $Q_{maks}$
- Tabel 4.10 Hubungan Tinggi dengan Luas Tampang, Keliling Basah, Radius Hidraulik, Kecepatan Aliran dan Debit
- Tabel 4.11 Hubungan antara Debit Rancangan dengan Tinggi Muka Air

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** : Data Debit Sungai Tahun 1992
- Lampiran 2** : Data Debit Sungai Tahun 1993
- Lampiran 3** : Data Debit Sungai Tahun 1994
- Lampiran 4** : Data Debit Sungai Tahun 1995
- Lampiran 5** : Data Debit Sungai Tahun 1996
- Lampiran 6** : Data Debit Sungai Tahun 1997
- Lampiran 7** : Data Debit Sungai Tahun 1998
- Lampiran 8** : Data Debit Sungai Tahun 1999
- Lampiran 9** : Data Debit Sungai Tahun 2000
- Lampiran 10** : Data Debit Sungai Tahun 2001
- Lampiran 11** : Tabel Standar Normal Deviasi
- Lampiran 12** : Tabel Sebaran Log Normal 3 Parameteer
- Lampiran 13** : Tabel Sebaran Pearson Tipe III
- Lampiran 14** : Tabel Faktor Pembesaran GF
- Lampiran 15** : Gambar Penampang Sungai Pekalongan
- Lampiran 16** : Gambar Sungai Pekalongan Memanjang

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1** : Hubungan antara debit dengan luas daerah banjir
- Gambar 2.2** : Hubungan antara debit dengan waktu
- Gambar 2.3** : Kurva  $C_s$  dan  $C_v$  untuk Pemilihan Sebaran
- Gambar 3.1** : Lokasi Penelitian
- Gambar 3.2** : Bagan alir Penelitian
- Gambar 4.1** : Bagan alir Perhitungan Debit Banjir Rancangan
- Gambar 4.2** : Tampang Sungai Pada Titik Terpilih
- Gambar 4.3** : Hubungan antara Tinggi Muka Air dengan Debit

## ABSTRAKSI

*Sungai Pekalongan adalah sungai satu-satunya yang melintasi wilayah Pekalongan yang merupakan aliran air sepanjang tahun dan mempunyai potensi cukup besar menimbulkan banjir. Semakin sempitnya daerah resapan air dibagian hilir sungai akibat padatnya kawasan pemukiman menambah potensi terjadinya banjir. Dengan permasalahan diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit maksimum kala ulang dan kapasitas tampang sungai Pekalongan. Dalam penelitian ini data-data yang diperlukan diperoleh dari Balai PSDA Semarang dan PT. Wijaya Karya seperti data debit aliran sungai, topografi sungai, penampang sungai. Data tersebut dianalisis dengan menggunakan analisis frekuensi banjir rancangan kala ulang 10, 20, 50, 100, 200, 500 dan 1000 tahun dan menghasilkan debit rancangan sebesar 254,85; 307,46; 384,74; 455,44; 536,01; 656,04; 766,19 m<sup>3</sup>/dt. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa sungai Pekalongan masih dapat menampung hingga kala ulang 200 tahun hal ini dapat di lihat dari tinggi muka air masih lebih rendah dari pada tanggul, sedangkan debit maksimum yang mampu ditampung yaitu sebesar 547,5393 m<sup>3</sup>/dt, besarnya debit sungai Pekalongan yang mengalir 536,01 m<sup>3</sup>/dt.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai Pekalongan adalah sungai satu-satunya yang berada di wilayah Pekalongan sehingga mempunyai peranan yang besar bagi kehidupan masyarakat Pekalongan. Beberapa peranan sungai tersebut antara lain penyediaan sumber air minum, kebutuhan rumah tangga, kebutuhan industri, dan pembangkit tenaga listrik. Awal tahun 2002 kota Pekalongan mengalami banjir yang menenggelamkan seluruh wilayah Pekalongan diakibatkan hujan turun yang sangat lebat selama dua hari berturut-turut dan mendapat tambahan air dari daerah yang elevasinya lebih tinggi. Sekitar tahun 1980-an Pemerintah kota Pekalongan berusaha untuk mengendalikan banjir yaitu dengan cara membuat sudetan (*short cut*) yang dialirkan ke *Banger Canal*, dengan tujuan dapat mengurangi debit air sungai Pekalongan. Pelebaran kapasitas tampung sungai Pekalongan tidak mungkin dilakukan karena padatnya penduduk disekitar Daerah Aliran Sungai pada sungai Pekalongan., tetapi karena elevasi dasar sungai Pekalongan lebih rendah daripada elevasi dasar *short cut* tersebut mengakibatkan *short cut* tidak berfungsi dengan maksimal dan *Banger Canal* masih bermuara ke sungai Pekalongan sehingga mengakibatkan air sungai Pekalongan tetap meluap jika turun hujan.

Keadaan ini yang mendorong Pemerintah kota Pekalongan untuk membuat penyelesaian permasalahan keadaan tersebut dengan bekerjasama dengan Direktorat Jenderal Pengembangan Sumber Daya Air dalam Additional Works Proyek Pengendalian Banjir Wilayah Pantai Utara (*North Java Flood Control Sector Project-NJFCSP*) yang biayanya dari dana pinjaman ADB Loan 1425/1426 (SF)-INO. Diperoleh beberapa alternatif penyelesaian salah satunya adalah mengaktifkan kembali sudetan karena kapasitas tampang sungai Pekalongan sudah tidak dapat menampung lagi bila terjadi hujan. Dengan cara penggalian di elevasi dasar *short cut* agar elevasinya lebih rendah daripada elevasi dasar sungai Pekalongan agar debit air sungai Pekalongan dapat mengalir ke *Banger Canal* dan langsung mengalir ke laut Jawa. Dari uraian tersebut kiranya perlu pengecekan nilai banjir rancangan dan kapasitas sungai Pekalongan di hilir atau kota, agar tidak terjadi banjir.

## **1.2 Pokok Permasalahan**

Permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Besarnya debit maksimum kala ulang yang dapat ditampung di sungai Pekalongan.
2. Kapasitas tampang sungai Pekalongan agar tidak terjadi banjir.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Atas dasar permasalahan yang timbul, maka tujuan yang ingin di capai adalah :

1. Menghitung debit maksimum kala ulang sungai Pekalongan,

2. Mengetahui kapasitas tampang sungai Pekalongan agar tidak terjadi banjir

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Data aliran sungai dalam jangka waktu 10 tahun (tahun 1992-tahun 2002).
2. Analisis hitungan dengan menggunakan Analisis Frekuensi Banjir.
3. Kapasitas tampang sungai dihitung berdasarkan Rumus umum Debit Aliran (Rumus Manning's).

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Umum**

Peristiwa banjir bukan merupakan persoalan selama kejadian tersebut tidak menimbulkan kerugian terhadap kehidupan manusia. Namun sejak manusia bermukim dan melakukan berbagai kegiatan pada dataran banjir, persoalan tersebut telah ada dan sejak itu pula manusia telah berusaha mengatasi atau mengurangi kerugian-kerugian yang disebabkan oleh banjir. Sejalan dengan proses perkembangan masyarakat, baik jumlah penduduk maupun tingkat kehidupannya, maka persoalan yang ditimbulkan oleh banjir semakin meningkat pula.

Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan pada lahan yang biasanya kering atau terjadi limpasan dari alur sungai yang disebabkan oleh debit sungai melebihi kapasitas pengalirannya. Banjir menjadi masalah jika mengakibatkan kerugian terhadap kehidupan manusia.

Persoalan banjir yang terjadi pada umumnya ditimbulkan oleh dua jenis penyebab, yang satu sama lain saling kait mengait. Yang pertama adalah akibat adanya tindakan atau perbuatan manusia baik yang bermukim pada dataran banjir maupun pada bagian hulu sungai, dan yang kedua adalah akibat adanya peristiwa alam dan keadaan alam tanpa campur tangan manusia. Untuk masing-masing



sungai umumnya mempunyai jenis-jenis penyebab yang khusus. Dengan demikian jenis-jenis tindakan yang dilakukan untuk mengatasi juga bersifat khusus.

Tindakan-tindakan untuk mengurangi kerugian-kerugian akibat banjir adalah merupakan tindakan-tindakan dalam rangka mengurangi kerugian-kerugian yang ditimbulkan oleh banjir. Tindakan –tindakan tersebut dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Tindakan yang bersifat fisik (*structural measures*) atau tindakan-tindakan secara konvensional (*conventional measure*) atau *corrective measures* karena bersifat mengendalikan atau memperbaiki kondisi alam.
2. Tindakan-tindakan yang bersifat non fisik (*non structural measures*) atau tindakan-tindakan *non conventional* atau *preventative measures* karena bersifat mencegah terjadinya kerugian atau bencana.

Kegiatan pengendalian banjir (*flood control*) yang dilaksanakan lebih banyak bersifat fisik, yaitu dengan membangun waduk-waduk, penampung banjir sementara, tanggul-tanggul banjir, sudetan atau bay-pass (*flood way*) perbaikan alur sungai dan pengendalian erosi. Dua parameter pokok yang dikendalikan secara fisik adalah elevasi muka air sungai dan debit air sungai.

Tindakan yang bersifat non fisik tidak bertujuan atau mengusahakan agar peristiwa banjir dapat berkurang atau tidak terjadi sama sekali, namun berusaha mengatur lahan baik mengenai penggunaan dan pengembangannya, serta tata cara bermukim dan melakukan tindakan pada dataran banjir sedemikian rupa sehingga resiko atau bahaya yang ditimbulkan oleh banjir dapat berkurang dan kerugian yang ditimbulkan dapat ditekan serendah-rendahnya.

## 2.2 Debit

Debit (*discharge*) atau besarnya aliran sungai (*stream flow*) adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai per satuan waktu dan diberi notasi  $Q$ , dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ). Pada dasarnya pengukuran debit adalah pengukuran luas penampang basah, kecepatan dan tinggi muka air.

Rumus :

$$Q = A \cdot V \quad (2.1)$$

Dengan :

$$Q = \text{debit } (m^3/dt)$$

$$A = \text{luas bagian penampang basah } (m^2)$$

$$V = \text{kecepatan aliran rata-rata pada luas bagian penampang basah } (m/dt).$$

### 2.2.1 Kapasitas Tampang Sungai

Prinsip pelaksanaan pengukuran atau penghitungan kapasitas tampang sungai adalah mengukur luas penampang basah, kecepatan aliran dan kedalaman sungai tersebut.

Kapasitas aliran tampang sungai tergantung pada luas tampang basah dan kecepatan aliran. Secara parsial, luas tampang basah tergantung pada tinggi muka air, sedangkan kecepatan tergantung pada tinggi muka air, kekasaran dinding dan kemiringan memanjang sungai penggal tersebut.

Rumus Kecepatan (Manning) :

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2.2)$$

Dengan :

$$R = A / P$$

Keterangan :

Q = Debit (m<sup>3</sup>/dt)

A = Luas Tampang Basah (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan aliran rata-rata pada luas bagian penampang basah  
(m/dt)

n = Koefisien Kekasaran Manning yang dipilih berdasarkan material  
dinding sungai, dapat dilihat pada tabel 2.1

R = Jari-jari Hidraulis (m)

I = Kemiringan Sungai Memanjang

P = Keliling Basah

Tabel 2.1 Koefisien Kekasaran Manning's

No.	Jenis Dinding Sungai	n
1.	Lapisan semen mulus, kayu	0,010
2.	Kayu datar, saluran lapisan kayu-kayu baru, besi tuang berlapis	0,012
3.	Pipa selokan bening yang bagus, tembok bata yang bagus, pipa beton biasa, kayu tidak datar, saluran logam mulus	0,013
4.	Pipa selokan tanah biasa dan pipa besi tuang, lapisan semen biasa	0,015
5.	Kanal-kanal tanah, lurus, dan terpelihara	0,023
6.	Kanal-kanal galian, kondisi biasa	0,027
7.	Sungai dalam kondisi baik	0,030

8.	Tanah yang tidak rata	0,035
9.	Tanah yang sama sekali tidak rata (banyak batu-batu)	0,040

### 2.3 Banjir Rancangan

Untuk keperluan perencanaan teknis pengendalian banjir yang bersifat fisik, diperlukan besaran debit banjir tertentu yang dikendalikan, yang pada umumnya dinyatakan dalam periode ulang (frekuensi) kemungkinan terjadinya (dalam tahun), besaran debit banjir ini biasanya disebut debit banjir rencana dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ).

Besar dan frekuensi banjir pada suatu kawasan dikendalikan oleh faktor-faktor penyebabnya seperti intensitas hujan, durasi banjir, serta luas DAS dan faktor lingkungan yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi dan waktu konsentrasi. Dalam perencanaan bangunan air perlu memperkirakan debit terbesar dari aliran sungai yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu yang disebut debit banjir rancangan. Dalam penetapan debit banjir rancangan hendaknya tidak terlalu kecil, agar jangan sering terjadi bahaya banjir yang dapat merusak bangunan atau daerah sekitar oleh debit banjir yang lebih besar dari rencana. Akan tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga bangunan menjadi tidak ekonomis. Untuk itu besar debit banjir rancangan ditetapkan dengan kala ulang tertentu. Pada analisis yang dilakukan akan dihitung banjir rancangan dengan kala ulang 10, 20, 50, 100, 200, 500, dan 1000 tahun, agar dapat dilihat tingkat keamanan yang tercapai.

Dalam praktek penentuan debit banjir rancangan perlu mempertimbangkan beberapa hal yaitu :

- a. biaya pelaksanaan dan pemeliharaan bangunan air,
- b. umur ekonomi dari bangunan,
- c. besarnya kerugian yang ditimbulkan oleh banjir.

Analisis debit rancangan dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain : analisis frekuensi, metode empirik, rasional, hidrograf satuan dan MAF (*Mean Annual Flood*). Masing-masing cara dijelaskan pada sub bab berikut ini :

### 2.3.1 Metoda Empirik

Analisis debit didasarkan pada data banjir tinggi yang terjadi pada masa lalu untuk beberapa DAS kemudian diwujudkan dalam kurva atau persamaan regresi sederhana.

Persamaan Regresi :

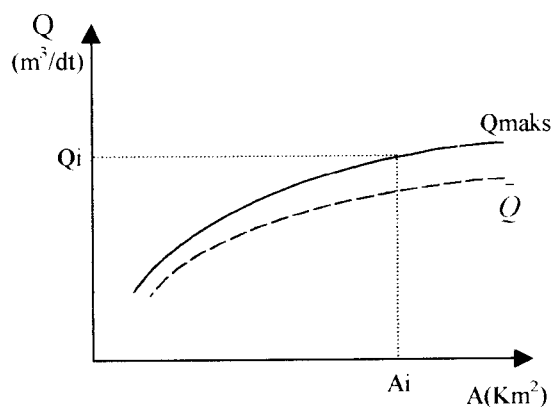
$$Q = n \cdot A^m \quad (2.3)$$

Keterangan :

Q = Debit ( $m^3/dt$ )

n,m = Konstanta Regresi

A = Luas daerah banjir ( $km^2$ )



Gambar 2.1 Hubungan antara Debit dengan Luas daerah banjir

### 2.3.2 Metoda Rasional

Rumus Rasional hanya digunakan untuk menentukan banjir maksimum bagi saluran-saluran dengan daerah aliran kecil, kira-kira 40-80 ha (Imam Subarkah, 1980)

Rumus Dasar :

$$Q_p = C \cdot i_T \cdot A \quad (2.4)$$

Keterangan :

A = Luas Daerah Aliran Sungai (Km<sup>2</sup>)

$i_T$  = Intensitas Hujan T Tahun (jam)

C = Koefisien Aliran

$Q_p$  = Debit puncak (m<sup>3</sup>/dt)

Syarat Batas :

1. Berlaku pada daerah (A) kurang atau sama dengan 40-80 ha.
2. Lama hujan ( $t_D$ ) sama atau lebih besar dari waktu konsentrasi ( $t_C$ ),

3. Hujan merata dengan intensitas tetap,
4. Tidak ada perubahan fisik DAS.

Luas daerah aliran sungai diukur dengan planimeter pada peta topografi. Kalau tersedia foto udara, penentuan luas daerah aliran lebih mudah karena batas-batas daerah aliran dapat ditentukan lebih jelas.

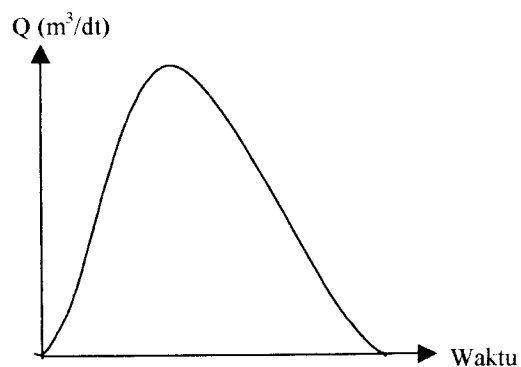
### 2.3.3 Metoda Hidrograf Satuan

Untuk mendapatkan suatu banjir rencana dari hujan dapat dipakai cara dengan mentransformasikan hyetograph hujan menjadi hidrograf aliran sungai. Untuk ini dipakai hidrograf satuan

Teori mengenai hidrograf satuan ada batas-batasnya. Kalau tingkatan pengalirannya meningkat, kecepatan air di permukaan tanah dan di sungai meningkat dan puncak hidrograf menjadi lebih tajam. Sebaliknya, hambatan tanah-tanah ledok dan hambatan pengaliran air di permukaan tanah juga meningkat dan mempunyai efek pengurangan pada hidrograf.

Hidrograf satuan tidak dapat dipakai untuk daerah aliran yang lebih besar dari kira-kira 5200 km<sup>2</sup>, karena efek dari *valley storage* dan variasi hujannya pada hidrograf satuan menjadi terlalu besar.

Hidrograf dapat dianggap sebagai suatu gambaran integral dari karakteristik fisiografis dan klimatis yang mengendalikan hubungan antara curah hujan dan pengaliran dari suatu daerah aliran tertentu. Hidrograf melukiskan suatu distribusi waktu dari pengaliran di tempat pengamatan dan menentukan kekomplekan karakteristik dari alirannya dengan suatu lengkung tunggal.



Gambar 2.2 Grafik Hidrograf Satuan

Rumus :

$$Q_{LL} = U \cdot H_e$$

$$Q_T = Q_{LL \text{ Maks } T \text{ tahun}} + Q_{BF} \quad (2.5)$$

Dengan :

U = Ordinat Hidrograf Satuan

H<sub>e</sub> = Hujan Efektif

Q<sub>BF</sub> = Aliran Dasar

Q<sub>LL</sub> = Debit Limpasan Langsung

Q<sub>T</sub> = Debit Banjir Rancangan kala ulang T tahun

#### 2.3.4 Analisis Frekuensi Banjir (*Flood Frekuensi Analysis*)

Analisis Frekuensi adalah analisis berulangnya suatu peristiwa baik jumlah frekuensi persatuan waktu, maupun periode ulangnya. Kualitas data dan panjang pengamatan sangat menentukan hasil analisa yang dilakukan, karena perbedaan panjang data yang digunakan untuk analisa memberikan penyimpangan yang cukup berarti terhadap perkiraan hujan dengan kala ulang tertentu. Makin



pendek data yang digunakan makin besar penyimpangan yang terjadi. Penyimpangan yang terjadi akibat kerapatan jaringan pengukur hujan, makin kecil kerapatan stasiun hujan akan terjadi penyimpangan yang besar pula. Persamaan dasar analisis frekuensi banjir adalah :

Rumus :

$$Q_T = \bar{Q} + k_T \cdot \sigma \quad (2.6)$$

Dengan :

$Q_T$  = Banjir Rancangan Kala Ulang T tahun.

$\bar{Q}$  = Debit Rerata Data.

$k_T$  = Faktor frekuensi

$\sigma$  = Standar Deviasi

Analisis frekuensi merupakan terapan statistika probabilitas. Kala ulang merupakan cerminan tingkat resiko, semakin penting suatu bangunan harus semakin kecil resiko kegagalannya, semakin tinggi Kala Ulang yang dipilih. Data yang harus tersedia adalah catatan banjir maksimum untuk jangka yang cukup panjang yaitu : banjir maksimum tahunan dan banjir diatas ambang atas.

Prosedur hitungan dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Disiapkan data untuk analisis yaitu data aliran tahunan,
2. Dihitung parameter statistik data,
3. Berdasarkan parameter statistik ditetapkan sebaran yang sesuai,
4. Dihitung faktor frekuensi ( $k_T$ ),
5. Dihitung banjir rancangan ( $Q_T$ ).

### 2.3.4.1 Data Aliran

Analisis Frekuensi banjir merupakan cara yang dianggap paling sah (Sri Harto, 1986) sepanjang kaidah statistik dipenuhi dan tersedia data aliran. Data aliran yang dimaksud adalah debit tahunan maksimum, diambil dari rekaman debit dalam durasi paling tidak 20 tahun. Catatan debit diambil dari *AWLR* (*Automatic Water Level Recorders*), apabila hanya terdapat catatan manual maka analisis digunakan dengan cara MAF (Perhitungan debit puncak banjir tahunan rata-rata) dengan cara data diambil diatas ambang puncak (POT).

### 2.3.4.2 Parameter Statistik

Parameter statistik yang meliputi data Debit rata-rata, Standar Deviasi, Koefisien Variasi, Koefisien Kemencengan dan Koefisien Kurtosis. Nilai parameter tersebut selanjutnya digunakan sebagai data dasar dalam analisis hidrologi menggunakan metode statistik. Dalam penerapan metode statistik minimal selalu digunakan dua parameter atau lebih parameter statistik tersebut.

Dibawah ini rumus yang menentukan jenis sebarannya :

#### 1. Q rerata

Adalah nilai rata-rata penyimpangan mutlak dari rata-rata hitung untuk semua nilai variat

$$\bar{Q} = 1/n \cdot \sum Q_i \quad (2.7)$$

Keterangan :

$\bar{Q}$  = Debit rata-rata

n = Jumlah data

$Q_i$  = Nilai debit variate ke-i

## 2. Standar Deviasi ( $\sigma$ )

Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai  $\sigma$  akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka nilai  $\sigma$  akan kecil. Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma = [\sum (Q_i - \bar{Q})^2 / (n-1)]^{0.5} \quad (2.8)$$

Keterangan :

$\bar{Q}$  = Debit rata-rata

n = Jumlah data

$Q_i$  = Nilai variate ke-i

$\sigma$  = Standar Deviasi

## 3. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien Variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Cv = \sigma / \bar{Q} \quad (2.9)$$

Keterangan :

Cv = Koefisien Variasi

$\bar{Q}$  = Debit rata-rata

$\sigma$  = Standar Deviasi

## 4. Koefisien Kemencengan (Cs) atau disebut (*Skewness*)

Kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan (*asymmetry*) dari suatu bentuk distribusi. Pengukuran kemencengan

adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetris atau menceng. Umumnya ukuran kemencengan (*coefficient of skewness*) dan dapat dihitung dengan persamaan ini :

$$C_s = \frac{[n / (n-1)(n-2)] [\sum (Q_i - \bar{Q})^3 / \sigma^3]}{(2.10)}$$

Keterangan :

$C_s$  = Koefisien Kemencengan

$\bar{Q}$  = Debit rata-rata

$n$  = Jumlah data

$Q_i$  = Nilai variate ke-i

$\sigma$  = Standar Deviasi

### 5. Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

Pengukuran Kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi, dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$C_k = \frac{[n^2 / (n-1)(n-2)(n-3)] [\sum (Q_i - \bar{Q})^4 / \sigma^4]}{(2.11)}$$

Keterangan :

$C_k$  = Koefisien Kurtosis

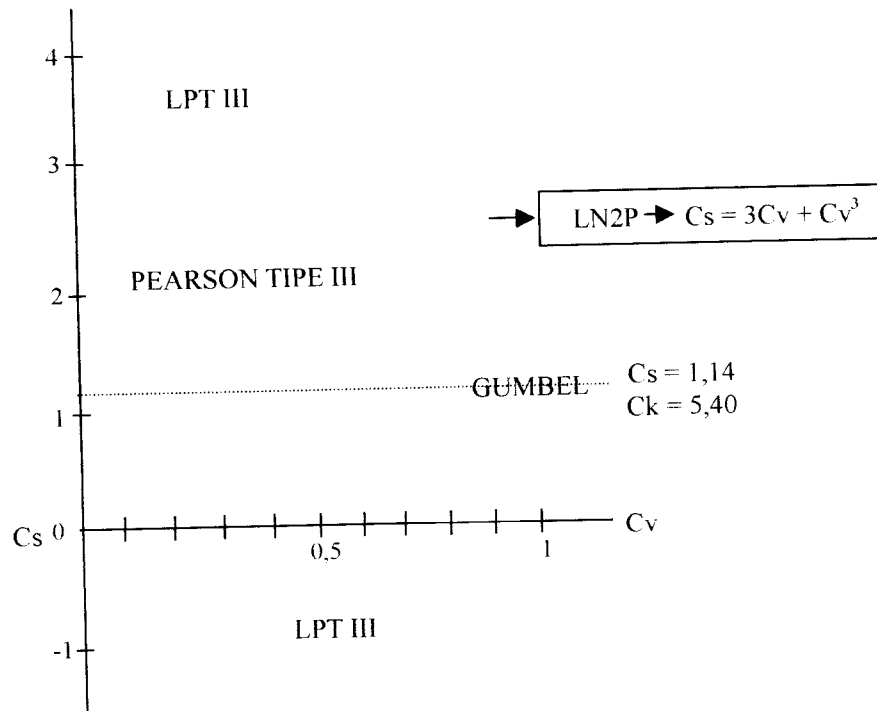
$\bar{Q}$  = Debit Rerata ( $m^3/dt$ )

$n$  = Jumlah data

$Q_i$  = Debit banjir maksimum ke-i

$\sigma$  = Standar Deviasi

Pada gambar 2.3 diberikan kurva  $C_v$  dan  $C_s$  sebagai arahan untuk memilih sebaran yang sesuai.



Gambar 2.3 Kurva  $C_v$  dan  $C_s$  untuk menuntun Pemilihan Sebaran

### 2.3.4.3 Penentuan Faktor Frekuensi

Nilai faktor frekuensi ( $k_T$ ) dipengaruhi oleh jenis jenis sebaran (parameter statistik) dan kalau ulang ( $T$ ).

#### 1. Pemilihan Sebaran

Jenis sebaran yang sering dipakai adalah sebaran Gumbel's bila  $C_s = 1,14$  dan  $C_k = 5,40$ , sebaran Normal bila  $C_s = 0$ , sebaran Normal Dua Parameter (LN2P) bila  $C_s = 3C_v + C_v^3$ , dan sebaran Log Person III dipakai bila nilai  $C_s$  terlalu tinggi atau negatif. Dibawah ini rumus untuk menghitung  $k_T$ , sesuai dengan jenis sebarannya.

### 1). Sebaran Normal

Sebaran normal banyak digunakan dalam analisis hidrologi, misal dalam analisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dan debit rata-rata tahunan.

Rumus :

$$k_T = Z \quad (2.12)$$

$Z =$  Standar Normal Deviasi

### 2). Sebaran LN2P

Sebaran LN2P mempunyai persamaan :

$$k_T = [e^{\{\ln(1+Cv^2)\}^{0.5Z} - \frac{1}{2}\ln(1+Cv^2)} - 1] / Cv \quad (2.13)$$

### 3). Sebaran Log Pearson Tipe III

Banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem.

Rumus :

$$k_T = Z + (Z^2-1)(Cs_2/6) + 1/3 (Z^3 - 6Z)(Cs_2/6)^2 - (Z^2-1)(Cs_2/6)^3 + Z(Cs_2/6)^4 + 1/3(Cs_2/6)^5 \quad (2.14)$$

$Cs_2 =$  Koefisien Kemencengan dari Logaritma Data.

### 4). Sebaran Extreme Value Type I (Gumbel's)

Umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Mempunyai koefisien Kemencengan  $Cs = 1,14$ . Peluang kumulatif dari distribusi ekstrem tipe I adalah :

$$k_T = -(6 / \pi)^{1/2} [0,5772 + \ln \{\ln (T / (T-1))\}] \quad (2.15)$$

$T =$  Kala Ulang Tahun (*Return Periods*)

Nilai  $Z$  (*Standar Normal Deviate*) tergantung dari besarnya kala ulang ( $T$ ).  $Z$  dibaca dari table "*Cumulative Probability Of The Standard Normal Distribution*" dapat dilihat di Lampiran 11.

## 2. Penilaian nilai $k_T$

Nilai  $k$  dapat dibaca pada tabel yang terdapat pada lampiran 12,13, yang sesuai dengan jenis sebarannya.

### 2.3.5 Perkiraan Debit Puncak Banjir Tahunan Rata-rata (*Mean Annual Flood = MAF*)

Untuk mengitung debit banjir maksimum yang dapat diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode ulang tertentu. Perhitungannya berdasarkan data debit puncak banjir maksimum tahunan hasil pengamatan dalam periode waktu yang cukup lama, minimal 10 tahun data runtut waktu.

Untuk mendapatkan debit puncak banjir pada periode ulang tertentu, maka dapat dikelompokkan menjadi dua tahap perhitungan :

1. Perhitungan debit puncak banjir tahunan rata-rata (*Mean Annual Flood = MAF*),
2. Penggunaan faktor pembesar (*Growth factor = Gf*) terhadap nilai MAF, untuk menghitung debit puncak banjir sesuai dengan periode ulang yang diinginkan.

Perkiraan debit puncak banjir tahunan rata-rata, berdasarkan data dari suatu DPS, dengan ketentuan :

1. Apabila tersedia data debit, minimal 10 tahun data runtut waktu, maka MAF dihitung berdasarkan data serial debit puncak banjir tahunan.
2. Apabila tersedia data debit, kurang dari 10 tahun data runtut waktu, maka MAF dihitung berdasarkan metode puncak banjir diatas ambang (*Peak Over a Threshold = POT*).
3. Apabila dari DPS tersebut, belum tersedia data debit, maka MAF ditentukan dengan persamaan regresi, berdasarkan data luas DPS, rata-rata tahunan dari curah hujan terbesar dalam satu hari, kemiringan sungai, dan indeks dari luas genangan seperti luas danau, genangan air, waduk.

Dari nilai MAF tersebut, berdasarkan nilai faktor pembesar (GF), maka dapat diperhitungkan debit puncak banjir terbesar yang dapat diharapkan dapat terjadi. Apabila data serial debit puncak banjir kurang dari 20 tahun, maka untuk menentukan MAF dari suatu DPS, diperlukan minimal dua metode, tergantung data yang tersedia. Hal ini dimaksudkan untuk menentukan nilai MAF yang logis terhadap suatu DPS. Penentuan MAF, seringkali masih memerlukan pertimbangan-pertimbangan logis, ketelitian dan pengalaman. Kalau perlu dilakukan pengukuran dan pengecekan lapangan untuk menentukan luas tampang penampang sungai, kecepatan aliran, batas ketinggian aliran melimpah dan frekuensi kejadiannya.

Parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam menentukan MAF adalah :

1. Luas daerah aliran ( $\text{Km}^2$ ),
2. Rata-rata tahunan dari hujan tahunan terbesar di daerah aliran (mm),



### 3. Indeks kemiringan (m/Km).

Perhitungan debit puncak banjir tahunan rata-rata (MAF) dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu :

1. Serial data (*data series*),
2. POT (*Peak Over a Threshold series*),
3. Persamaan Regresi (*Regression equation*).

#### 2.3.5.1 Metode Serial Data

Dalam penerapan metode serial data, untuk memperkirakan debit puncak banjir tahunan rata-rata, dilaksanakan dengan mengumpulkan data debit puncak banjir terbesar setiap satu tahun, dari runtut waktu dari pos duga air sungai dari suatu DPS atau sub DPS, dimana penelitian dilaksanakan minimal 10 tahun data.

#### 2.3.5.2 Metode POT

Perkiraan MAF hanya dibutuhkan apabila data banjir yang ada tidak cukup tahunnya untuk menentukan banjir perencanaan dengan analisis frekuensi banjir. Apabila data hanya ada 10 tahun rekaman data banjir, harus dipergunakan metoda puncak diatas ambang "*Peaks Over A Threshold*" (POT). Caranya adalah dengan terlebih dahulu memilih suatu nilai batas ambangnya (*flood discharge threshold*)  $q_0$ , sedemikian rupa sehingga per tahun, data yang digunakan rata-rata antara dua atau lebih yang melebihi dari *threshold*. Banjir terbesar dalam setahun diambil dari  $n$  (panjang tahun data) dan  $m$  (jumlah banjir di atas batas banjir) adalah data yang tersedia.

### 2.3.5.3 Metode Regresi

Metode ini dipakai dalam suatu DPS atau sub DPS yang tidak tersedia data aliran sungainya dan digunakan untuk sembarang tempat di Pulau Jawa dan Sumatera, tidak dianjurkan untuk memperkirakan debit puncak banjir tahunan rata-rata pada DPS atau sub DPS yang dominan terdiri dari daerah perkotaan. Parameter yang diperlukan untuk menerapkan metode regresi adalah :

1. Luas daerah pengaliran,
2. Rata-rata tahunan dari hujan tahunan terbesar dalam satu hari seluruh DPS,
3. Indek kemiringan.

### 2.3.5.4 Banjir T Tahunan Dengan Mempergunakan Faktor Pembesaran Regional

Apabila tidak cukup data untuk melakukan analisis frekuensi maka banjir T tahunan dapat dihitung dengan memperkalikan MAF dengan faktor pembesaran regional (GF) yang sepadan dengan fungsi dari T :

Rumus Banjir T tahunan :

$$Q_T = GF_T \cdot MAF \quad (2.17)$$

Rumus MAF :

$$MAF = Q_0 + \beta (0,5772 + \ln (m/n)) \quad (2.18)$$

$$\beta = 1/m \cdot \Sigma (Q_i - Q_0)$$

Keterangan :

$Q_0$  = Debit pada ambang yang ditetapkan.

$m$  = Jumlah data yang diperpanjang.

$n$  = Jumlah tahun data.

$GF_T$  = Faktor Pembesaran Regional Tahunan (lampiran 14).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi yang akan dipilih dalam penelitian ini adalah sungai Pekalongan yang ada didesa Kuripan Lor, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. Sungai Pekalongan adalah anak sungai dari sungai Kupang yang mempunyai panjang dari *Take Off* sampai laut adalah  $(L) = 10,2$  Km. Gambar lokasi sungai Pekalongan dapat dilihat pada gambar 3.1

#### **3.2 Pengambilan Data**

Pada penelitian akan dihitung besarnya debit maksimum dan kapasitas tampang sungai Pekalongan. Untuk dapat menghitung besarnya debit maksimum tersebut diperlukan data debit aliran sungai Pekalongan minimal selama 10 tahun dari tahun 1992-tahun 2001 yang diambil dari Pusat Pengembangan Sumber Daya Air (PPSDA) Balai Hidrologi Madukoro Blok AA-BB Semarang, sedangkan gambar lokasi dan gambar penampang sungai memanjang diambil dari PT.Wijaya Karya Proyek Kuripan Lor Pekalongan.

### **3.3 Analisis**

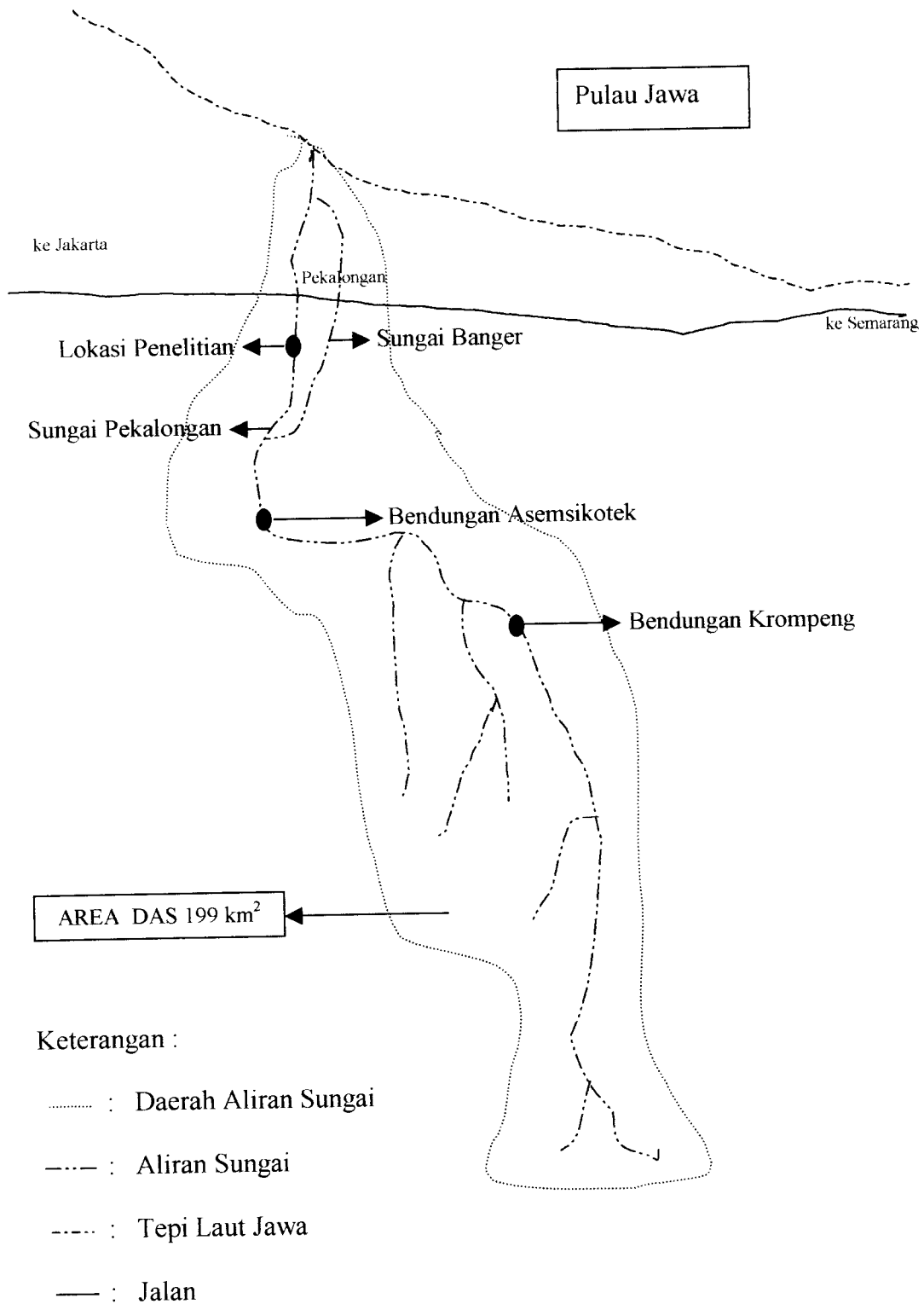
#### **3.3.1 Banjir Rancangan**

Analisis debit rancangan dengan kala ulang 10, 20, 50, 100, 200, 500 dan 1000 tahun dihitung dengan menggunakan metode analisis frekuensi banjir, karena data yang diperoleh hanya 10 tahun maka data harus dihitung dengan debit puncak banjir tahunan rata-rata ( $MAI'$ ).

Data-data yang didapat merupakan data yang belum siap dipakai untuk perhitungan. Untuk itu data tersebut perlu diolah terlebih dahulu dengan cara Analisis frekuensi banjir yang didapat dari hitungan parameter statistik (debit rerata, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemencengan, dan koefisien kurtosis), pemilihan sebaran (Normal, Gumbel's, LN2P, LPT III, Pearson Type III) dan faktor frekuensi. Panjang data pendek yaitu 10 data padahal dibutuhkan untuk menghitung debit maksimum kala ulang minimal 20 data maka digunakan dengan cara POT yaitu menetapkan debit di atas ambang yang tiap tahun bisa diambil dua atau lebih data.

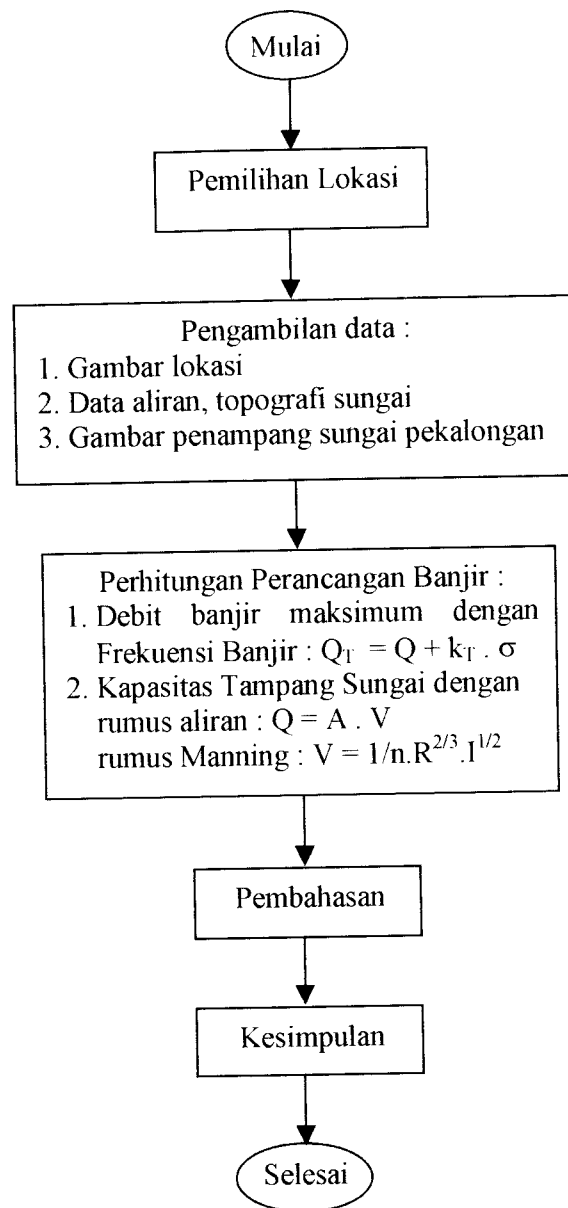
#### **3.3.2 Kapasitas saluran atau sungai**

Kapasitas tampang sungai dihitung dengan cara Rumus Kecepatan Manning's untuk mengetahui luas penampang basah, tinggi muka air, keliling basah, radius hidraulik, kecepatan aliran dan kedalaman sungai sehingga mengetahui debit maksimum yang bisa ditampung dan tidak terjadi banjir.



Gambar 3.1 Daerah Aliran Sungai Pekalongan

Sumber : PT. Wijaya Karya



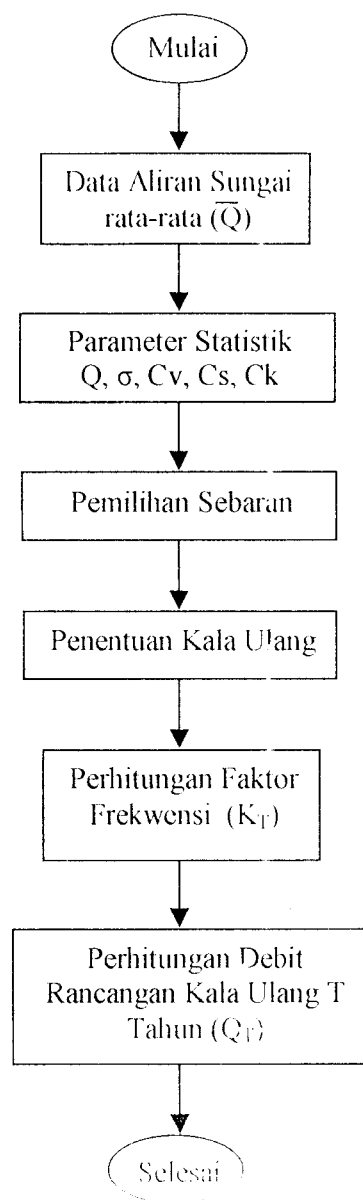
Gambar 3.2 Bagan Alir (*Flow Chart*) Penelitian

## **BAB IV**

### **ANALISIS**

#### **4.1 Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Kala Ulang T Tahun**

Dalam penetapan debit banjir rancangan hendaknya ditetapkan tidak terlalu kecil, agar jangan sering terjadi bahaya banjir yang dapat merusak bangunan atau daerah sekitar oleh debit banjir yang lebih besar dari rencana. Akan tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga bangunan menjadi mahal. Untuk itu besar debit banjir rancangan ditetapkan dengan kala ulang tertentu. Pada penelitian ini akan dihitung banjir rencana kala ulang 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun, 500 tahun dan 1000 tahun. Sebelum menghitung banjir rencana terlebih dulu dicari sebaran yang sesuai untuk mendapatkan faktor frekwensi ( $K_T$ ). Adapun langkah-langkah untuk menentukan debit rancangan kala ulang T tahun dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bagan Alir (*Flow Chart*) Perhitungan Debit Banjir Rancangan



#### 4.1.1 Debit Banjir Rancangan dengan cara Analisis Frekuensi

##### 4.1.1.1 Data Aliran Sungai

Data debit yang tersedia dari Pos Duga Air Kuripan Kidul yaitu tahun 1992 sampai 2001. Dari pembacaan data, maka debit tahunan maksimum dan tanggal kejadiannya dapat dilihat pada tabel 4.1. Debit tertinggi adalah 234 m<sup>3</sup>/dt terjadi pada tahun 1993, sedangkan terendah adalah 40,4 m<sup>3</sup>/dt terjadi pada tahun 1992. Karena panjang data yang didapatkan pendek yaitu 10 data padahal dibutuhkan untuk menghitung debit maksimum adalah minimal 20 data maka digunakan dengan cara POT (*Peaks Over Threshold*) yaitu menetapkan debit di atas ambang yang tiap tahun bisa diambil dua atau lebih data. Dengan menetapkan nilai 103 m<sup>3</sup>/dt sebagai nilai ambang batas maka bisa mendapatkan 27 data dari empat tahun seperti terlihat di tabel 4.2

Tabel 4.1 Debit Maksimum Tahunan ( $Q_{maks}$ ) Sungai Pekalongan terukur di Kuripan Kidul

No.	Tahun	$Q_{maks}(m^3/dt)$	Tanggal
1.	1992	40,4	26-11-1992
2.	1993	234	30-01-1993
3.	1994	125	26-03-1994
4.	1995	194	19-01-1995
5.	1996	145	29-02-1996
6.	1997	91	30-01-1997
7.	1998	62,3	26-01-1998
8.	1999	84,7	14-12-1999
9.	2000	71,5	30-11-2000
10.	2001	93,5	20-02-2001

Tabel 4.2 Debit di atas POT pada Batas Debit 103 m<sup>3</sup>/detik

No.	Tahun	Qmaks (m <sup>3</sup> /dt)	Tanggal
1.	1993	106	31-01-1993
2.		114	29-01-1993
3.		234	30-01-1993
4.		106	01-02-1993
5.		108	02-02-1993
6.		109	05-02-1993
7.	1994	103	24-01-1994
8.		103	25-01-1994
9.		103	25-03-1994
10.		125	26-03-1994
11.		125	04-04-1994
12.	1995	119	15-01-1995
13.		138	16-01-1995
14.		127	17-01-1995
15.		116	18-01-1995
16.		194	19-01-1995
17.		143	20-01-1995
18.		126	01-02-1995
19.		106	05-02-1995
20.		183	11-02-1995
21.		142	12-02-1995
22.		108	13-02-1995
23.	1996	105	24-01-1996
24.		110	26-02-1996
25.		140	27-02-1996
26.		110	28-02-1996
27.		145	29-02-1996

#### 4.1.1.2 Perhitungan Parameter Statistik

Data yang digunakan dalam menentukan besarnya parameter statistik adalah data aliran tahunan, yang terbesar pada bulan dan tahun yang bersangkutan. Perhitungan besarnya harga parameter statistik seperti berikut ini :

$$1. \text{ Q Rerata} = \bar{Q}$$

$$\bar{Q} = (1/n) \sum Q_i$$

## 2. Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{(\sum (Q_i - \bar{Q})^2 / (n - 1))}$$

## 3. Koefisien Variasi

$$C_v = \sigma / \bar{Q}$$

## 4. Koefisien A Simetri Skwenes

$$C_s = \frac{n \times \sum (Q_i - \bar{Q})^3}{(n - 1)(n - 2) \sigma^3}$$

## 5. Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \times \sum (Q_i - \bar{Q})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3) \times \sigma^4}$$

Tabel 4.3 Perhitungan Statistik Data

No.	Q <sub>i</sub>	$\bar{Q}$	(Q <sub>i</sub> - $\bar{Q}$ )	(Q <sub>i</sub> - $\bar{Q}$ ) <sup>2</sup>	(Q <sub>i</sub> - $\bar{Q}$ ) <sup>3</sup>	(Q <sub>i</sub> - $\bar{Q}$ ) <sup>4</sup>
1.	40.4	114.14	-73.74	5437.588	-400968	29567359
2.	234	114.14	119.86	14366.42	1721959	2.06E+08
3.	125	114.14	10.86	117.9396	1280.824	13909.75
4.	194	114.14	79.86	6377.62	509316.7	40674032
5.	145	114.14	30.86	952.3396	29389.2	906950.7
6.	91	114.14	-23.14	535.4596	-12390.5	286717
7.	62.3	114.14	-51.84	2687.386	-139314	7222041
8.	84.7	114.14	-29.44	866.7136	-25516	751192.5
9.	71.5	114.14	-42.64	1818.17	-77526.8	3305741
10.	93.5	114.14	-20.64	426.0096	-8792.84	181484.2
	<b>1141.4</b>			<b>33585.64</b>	<b>1597438</b>	<b>2.89E+08</b>

Perhitungan :

## 1. Debit Rerata

$$\begin{aligned} \bar{Q} &= (1/10) \cdot \sum 1141,4 \\ &= 114,14 \end{aligned}$$

## 2. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= (\Sigma 33585,64 / (10-1))^{0,5} \\ &= 61,087\end{aligned}$$

## 3. Koefisien Variasi

$$\begin{aligned}Cv &= 61,087 / 114,14 \\ &= 0,535\end{aligned}$$

## 4. Koefisien Kemencengan

$$\begin{aligned}Cs &= \frac{10 \times (\Sigma 1597438)}{(9 \times 8) \times (61,087^3)} \\ &= 0,9733\end{aligned}$$

## 5. Koefisien Kurtosis

$$\begin{aligned}Ck &= \frac{10^2 \times (\Sigma 2,89E+08)}{(9 \times 8 \times 7) (61,087^4)} \\ &= 4,117\end{aligned}$$

**4.1.2 Pemilihan Sebaran**

Tabel 4.4 Pemilihan Sebaran

Sebaran	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$	$Cs = 0,9733$	Tidak dicoba
Gumbel Tipe I	$Cs = 1,1396$	$Cs = 0,9733$	Dicoba
LN2P	$Cs/Cv = 3$	$Cs/Cv = 1,82$	Tidak dicoba
Log Person III	$Cs > 3$ atau $Cs < 0$	$Cs = 0,9733$	Tidak dicoba

Sumber : Sri Harto, 1980

Perhitungan Sebaran dengan Extreme Value Type I (Gumbel's)

$$k = -(\sqrt{6}/\pi)[0,5772 + \ln \{\ln (T / (T-1))\}]$$

T = Kala Ulang Tahun (Return Periods).

Contoh :

$$T = 10 \text{ tahun}$$

$$\begin{aligned} k &= -(\sqrt{6}/\pi)[0,5772 + \ln \{\ln (10 / (10-1))\}] \\ &= 1,304 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Pemilihan Sebaran dengan Extreme Value Type I (Gumbel's)

T	K
10	1,304
20	1,866
50	2,592
100	3,132
200	3,679
500	4,395
1000	4,935

#### 4.1.1.4 Penentuan Kala Ulang

Untuk mengetahui debit banjir rencana kala ulang dengan perhitungan sebaran gumbel's.

Perhitungan untuk 10 tahun :

$$\begin{aligned} Q_T &= Q + k.\sigma \\ &= 114,14 + (1,304 \times 61,087) \\ &= 193,79 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Debit Rencana Kala Ulang dengan Gumbel's

T	K	QT
10	1,304	193,79
20	1,866	228,13
50	2,592	272,47
100	3,132	305,70
200	3,679	338,87
500	4,395	382,62
1000	4,935	415,60

#### 4.1.4 Perhitungan Banjir T Tahunan Rata-rata dengan cara MAF

Dari data sebanyak 27 debit dapat dilihat pada tabel 4.7 dengan *threshold* ( $Q_0$ ) 103 m<sup>3</sup>/detik, Panjang tahun data (n) 4, jumlah banjir di atas batas banjir (m) 27, dari lampiran No.14 di didapat GFT (Faktor pembesaran regional) 1,55; 1,87; 2,34; 2,77; 3,26; 3,99; 4,66 dengan cara interpolasi karena luas DAS 199 km<sup>2</sup> dengan kala ulang 10, 20, 50, 100, 200, 500 dan 1000 tahun. Selanjutnya akan dianalisis berdasarkan cara MAF (*Mean Annual Floods*) dengan persamaan 2.15 dan 2.16 sebagai berikut :

Tabel 4.7 Debit di atas POT pada Batas Debit 103 m<sup>3</sup>/detik

No.	Tahun	Qmaks (m <sup>3</sup> /dt)	(Qi-Q <sub>0</sub> )
1.	1993	106	3
2.		106	3
3.		108	5
4.		109	6
5.		114	11
6.		234	131
7.	1994	103	0
8.		103	0
9.		103	0
10.		125	22
11.	1995	125	22
12.		106	3
13.		108	5
14.		116	13

15.		119	16
16.		126	23
17.		127	24
18.		138	35
19.		142	39
20.		143	40
21.		183	80
22.		194	91
23.	1996	105	2
24.		110	7
25.		110	7
26.		140	37
27.		145	42

$$\Sigma = 667$$

Persamaan 2.15 dan persamaan 2.16 sebagai berikut :

$$MAF = Q_0 + \beta (0,5772 + \ln (m/n))$$

$$\beta = (1/m) \cdot \Sigma (Q_i - Q_0)$$

$$= (1/27) \cdot 667$$

$$= 24,70$$

$$MAF = 103 + 24,70 (0,5772 + \ln (27/4))$$

$$= 164,42 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan :

Debit Banjir dengan kala ulang 10 tahun :

$$Q_T = GF_T \cdot MAF$$

$$= 1,55 \cdot 164,42$$

$$= 254,85 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 4.8 Debit Rencana Kala Ulang dengan MAF :

T	GF <sub>T</sub>	Q <sub>T</sub> MAF (m <sup>3</sup> /dt)
10	1,55	254,85
20	1,87	307,46
50	2,34	384,74
100	2,77	455,44
200	3,26	536,01
500	3,99	656,04
1000	4,66	766,19

Tabel 4.9 Debit Banjir Rancangan (Q<sub>T</sub>) atas dasar Q<sub>POT</sub> dan Q<sub>maks</sub>

T	Q <sub>T</sub> AF (m <sup>3</sup> /dt)	Q <sub>T</sub> MAF (m <sup>3</sup> /dt)
10	193,79	254,85
20	228,13	307,46
50	272,47	384,74
100	305,70	455,44
200	338,87	536,01
500	382,62	656,04
1000	415,60	766,19

#### 4.1 Perhitungan Kapasitas Tampang Sungai

##### 4.2.1 Data kemiringan sungai

Data kemiringan sungai ini dapat dicari dengan mengetahui terlebih dahulu panjang sungai, elevasi terendah dan elevasi tertinggi yang ada digambar penampang sungai tersebut.

Rumus :

$$I = (H_2 - H_1) / L \quad (4.1)$$

Keterangan :

I = Kemiringan Sungai

H<sub>2</sub> = Elevasi tertinggi

H<sub>1</sub> = Elevasi PKL 12A



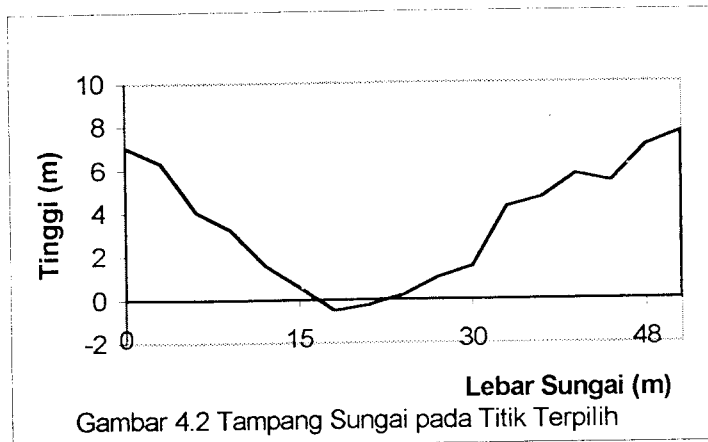
$$L = \text{Panjang Sungai (m)}$$

Sebagai perhitungan untuk PKL 12 A memiliki panjang sungai (L)125,44 m, elevasi tertinggi ( $H_2$ ) -0,216 dan elevasi terendah ( $H_1$ )-0,502 maka kemiringan sungai adalah :

$$\begin{aligned} I &= (-0,216+0,502)/160,88 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Data Tampang Sungai

Perhitungan profil aliran dengan suatu metode tahapan standar dilakukan dari pos satu ke pos lainnya tetapi dalam penelitian ini hanya ditinjau satu pos saja dan merupakan titik-titik penampang yang ada pada sungai. Hasil akhir yang diperoleh adalah merupakan profil aliran yang memanjang searah as sungai. Pada daerah penelitian yang ditinjau mempunyai ukuran penampang yang berbeda pada sepanjang sungai, dasar sungai terendah terletak pada ketinggian -0,502 meter, tebing kiri pada +7,051 meter, dan tebing kanan pada +7,655 meter terhadap titik nol setempat. Dengan ketinggian tersebut, maka tinggi tebing kiri adalah 7,553 meter dan tebing kanan adalah 8,157 meter terhadap dasar sungai terendah. Tampang sungai secara detail dapat dilihat pada gambar 4.2. pengamatan terhadap tampang memanjang di sekitar penggal tersebut, sebanyak tujuh titik sejauh 125,44 meter dapat dilihat pada gambar 4.3, didapat kemiringan memanjang yang tidak menerus. Dari persamaan 4.1 diatas maka I (kemiringan sungai) didapat 0,0022.



#### 4.2.3 Perhitungan Tinggi Muka Air

Untuk menghitung tinggi muka air akibat debit banjir yang terjadi, maka harus diketahui terlebih dahulu Luas Penampang ( $A$ ), Keliling Basah ( $P$ ), Radius Hidraulik ( $R$ ), Kecepatan Aliran ( $V$ ) dan debit ( $Q$ ) sungai dengan cara per pias satu meter. Dalam perhitungan ini data-data yang diperlukan yaitu data debit banjir kala ulang 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun, 500 tahun, 1000 tahun dan data kapasitas sungai Pekalongan serta Koefisien Kekasaran Manning's ( $n$ ).

#### 4.2.3 Koefisien Kekasaran Manning's

Nilai  $n$  pada suatu saluran tidak akan sama pada setiap keadaan. Nilai sangat bervariasi meskipun dalam penampang yang sama, variasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa keadaan disekitar sungai. Berdasarkan material dinding sungai, berupa tanah berbatu atau tanah yang sama sekali tidak rata maka nilai kekasaran dinding,  $n$ , diambil sebesar 0,0040 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Hasil hitungan debit setiap ketinggian pada tampang tersebut dapat dilihat pada tabel 4.10, sedangkan grafik hubungan tinggi muka air dengan debit dapat dilihat pada gambar 4.3

Tabel 4.10 Hubungan Tinggi (H) dengan Luas Tampang (A), Keliling Basah (P), Radius Hidraulik (R), Kecepatan Aliran (V), dan Debit (Q).

No.	H(m)	Elevasi (m)	A (m <sup>2</sup> )	P(m)	R(m)	V(m/dt)	Q(m <sup>3</sup> /dt)
1	0,000	-0,502	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
2	1,000	0,498	7,570	13,460	0,5624	0,7989	6,0480
3	2,000	1,498	23,195	18,630	1,2450	1,3570	31,4774
4	3,000	2,498	42,570	22,030	1,9323	1,8191	77,4428
5	4,000	3,498	64,770	25,930	2,4978	2,1587	139,8211
6	5,000	4,498	91,180	31,400	2,9038	2,3867	217,6194
7	6,000	5,498	121,930	35,440	3,4404	2,6723	325,8416
8	7,000	6,498	162,230	46,430	3,4940	2,7000	438,0326
9	7,553	7,051	193,830	51,840	3,7390	2,8248	547,5393

Perhitungan :

$$R = A/P$$

$$= 7,57/13,46$$

$$= 0,5624$$

$$V = 1/n.R^{2/3}.I^{1/2}$$

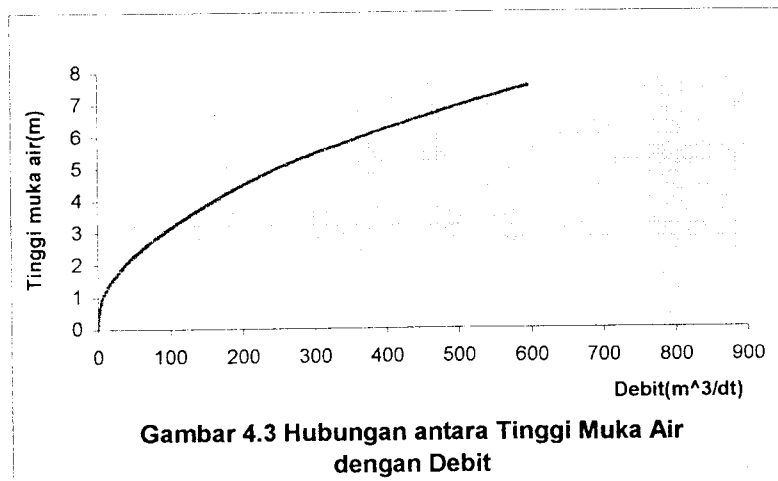
$$= (1/0,040).0,5624^{2/3}.0,0022^{1/2}$$

$$= 0,7989 \text{ m/dt}$$

$$Q = A . V$$

$$= 7,57 . 0,7989$$

$$= 6,0480 \text{ m}^3/\text{dt}$$



Berdasarkan kapasitas di atas tinggi muka air untuk setiap nilai banjir rancangan dapat dilihat pada tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11 Hubungan antara Debit Rancangan dengan Tinggi Muka Air Air

No	Kala Ulang, T (tahun)	$Q_T$ ( $m^3/dt$ )	Tinggi Muka Air (m) dari gambar 4.3	Catatan
1.	10	254,85	5,50	Aman
2.	20	307,46	5,75	Aman
3.	50	384,74	6,75	Aman
4.	100	455,44	7,25	Aman
5.	200	536,01	7,40	Aman
6.	500	656,04	8,00	Banjir
7.	1000	766,19	8,50	Banjir

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Pada tugas akhir ini penelitian dilakukan di bagian hilir sungai Pekalongan yang terletak di daerah Kuripan Lor, Kabupaten Pekalongan Selatan, Jawa Tengah.

Penelitian ini membahas seberapa besar debit maksimum yang dapat ditampung sungai Pekalongan dan kapasitas tampangnya berdasarkan data aliran sungai dari tahun 1992-tahun 2001 yang dikeluarkan Balai PSDA Madukoro Semarang.

Untuk mengetahui penetapan banjir rancangan yang dapat digunakan untuk perancangan bangunan hidraulik dan juga untuk mengetahui debit maksimum sungai Pekalongan tersebut merupakan debit banjir untuk kala ulang tahunan dengan menggunakan sebaran Gumbel's yang berdasarkan debit aliran rata-rata maksimum harian selama 10 tahun, dari tahun 1992 sampai dengan tahun 2001 yaitu sebesar 254,85; 307,46; 384,74; 455,44; 536,00; 656,03; 766,19 m<sup>3</sup>/dt dengan kala ulang 10, 20, 50, 100, 200, 500 dan 1000 tahun.

Dari perhitungan tinggi muka air yang terjadi maka debit banjir sungai Pekalongan hingga debit banjir pada kala ulang 200 tahunan belum membahayakan hunian disekitarnya pada titik pengamatan karena debit banjir

tersebut masih dapat ditampung oleh tanggul pengaman di sisi-sisi sungai Pekalongan.

Pada penelitian ini terdapat asumsi yang secara tidak langsung mempengaruhi hasil penelitian yaitu kesalahan yang disebabkan peralatan dan manusia seperti tingkat ketelitian alat, kesalahan manusia seperti kesalahan dalam pembacaan dan penulisan.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari uraian perhitungan di muka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya debit maksimum sungai Pekalongan yang dapat ditampung adalah  $595,2065 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan elevasi tebing kiri 7,553 meter.
2. Debit banjir rancangan yang diterima sungai Pekalongan hingga kala ulang 200 tahun adalah  $536,01 \text{ m}^3/\text{dt}$  sehingga cukup aman, hal ini dapat dilihat dan tinggi muka air masih lebih rendah daripada tinggi tanggul.

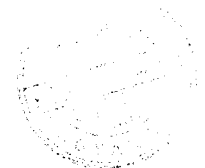
#### **6.2 Saran**

Dari beberapa kesimpulan di atas maka saran yang dapat diberikan adalah :

1. Perlunya data-data yang lebih lengkap dan lebih memadai sehingga dapat diketahui karakteristik hujan dan besarnya debit banjir yang terjadi lebih teliti dan akurat dengan membandingkan kejadian-kejadian sebelumnya dalam satu perhitungan.
2. Perlunya penyuluhan kepada masyarakat sekitar sungai Pekalongan dibagian hulu hingga hilir sungai tentang pembangunan yang berwawasan lingkungan seperti membuat sumur resapan air hujan pada setiap bangunan

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bambang Sulistiono, **Diktat Mata Kuliah Rekayasa Hidrologi**, JTS FT UII (Tidak diterbitkan).
2. Bambang Triatmodjo, 1993, **Hidraulika II**, Beta Offset.
3. C.D Soemarto, 1987, **Hidraulika Teknik**, Usaha Nasional, Surabaya.
4. Imam Subarkah, 1980, **Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air**, Idea Dharma, Bandung
5. Joesron Loebis, 1984, **Banjir Rencana Untuk Bangunan Air**, Departemen Pekerjaan Umum.
6. Joesron Loebis, 1993, **Hidrologi Sungai**, Departemen Pekerjaan Umum.
7. Lalu Makruf, 2004, **Analisis Frekuensi Dalam Hidrologi**, UII Yogya
8. Soewarno, 1991, **Hidrologi**, Nova
9. Sri Harto, 1993, **Analisis Hidrologi**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.





Data Debit Sungai (m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 1992

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	-	-	-	14,7	17,0	22,8	6,46	1,62	2,42	4,59	5,98	16,7
2.	-	-	-	10,9	14,3	25,0	6,02	2,59	1,67	6,66	4,21	32,7
3.	-	-	-	15,1	13,1	23,5	6,68	2,77	2,12	9,11	3,76	18,0
4.	-	-	-	18,2	14,1	23,0	6,68	4,41	2,60	6,54	3,36	15,9
5.	-	-	-	15,9	15,3	21,3	5,91	2,64	2,12	5,36	3,85	8,81
6.	-	-	-	13,3	14,3	18,0	5,58	2,82	2,58	3,61	2,72	6,56
7.	-	-	-	14,9	14,7	27,8	5,36	2,58	4,17	5,11	2,48	10,1
8.	-	-	-	13,7	15,9	30,8	6,24	2,64	2,64	8,63	2,42	6,89
9.	-	-	-	28,7	16,3	16,3	5,25	2,70	2,52	10,2	2,30	9,29
10.	-	-	-	36,5	16,1	17,6	4,61	1,98	2,05	13,1	2,19	15,7
11.	-	-	-	17,8	16,1	20,8	3,56	2,16	2,29	12,1	2,25	19,8
12.	-	-	-	21,5	15,9	23,5	2,34	2,21	2,04	7,34	2,49	18,2
13.	-	-	-	17,6	15,3	20,0	2,22	1,91	2,34	5,87	2,46	19,1
14.	-	-	-	17,8	15,7	15,5	2,16	1,91	2,88	5,54	2,07	20,3
15.	-	-	-	15,5	15,5	15,5	2,32	1,97	2,10	9,42	1,77	22,3
16.	-	-	-	18,5	15,3	17,0	2,50	1,75	2,40	5,87	2,07	22,5
17.	-	-	-	17,4	15,5	18,7	2,38	1,70	1,91	5,43	2,43	13,1
18.	-	-	-	16,3	14,9	10,8	2,20	1,49	2,33	15,7	2,79	18,5
19.	-	-	-	14,9	13,9	17,2	2,22	1,44	2,51	6,41	2,13	11,3
20.	-	-	-	14,3	13,7	12,8	2,07	1,44	2,51	6,08	1,37	-
21.	-	-	-	14,5	13,3	7,54	1,84	1,69	2,21	4,02	2,12	-
22.	-	-	-	16,8	13,3	6,90	1,74	2,44	2,03	3,35	2,56	-
23.	-	-	-	18,0	15,3	5,80	1,95	10,1	2,57	3,35	3,62	-
24.	-	-	-	18,7	17,8	7,54	2,30	2,79	3,23	3,11	2,74	-
25.	-	-	-	20,5	25,0	6,90	2,12	2,13	2,50	3,11	2,38	-
26.	-	-	-	19,6	22,8	6,57	2,07	1,89	2,50	4,38	40,4	3,80
27.	-	-	-	18,7	15,9	6,24	2,12	2,07	2,98	8,29	11,4	3,56
28.	-	-	-	18,5	14,9	6,46	2,00	2,37	2,86	5,62	2,38	4,07
29.	-	-	-	15,3	14,3	6,24	1,83	2,67	2,80	6,41	2,98	4,43
30.	-	-	-	18,0	17,4	6,24	1,62	2,48	2,74	6,53	13,9	5,03
31.	-	-	-	-	18,7	-	1,52	2,85	-	5,98	-	6,57

Sumber : PSDA Jawa Tengah

Data Debit Sungai (m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 1993

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	10,8	106	12,9	15,3	27,0	10,9	17,0	5,80	1,80	1,45	4,70	13,1
2.	12,7	108	12,7	13,5	27,0	10,1	16,3	5,91	1,98	1,35	6,90	12,0
3.	7,22	96,5	12,9	12,4	31,1	9,62	14,9	7,86	1,98	1,30	6,35	14,5
4.	8,02	77,5	13,1	11,8	27,8	8,98	14,7	7,22	1,80	2,04	4,92	12,2
5.	24,2	109	15,9	8,66	30,8	8,82	14,1	7,38	1,98	1,98	6,02	12,2
6.	22,0	88,0	13,9	9,14	32,6	8,66	13,1	6,79	1,98	1,70	6,02	13,1
7.	10,6	99,01	12,9	11,6	37,5	8,50	11,3	6,02	2,94	1,50	5,14	12,7
8.	9,46	59,1	12,6	18,7	24,5	8,50	10,4	5,36	2,64	1,50	5,47	11,5
9.	21,2	38,6	16,1	17,6	25,2	27,8	9,78	5,14	3,40	1,50	5,14	13,5
10.	6,57	50,0	14,7	19,6	20,7	12,9	9,62	5,03	2,94	2,82	6,02	12,0
11.	4,70	30,8	10,6	18,7	19,8	10,1	9,62	4,81	2,34	2,52	5,69	12,2
12.	4,70	40,9	10,3	17,2	30,2	25,2	9,14	4,52	1,75	5,14	6,35	17,4
13.	5,36	30,5	10,1	21,2	19,8	28,1	8,66	4,34	1,65	4,16	8,98	16,3
14.	4,61	29,9	8,98	18,5	18,7	24,2	8,50	5,25	1,55	4,34	11,6	17,4
15.	4,81	26,0	10,3	26,0	20,5	26,2	8,60	6,24	1,60	4,25	12,6	16,1
16.	9,94	15,5	11,5	18,7	20,0	23,5	8,02	5,14	1,40	4,16	15,9	16,3
17.	35,3	11,6	7,06	17,4	19,1	21,5	8,02	5,58	1,23	4,16	16,7	19,6
18.	19,1	8,98	7,22	19,3	14,3	19,6	8,02	5,03	1,23	4,07	17,0	18,9
19.	21,7	7,70	12,6	18,9	12,7	18,2	7,54	15,1	1,45	5,80	9,62	18,9
20.	29,0	6,35	11,8	23,2	10,4	19,6	7,38	14,1	1,35	8,18	8,82	21,7
21.	31,7	5,58	10,3	15,1	10,6	20,0	7,06	5,91	1,26	5,80	7,86	20,7
22.	35,9	16,3	5,80	13,7	14,3	19,6	7,06	6,24	1,23	7,38	6,79	24,2
23.	85,0	6,24	5,91	24,0	26,7	28,1	8,34	12,7	1,26	5,47	6,46	23,5
24.	61,8	6,57	5,91	22,5	25,0	23,0	6,46	7,22	1,40	5,14	9,78	19,3
25.	41,4	6,35	9,62	26,5	30,2	22,2	6,46	2,88	1,35	8,02	9,62	21,5
26.	20,7	13,7	11,3	32,9	46,3	21,2	6,35	2,40	1,35	5,69	13,1	20,5
27.	19,6	13,5	16,1	23,5	33,8	19,6	6,02	2,82	1,50	6,02	13,3	19,8
28.	77,0	13,9	12,9	20,5	21,7	18,9	6,02	2,40	1,40	5,03	12,2	22,7
29.	114	-	8,98	19,8	19,2	18,2	5,47	2,34	1,30	6,24	12,6	19,3
30.	234	-	9,30	19,6	15,1	17,0	6,24	2,16	1,45	6,02	16,5	18,9
31.	106	-	13,7		13,5		6,13	1,65		7,22		16,3

Sumber : PSDA Jawa Tengah

Data Debit Sungai (m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 1994

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	17,0	26,0	34,7	26,2	23,0	5,03	1,50	0,75	0,77	0,85	0,46	2,94
2.	18,7	22,2	33,2	22,5	25,5	5,14	1,98	0,75	0,77	0,82	0,46	2,94
3.	21,5	30,5	31,1	22,0	20,7	5,14	1,92	0,75	0,77	0,80	0,47	4,81
4.	19,6	23,2	22,5	125	19,3	5,14	1,92	0,72	0,77	0,80	0,47	3,40
5.	17,2	22,0	30,5	54,4	18,9	5,24	1,92	0,72	0,77	0,80	0,47	3,16
6.	16,5	19,8	29,3	52,0	44,2	4,92	1,50	0,72	0,77	0,80	0,47	2,94
7.	18,0	18,5	22,7	46,0	26,0	4,81	1,50	0,72	0,77	0,77	0,47	2,88
8.	17,4	18,9	22,7	45,7	12,0	8,18	1,98	0,75	0,77	0,77	0,46	3,48
9.	30,8	17,8	35,6	44,2	11,8	7,86	1,92	0,72	0,77	0,77	0,46	7,06
10.	18,2	18,9	35,0	23,7	15,7	7,70	1,92	0,77	0,77	0,77	0,44	8,18
11.	17,2	17,6	48,0	19,6	6,57	6,68	1,86	0,77	0,77	0,80	0,43	5,80
12.	15,9	17,0	46,3	17,0	19,1	6,57	1,86	0,77	0,77	0,80	0,42	3,48
13.	15,7	19,6	45,7	58,2	16,7	7,22	1,70	0,77	0,77	0,80	0,45	5,80
14.	18,7	21,7	36,8	47,0	12,6	4,25	1,30	0,75	0,75	0,80	0,56	6,57
15.	17,0	20,7	42,8	96,0	11,8	3,98	1,23	0,75	0,75	0,82	0,52	8,34
16.	18,5	21,0	43,3	47,3	11,5	3,64	0,87	0,80	0,75	0,80	0,52	8,18
17.	24,5	22,0	35,3	43,3	11,8	3,56	0,85	0,77	0,72	0,77	3,56	8,50
18.	56,0	21,2	26,5	50,8	11,1	3,64	0,82	0,77	0,72	0,82	3,00	7,86
19.	92,5	30,8	25,2	44,2	10,9	3,64	0,82	0,77	0,75	0,80	3,00	7,86
20.	68,5	39,6	24,0	37,9	10,4	3,98	0,80	0,77	0,75	0,62	0,90	6,13
21.	51,2	38,9	25,0	34,4	10,1	3,64	0,77	0,80	0,72	0,48	0,72	16,1
22.	40,9	37,9	33,5	24,7	9,30	3,48	0,77	0,80	0,72	0,46	0,66	14,1
23.	51,2	18,0	77,5	24,0	8,98	3,25	0,77	0,77	0,72	0,44	0,82	12,7
24.	103	22,5	69,5	23,0	8,66	3,25	0,77	0,70	0,72	0,44	0,66	9,30
25.	103	18,7	103	22,2	7,86	3,64	0,77	0,70	0,72	0,43	0,60	6,35
26.	58,7	18,7	125	20,7	7,38	3,48	0,75	0,68	0,72	0,42	0,60	17,6
27.	46,7	54,8	67,5	54,0	6,46	3,72	0,75	0,66	0,75	0,42	0,58	14,5
28.	42,8	37,9	60,9	41,9	5,36	1,55	0,77	0,66	0,70	0,42	0,58	12,7
29.	64,5		48,0	29,0	5,25	1,55	0,75	0,68	0,70	0,43	2,58	22,0
30.	40,9		46,3	24,7	5,25	1,50	0,77	0,68	0,70	0,44	3,00	18,7
31.	36,5		29,0		5,03		0,75	0,66		0,45		18,7

Sumber : PSDA Jawa Tengah

Data Debit Sungai (m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 1995

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	18,9	126	35,6	15,5	22,7	14,9	6,24	4,34	1,70	2,46	3,40	14,9
2.	21,2	61,8	34,4	15,3	22,5	14,7	5,69	4,25	1,70	2,64	3,00	15,1
3.	20,5	54,0	33,8	15,1	21,7	14,7	6,90	4,25	1,55	2,70	2,70	15,7
4.	18,9	52,0	37,9	14,5	25,7	14,1	6,24	4,25	1,50	2,70	2,70	15,1
5.	18,7	106	36,8	13,7	24,0	13,7	5,91	4,25	1,86	2,70	2,70	14,9
6.	18,0	61,8	35,0	14,1	22,2	20,0	6,46	4,16	2,22	2,64	2,64	15,9
7.	16,7	58,7	47,0	28,7	17,4	17,0	6,35	4,16	2,46	2,64	2,64	15,1
8.	15,3	65,5	23,2	20,0	16,5	16,5	6,02	4,16	2,40	2,58	2,58	15,1
9.	22,5	75,5	22,5	19,6	15,7	16,1	5,58	4,07	2,40	2,58	2,58	21,0
10.	27,8	64,1	22,2	19,1	21,0	13,3	5,58	3,98	2,46	2,58	2,58	16,7
11.	23,5	183	33,5	18,9	22,7	7,06	5,47	3,98	2,46	2,70	2,70	15,7
12.	32,3	142	31,4	21,7	20,0	6,02	5,36	3,98	2,46	2,70	2,70	16,3
13.	52,8	108	30,5	22,2	17,0	5,91	5,36	3,98	2,64	2,76	2,76	24,0
14.	83,0	89,5	28,7	19,3	16,7	5,80	5,25	3,98	2,46	2,76	2,76	52,4
15.	119	75,5	27,2	17,0	15,7	10,1	5,14	4,81	2,58	2,82	2,82	45,4
16.	138	58,7	26,5	14,9	15,7	6,68	5,14	3,98	2,52	3,48	3,48	40,5
17.	127	57,3	24,5	14,1	15,7	6,46	5,14	3,98	2,52	3,40	3,40	40,0
18.	116	56,0	24,0	13,7	15,5	5,91	5,03	3,72	2,46	3,24	3,24	30,5
19.	194	29,6	21,2	21,5	15,3	5,80	4,92	3,56	2,46	3,24	3,24	30,5
20.	143	26,7	20,2	20,2	14,9	5,80	4,70	3,48	2,46	3,24	3,24	37,2
21.	75,0	35,3	20,0	19,6	21,0	7,54	6,02	3,48	2,46	3,24	3,24	32,9
22.	69,0	33,5	19,8	17,0	18,5	6,57	6,24	3,40	2,46	3,32	3,32	21,2
23.	72,5	23,2	19,3	17,0	15,7	6,68	5,36	2,94	2,46	3,24	3,24	20,0
24.	65,5	22,0	18,2	16,5	16,7	6,79	5,03	2,58	2,46	3,48	3,48	72,5
25.	75,5	38,6	17,6	16,5	16,3	6,46	4,70	2,10	2,46	3,40	3,40	37,9
26.	40,5	37,2	34,1	16,1	15,7	6,24	4,70	1,92	2,88	3,72	3,72	36,8
27.	31,1	35,0	28,7	23,7	15,7	6,02	4,70	1,86	2,64	3,64	3,64	32,3
28.	29,3	31,7	26,2	22,5	14,9	6,08	4,61	1,86	2,46	3,64	3,64	30,8
29.	27,5		23,5	25,2	14,9	6,08	4,62	1,80	2,46	3,56	3,57	30,5
30.	22,2		22,0	24,0	14,5	6,46	4,43	1,80	2,40	3,56	3,00	35,3
31.	20,7		21,0		14,1		4,34	1,70		3,89		79,5

Sumber : PSDA Jawa Tengah

Data Debit Sungai (m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 1996

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	75,5	36,8	-	15,3	5,14	3,80	1,86	2,04	2,04	2,40	21,2	10,8
2.	56,4	50,4	-	20,0	5,03	3,64	1,86	1,80	1,92	2,40	15,7	11,3
3.	56,0	25,7	-	8,98	4,92	3,48	1,80	1,70	1,65	27,2	13,7	17,0
4.	50,4	25,2	-	17,2	4,92	3,48	1,80	1,70	1,75	22,0	11,8	13,1
5.	46,0	23,5	-	15,7	4,92	3,40	1,80	1,70	3,08	21,7	12,0	13,9
6.	38,9	14,1	-	18,7	4,70	3,40	1,80	1,70	2,76	21,5	16,7	13,3
7.	30,8	27,5	-	16,1	47,0	3,40	1,75	1,70	2,46	22,2	33,5	15,3
8.	29,0	28,2	-	14,5	4,61	3,32	1,80	1,70	2,40	22,2	29,9	13,1
9.	18,9	24,0	-	15,9	4,52	3,16	1,80	1,70	2,22	22,0	33,8	13,3
10.	20,5	65,0	-	16,7	4,52	20,2	1,80	15,5	2,16	18,5	24,7	12,7
11.	13,7	45,4	-	17,2	4,52	6,46	1,80	13,5	2,16	12,9	17,2	12,6
12.	14,1	34,4	-	14,7	4,43	3,16	1,80	10,3	2,10	9,14	13,1	13,3
13.	12,9	22,0	-	8,50	4,34	2,88	16,1	7,70	1,98	6,24	13,1	14,9
14.	11,8	21,2	-	9,14	4,34	2,82	7,06	6,90	1,92	5,47	12,0	23,2
15.	9,78	14,7	-	10,3	4,34	2,82	6,13	6,46	1,92	4,70	12,4	18,0
16.	10,8	15,3	-	11,8	4,34	2,88	5,80	5,80	1,92	4,70	15,1	-
17.	12,7	20,2	-	15,7	5,47	2,82	5,69	5,36	1,98	4,34	13,9	-
18.	16,3	62,3	-	10,4	4,43	2,76	3,89	4,16	1,92	4,34	12,7	-
19.	18,0	22,5	-	10,1	3,16	2,34	3,16	2,88	1,92	20,2	11,1	-
20.	32,9	33,2	-	10,4	3,16	2,28	2,88	2,46	1,92	12,4	11,5	-
21.	23,5	85,0	-	23,5	6,02	2,22	2,76	2,10	1,92	7,54	10,1	-
22.	32,4	44,2	-	28,4	3,64	2,22	2,76	1,86	2,82	6,90	9,94	-
23.	64,1	27,0	-	23,2	3,48	2,16	2,52	2,28	2,52	6,02	15,9	-
24.	105	25,0	-	16,0	3,48	2,16	2,52	2,10	2,52	5,36	12,0	-
25.	71,0	26,7	-	11,8	3,40	2,10	2,46	1,65	2,40	20,2	10,9	-
26.	36,2	110	-	10,4	3,32	2,04	2,40	1,60	2,40	20,0	16,7	-
27.	28,1	140	-	10,1	3,16	2,04	3,24	1,70	2,40	23,2	13,5	-
28.	17,0	110	-	9,94	3,16	1,92	2,88	6,46	2,40	34,1	10,4	-
29.	13,1	145	-	7,70	3,16	1,92	2,94	4,16	2,40	29,0	10,4	-
30.	10,9	-	-	5,80	3,16	1,86	2,40	2,94	2,40	26,7	10,3	-
31.	29,6	-	-	-	3,32	-	2,22	2,10	-	25,0	-	-

Sumber : PSDA Jawa Tengah

Data Debit Sungai (m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 1997

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	-	36,5	18,0	6,90	5,80	2,52	2,16	1,05	0,87	0,87	0,90	1,86
2.	-	10,8	10,8	9,78	5,80	2,46	2,16	1,02	0,80	0,80	0,70	3,40
3.	-	20,2	20,2	7,86	5,58	2,45	2,16	0,95	0,77	0,80	0,70	3,80
4.	-	8,34	8,34	6,90	5,36	2,88	2,16	0,95	0,80	0,80	0,75	5,69
5.	5,80	5,47	5,47	7,38	5,25	2,76	2,76	0,98	0,80	0,70	1,05	3,40
6.	14,1	4,70	4,70	6,90	5,14	2,76	2,46	1,02	0,80	0,75	0,95	3,08
7.	18,9	8,14	8,34	7,22	5,14	2,76	2,28	1,02	0,80	0,77	0,95	5,14
8.	6,24	8,98	8,98	7,54	5,14	2,76	2,16	0,98	0,80	0,75	1,02	8,02
9.	10,8	15,9	15,9	6,46	5,14	2,76	2,10	0,90	0,70	0,75	1,05	10,8
10.	7,54	20,5	20,5	6,36	5,14	2,76	2,04	0,92	0,77	0,75	1,45	10,4
11.	8,02	16,7	16,7	6,79	5,14	3,56	2,04	0,92	0,77	0,77	1,17	11,8
12.	11,1	17,2	17,2	6,35	7,22	2,88	1,30	0,90	0,77	0,85	1,30	19,1
13.	40,9	17,0	17,0	6,24	6,35	2,88	1,19	0,90	0,87	0,85	1,50	36,2
14.	24,5	15,3	15,3	12,6	6,24	2,82	1,70	0,95	0,85	0,92	1,26	12,9
15.	25,7	17,0	17,0	8,50	6,24	2,76	1,70	0,92	0,77	0,95	1,12	16,5
16.	21,2	16,1	14,3	7,06	6,02	2,76	1,70	0,90	0,75	0,82	1,30	20,5
17.	18,7	14,1	10,4	6,90	5,80	2,76	1,40	0,98	0,72	0,80	1,40	12,6
18.	29,6	13,9	10,1	6,90	5,80	2,40	1,35	0,92	0,75	0,72	1,80	7,86
19.	46,3	10,3	10,3	6,90	5,80	2,40	1,30	0,92	0,72	0,70	1,75	7,06
20.	18,9	13,9	10,4	11,6	5,58	2,34	1,30	0,90	0,72	0,75	2,64	6,68
21.	17,4	13,9	10,4	8,66	5,47	2,28	1,30	0,87	0,70	0,77	1,75	8,66
22.	15,1	78,0	92,0	8,66	5,36	2,28	1,30	0,87	0,70	0,85	1,55	6,35
23.	33,8	11,5	11,5	7,86	5,14	2,22	1,30	0,87	0,70	0,90	1,60	8,18
24.	42,8	29,3	29,3	6,90	4,92	2,16	1,30	0,92	0,70	0,90	1,50	6,68
25.	89,0	15,1	15,1	6,79	4,61	2,16	1,23	0,92	0,70	0,90	1,55	20,2
26.	8,66	18,2	18,2	6,57	4,07	2,16	1,86	0,92	0,72	0,90	1,80	7,38
27.	17,8	21,5	21,5	6,46	3,48	2,16	1,65	0,85	0,72	0,95	1,92	21,0
28.	17,4	17,4	17,4	6,46	3,16	2,16	1,45	0,85	0,72	0,90	2,76	27,0
29.	26,5		18,0	6,46	3,16	2,10	1,40	0,85	0,70	0,85	2,76	16,1
30.	91,0		15,0	6,46	3,16	2,16	1,40	0,85	0,70	0,85	2,34	9,14
31.	70,0		11,5		3,16		1,40	0,92		0,85		8,82

Sumber : PSDA Jawa Tengah

Data Debit Sungai (m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 1998

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	10,6	13,7	9,94	5,36	1,98	4,92	12,2	-	2,82	2,88	7,06	6,96
2.	6,35	13,1	13,3	4,43	6,46	5,02	8,82	-	3,08	2,46	8,98	7,22
3.	7,38	12,7	5,91	6,35	9,30	4,43	6,68	-	3,16	2,58	7,38	7,38
4.	7,54	0,23	18,2	8,02	9,94	11,3	7,70	-	3,16	2,58	6,02	7,08
5.	6,02	28,0	19,8	1,60	8,82	10,8	8,50	-	3,24	2,76	8,34	5,36
6.	6,46	28,0	6,90	2,46	8,82	10,6	8,66	-	3,16	60,9	13,7	4,61
7.	14,9	41,9	11,1	4,61	3,32	45,4	7,86	-	3,24	12,4	10,8	4,81
8.	11,6	32,9	9,14	5,14	10,1	30,5	7,70	-	3,72	10,1	12,2	4,70
9.	8,02	52,4	7,22	4,92	4,34	18,7	6,90	-	4,16	4,70	12,7	4,70
10.	9,62	43,8	6,90	10,9	4,16	13,7	6,46	-	3,08	8,66	13,5	4,43
11.	9,78	29,3	3,72	10,8	9,46	10,9	6,57	-	2,88	4,07	14,7	3,98
12.	6,46	29,3	3,70	7,06	5,47	5,14	11,5	-	2,88	4,07	10,8	3,64
13.	6,79	28,0	4,43	6,68	6,08	2,28	11,1	5,14	2,82	6,24	8,98	5,91
14.	10,9	28,0	3,32	6,46	7,86	2,34	9,62	4,52	2,82	5,91	6,79	5,58
15.	9,30	29,3	3,89	7,38	6,90	5,25	7,86	7,86	2,82	6,13	8,50	6,02
16.	11,5	20,0	3,48	15,3	6,02	5,36	6,70	5,36	3,00	5,69	7,00	5,47
17.	25,0	17,0	3,72	9,30	10,6	5,14	6,90	8,50	3,32	8,34	12,2	5,03
18.	27,0	11,1	3,89	5,14	5,91	5,25	6,90	4,47	3,08	7,22	24,5	23,0
19.	29,0	5,14	8,50	10,6	5,69	5,25	18,2	4,52	4,92	6,35	26,5	37,2
20.	19,6	18,9	10,1	4,81	5,91	5,25	13,7	3,98	3,56	8,18	13,9	31,7
21.	15,5	19,8	11,6	3,24	5,80	5,36	10,8	3,80	3,08	5,47	15,5	21,7
22.	14,5	17,0	5,91	3,16	4,92	6,68	10,4	3,48	3,72	4,16	14,5	9,46
23.	11,6	18,2	6,57	3,24	5,14	9,78	10,6	3,08	8,34	3,40	13,9	8,98
24.	16,1	16,1	6,02	3,00	5,14	7,86	9,30	3,08	4,07	6,35	10,4	6,68
25.	37,5	12,6	3,56	3,24	5,25	6,79	8,98	3,16	4,70	19,8	7,54	9,14
26.	62,3	30,8	4,70	3,56	5,25	6,79	8,66	3,16	5,91	20,0	6,79	51,6
27.	45,4	20,0	5,69	4,07	5,25	6,90	12,2	2,94	5,69	9,94	7,06	69,0
28.	17,4	17,4	5,80	4,14	5,14	14,7	13,3	2,94	3,32	10,4	6,02	20,0
29.	15,9		5,14	6,68	4,81	14,5	11,3	2,94	2,87	14,3	5,36	16,3
30.	24,2		3,72	8,18	5,91	12,6	11,1	3,56	2,88	6,35	6,35	18,2
31.	14,1		6,02		4,92		11,1	3,08		7,70		22,0

Sumber : PSDA Jawa Tengah

Data Debit Sungai (m<sup>3</sup>/dt)  
K. Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 1999

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	29,1	7,87	15,8	4,73	5,05	2,07	2,78	1,43	1,06	1,61	34,2	6,35
2.	31,6	18,9	16,5	4,65	7,28	2,10	2,25	1,36	0,97	1,83	33,5	7,67
3.	21,0	28,3	15,7	4,59	7,53	2,41	2,58	1,39	0,80	3,67	33,3	7,70
4.	26,5	30,1	18,2	4,61	5,94	7,49	2,36	1,38	0,88	3,59	30,5	8,01
5.	25,2	29,6	14,4	4,76	5,02	7,00	2,27	1,53	0,90	3,06	25,2	20,8
6.	23,6	34,1	9,44	5,51	7,23	22,8	2,34	1,71	0,76	2,92	22,6	14,5
7.	15,2	45,9	8,77	12,6	27,5	8,89	2,17	1,63	1,00	2,17	19,7	16,4
8.	54,7	48,7	7,84	44,3	35,6	4,40	2,30	1,39	1,11	2,60	15,4	15,6
9.	47,8	43,5	7,06	36,5	18,0	4,20	2,14	1,68	1,21	4,38	10,8	11,0
10.	15,5	67,1	6,84	6,04	10,5	4,30	1,95	4,66	1,61	5,40	10,4	9,30
11.	14,7	24,7	6,76	3,71	5,73	3,14	1,48	3,99	1,62	4,35	9,60	8,88
12.	15,7	24,2	7,46	7,18	5,62	3,38	1,51	2,56	1,37	3,99	10,6	8,84
13.	18,2	42,8	9,45	16,8	8,44	3,17	1,68	1,90	0,83	4,09	16,0	10,4
14.	23,0	84,7	8,56	18,7	6,84	2,32	1,71	2,15	0,74	4,27	15,8	7,49
15.	23,1	81,4	11,2	17,1	3,73	2,22	1,90	1,83	0,62	4,83	17,9	8,11
16.	22,3	70,3	12,1	20,4	2,59	2,19	2,45	1,54	0,61	3,98	15,6	9,21
17.	20,8	63,0	9,33	10,7	2,69	2,56	2,60	1,56	0,77	3,91	12,1	9,75
18.	45,7	60,8	10,0	7,98	2,76	2,31	1,33	1,51	1,05	3,78	10,0	10,0
19.	37,1	43,2	12,5	6,79	2,81	2,06	1,56	1,44	1,96	3,36	18,6	10,2
20.	33,9	65,9	15,9	5,79	2,42	2,15	1,56	1,58	1,85	3,00	22,9	10,2
21.	39,9	53,4	14,7	4,90	2,05	2,12	1,35	1,35	1,79	3,39	19,5	10,3
22.	76,1	37,4	18,7	5,45	1,87	1,96	1,52	1,57	1,92	3,93	17,1	10,3
23.	44,2	41,5	16,1	5,61	1,73	1,96	1,57	2,10	2,15	4,95	13,0	10,3
24.	2,47	35,1	12,2	5,63	2,10	2,13	1,33	2,84	2,10	4,26	11,7	10,3
25.	1,65	28,6	14,9	6,19	2,72	2,16	1,23	2,46	1,95	4,04	13,9	10,2
26.	4,70	21,7	13,4	6,67	2,64	2,05	1,66	2,43	4,30	2,62	28,9	10,2
27.	9,31	24,4	11,6	5,77	4,47	1,51	1,58	1,79	3,24	2,08	26,2	9,83
28.	14,3	16,5	9,98	8,18	1,62	2,67	1,45	2,04	2,48	1,99	19,2	10,0
29.	13,0		8,18	4,62	1,68	3,99	1,70	1,66	1,73	2,54	11,9	10,0
30.	11,1		6,71	3,42	2,09	3,26	1,58	1,48	1,64	4,35	8,73	12,5
31.	8,79		5,32				1,61	1,18		28,0		11,6

Sumber : PSDA Jawa Tengah



Data Debit Sungai(m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 2000

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	-	-	-	18,3	10,8	5,80	2,88	2,88	2,34	1,80	-	20,0
2.	-	-	-	7,70	10,8	7,70	3,00	2,88	2,28	1,80	18,9	15,1
3.	-	-	-	9,94	11,1	17,8	3,24	2,88	2,22	1,86	15,3	11,3
4.	-	-	-	9,78	20,5	10,6	3,16	3,00	2,16	1,70	13,7	9,30
5.	-	-	-	11,5	22,2	16,7	3,08	2,88	2,22	1,70	11,8	8,65
6.	-	-	-	11,3	16,7	17,6	3,24	3,00	2,28	1,70	9,46	7,54
7.	-	-	-	9,62	12,6	17,0	3,24	3,16	1,98	1,70	10,9	5,58
8.	-	-	-	9,79	8,98	16,7	3,16	3,00	1,70	1,70	15,7	4,61
9.	-	-	-	13,1	7,38	10,8	3,24	2,76	1,80	1,75	16,7	4,16
10.	-	-	-	12,2	14,3	9,14	3,40	2,76	1,80	1,70	11,1	16,7
11.	-	-	-	17,6	9,78	9,62	3,72	2,88	1,70	1,70	9,30	22,0
12.	-	-	-	17,4	23,0	8,50	3,24	2,76	1,70	1,70	8,50	13,3
13.	-	-	-	23,7	11,8	6,02	3,98	2,76	1,80	1,65	10,4	5,58
14.	-	-	-	23,7	8,94	4,81	3,56	2,64	1,65	1,16	14,7	5,25
15.	-	-	-	17,5	8,18	4,70	3,00	2,64	1,65	1,19	12,9	6,13
16.	-	-	-	16,5	6,90	4,70	3,00	2,76	1,60	1,60	13,1	4,70
17.	-	-	-	16,3	7,22	4,70	3,00	2,82	1,60	5,58	11,8	6,24
18.	-	-	-	10,9	6,90	7,86	3,80	2,70	1,80	4,16	11,6	10,3
19.	-	-	-	11,6	15,1	6,35	2,40	2,64	1,80	-	28,7	5,36
20.	-	-	-	7,38	8,98	6,46	2,40	2,64	1,80	-	32,9	5,03
21.	-	-	-	7,38	7,70	9,62	2,58	2,64	1,40	-	24,7	4,34
22.	-	-	-	8,66	7,38	10,8	2,52	2,64	1,40	-	22,5	3,98
23.	-	-	-	10,1	8,18	7,70	2,46	2,58	1,40	-	18,0	6,02
24.	-	-	-	10,9	7,54	6,90	2,46	2,52	1,92	-	13,5	5,14
25.	-	-	-	11,3	7,54	5,91	2,58	2,52	1,92	-	12,0	3,00
26.	-	-	-	10,4	8,50	5,03	2,64	2,28	1,80	-	18,5	2,82
27.	-	-	-	13,8	9,30	4,34	2,64	2,10	1,70	-	14,7	2,76
28.	-	-	-	17,4	9,94	4,07	2,58	2,04	1,70	-	30,2	3,89
29.	-	-	-	15,7	9,46	2,88	2,58	2,16	1,65	-	36,8	4,52
30.	-	-	-	10,8	7,54	2,88	2,64	2,22	1,70	-	71,5	4,61
31.	-	-	-		6,24		2,82	2,22		-		5,47

Sumber : PSDA Jawa Tengah,

Data Debit Sungai(m<sup>3</sup>/dt)  
K.Kupang/Pekalongan-Kuripan Kidul  
Tahun 2001

Tgl.	Jan.	Feb.	Mrt.	Apl.	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1.	6,24	-	33,8	31,4	12,0	7,86	2,34	2,76	2,16	1,80	1,60	12,9
2.	6,13	-	69,0	29,6	12,2	6,13	2,16	2,64	2,16	1,80	1,60	7,22
3.	10,6	-	53,2	75,5	10,9	5,80	2,16	2,58	2,16	1,75	1,60	4,52
4.	31,7	-	45,0	42,3	9,94	4,70	2,04	2,52	2,16	1,70	1,55	4,81
5.	17,4	-	37,9	35,0	9,62	5,58	1,92	2,52	2,16	1,70	1,70	4,92
6.	11,6	-	32,0	30,8	9,46	5,58	1,92	2,52	2,16	1,65	1,70	4,43
7.	10,1	-	29,6	24,2	9,14	5,36	1,98	2,16	2,04	1,70	1,75	3,24
8.	9,78	-	29,6	18,5	17,6	5,14	1,92	2,04	2,10	1,75	1,70	2,94
9.	9,62	-	32,9	15,9	19,6	5,03	1,92	2,10	2,04	1,70	1,80	2,58
10.	14,3	-	30,8	14,5	17,4	4,92	1,86	2,16	2,04	1,70	1,80	2,40
11.	18,0	-	29,6	13,5	9,62	4,92	1,80	2,22	2,04	1,70	1,80	4,34
12.	9,62	-	23,5	12,7	8,66	4,52	1,92	2,28	2,04	1,60	2,04	17,0
13.	12,6	-	21,7	12,0	8,18	4,25	2,04	2,28	2,04	1,60	2,04	13,3
14.	12,6	-	68,5	11,8	7,86	4,16	2,04	2,40	1,98	1,60	1,92	10,4
15.	8,82	67,5	50,8	11,8	7,22	3,80	2,16	2,40	1,80	1,65	1,80	9,78
16.	8,82	50,8	46,3	11,5	7,38	3,72	2,16	2,28	1,80	1,70	1,80	-
17.	7,78	-	40,9	11,1	7,38	3,32	2,22	2,16	1,80	1,65	1,86	-
18.	12,7	-	35,3	10,3	7,22	3,24	2,34	2,16	1,80	1,60	1,92	-
19.	34,1	55,2	31,4	10,6	6,79	2,94	2,40	2,16	1,80	1,60	2,28	-
20.	16,7	93,5	28,7	10,4	6,90	2,82	2,52	2,16	1,80	1,60	2,16	-
21.	41,4	58,2	26,2	38,6	6,68	2,88	2,58	2,16	1,80	1,65	2,16	-
22.	40,9	75,5	24,2	30,8	5,03	3,00	2,58	2,16	1,80	1,70	2,28	-
23.	38,2	59,6	22,2	19,1	5,36	2,94	2,88	2,16	1,80	1,70	2,28	-
24.	-	49,6	74,5	14,3	5,47	3,16	3,00	2,16	1,80	1,60	2,40	-
25.	-	57,3	48,4	12,0	6,02	3,08	3,00	2,22	1,80	1,60	2,40	-
26.	-	36,8	35,6	11,8	5,58	3,16	3,00	2,22	1,80	1,65	12,4	-
27.	-	31,4	30,2	15,5	4,92	2,88	2,94	2,22	1,80	1,60	15,7	-
28.	-	21,7	28,4	14,3	4,70	2,70	2,88	2,28	1,80	1,60	13,9	-
29.	-	-	69,5	13,1	4,70	2,52	2,88	2,16	1,80	1,60	13,5	-
30.	-	-	53,6	12,4	4,92	2,40	2,88	2,16	1,80	1,60	13,5	-
31.	-	-	35,3	-	6,13	-	2,76	2,16	-	1,60	-	-

Sumber : PSDA Jawa Tengah,

Tabel Standar Normal Deviasi

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7969	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8989	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9900	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9913	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998

Sumber : C.D Soemarto

Tabel nilai k  
Sebaran Log Normal 3 Parameter

Cs	Kala Ulang T (tahun)					
	2	5	10	20	50	100
-2,0	0,2366	-0,6144	-1,2437	-1,8916	-2,7943	-3,5196
-1,8	0,2240	-0,6395	-1,2621	-1,8928	-2,7578	-3,4433
-1,6	0,2092	-0,6654	-1,2792	-1,8901	-2,7138	-3,3570
-1,4	0,1950	-0,6920	-1,2943	-1,8827	-2,6615	-3,2601
-1,2	0,1722	-0,7186	-1,3067	-1,8696	-2,6002	-3,1521
-1,0	0,1495	-0,7449	-1,3156	-1,8501	-2,5294	-3,0333
-0,8	0,1241	-0,7700	-1,3201	-1,8235	-2,4492	-2,9043
-0,6	0,0959	-0,7930	-1,3194	-1,7894	-2,3600	-2,7665
-0,4	0,0654	-0,8131	-1,3128	-1,7478	-2,2631	-2,6223
-0,2	0,0332	-0,8296	-1,3002	-1,6993	-2,1602	-2,4745
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,2	-0,0332	0,8296	1,3002	1,6993	2,1602	2,4745
0,4	-0,0654	0,8131	1,3128	1,7478	2,2631	2,6223
0,6	-0,0959	0,7930	1,3194	1,7894	2,3600	2,7665
0,8	-0,1241	0,7700	1,3201	1,8235	2,4492	2,9043
1,0	-0,1495	0,7449	1,3156	1,8501	2,5294	3,0333
1,2	-0,1722	0,7186	1,3051	1,8696	2,6002	3,1521
1,4	-0,1950	0,6920	1,2943	1,8827	2,6615	3,2601
1,6	-0,2092	0,6654	1,2792	1,8901	2,7138	3,3570
1,8	-0,2240	0,6395	1,2621	1,8928	2,7578	3,4433
2,0	-0,2366	0,6144	1,2437	1,8916	2,7943	3,5196

Sumber : Ir. Sri Harto BR

Tabel nilai k  
Sebaran Pearson Tipe III

Cs	Kala Ulang T (tahun)					
	2	5	10	25	50	100
-2,0	0,307	0,777	0,895	1,959	0,980	0,990
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,814	2,029
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
2,0	-0,307	0,609	1,362	2,219	2,912	3,605
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051

Sumber : Ir. Sri Harto BR

Tabel Faktor Pembesaran GF (CF, AREA)

Kala Ulang	Luas Jangkauan (km <sup>2</sup> )					
	180 atau kurang	300	600	900	1200	1500 atau lebih
5	1,28	1,27	1,24	1,22	1,19	1,17
10	1,56	1,54	1,48	1,44	1,41	1,37
20	1,88	1,84	1,75	1,70	1,64	1,59
50	2,35	2,30	2,18	2,10	2,03	1,95
100	2,78	2,72	2,57	2,47	2,37	2,27
200	3,27	3,20	3,01	2,89	2,78	2,66
500	4,01	3,92	3,70	3,56	3,41	3,27
1000	4,68	4,5/8	4,32	4,16	4,01	3,85

Sumber : Ir. Joesron Loebis, M. Eng

Gambar Penampang Sungai Pekalongan

