

**PENANGGULANGAN EROSI TEBING SUNGAI  
MENGGUNAKAN KONSEP EKOHIDROLIK  
DENGAN TUMBUHAN VETIVER**

(Studi Kasus Desa Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya)

Satu Tugas Akhir  
Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat-syarat  
Yang Diperlukan Untuk Memperoleh  
Ijazah Sarjana Teknik

**Disusun Oleh :**

EMI JULITA

NIM : 1605903020089  
Bidang : Hidroteknik  
Jurusan : Teknik Sipil



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
ALUE PEUNYARENG – ACEH BARAT  
2021**

## PENGESAHAN

### PENANGGULANGAN EROSI TEBING SUNGAI MENGGUNAKAN KONSEP EKOHIDROLIK DENGAN TUMBUHAN VETIVER

(Studi Kasus Desa Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya)

Oleh

Nama Mahasiswa : EMI JULITA

Nomor Induk Mahasiswa : 1605903020089

Bidang Studi : Hidroteknik

Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 08 Juli 2021

Disetujui Oleh

Pembimbing

Muhammad Ihsan, S.T., M.T  
NIP. 198111272021211002

Cat. Pembimbing

AZIZANDA, S.T., M.Eng.  
NITBN: 30017048006

Diketahui/Disahkan Oleh,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Teuku Umar

Dr. Ir. M. Isya, M.T  
NIP. 196204111989031002

Ketua Jurusan  
Teknik Sipil FT-UTU

Liza Opitina, S.T., M.T  
NIP. 197910052021212009

## PENGESAHAN

### PENANGGULANGAN EROSI TEBING SUNGAI MENGGUNAKAN KONSEP EKOHIDROLIK DENGAN TUMBUHAN VETIVER

(Studi Kasus Desa Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya)

Oleh

Nama Mahasiswa : EMI JULITA

Nomor Induk Mahasiswa : 1605903020089

Bidang Studi : Hidroteknik

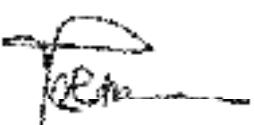
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 08 Juli 2021

Disetujui Oleh

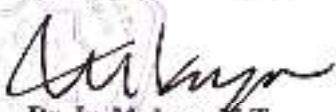
Penguji I

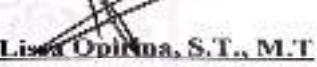
Co. Pembimbing

  
Cat. Safrinal, S.T., M.T.  
NIP. 19830603021212002

  
Mery Safrinal, S.T., M.T.  
NIP. 199006120180320063

Diketahui/Disahkan Oleh,

  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Teuku Umar  
  
Dr. Ir. M. Isva, M.T.  
NIP. 196204111989031002

  
Ketua Jurusan  
Teknik Sipil FT-UTU  
  
Lisda Oprina, S.T., M.T.  
NIP. 197910052021212009

## **PRAKATA**

Segala puji penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini berjudul “Penanggulangan Erosi Tebing Sungai Menggunakan Konsep Ekohidrolik Dengan Tumbuhan Vetiver ( Studi Kasus Desa Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya)”, ditulis dalam rangka melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan program Sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini penulis telah memperoleh bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak terutama pembimbing. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang amat tulus kepada Bapak Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T sebagai Pembimbing I dan Bapak Ir. Azwanda, S.T., M.Eng sebagai Pembimbing II.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik, Bapak Dr. Ir. M. Isya, M.T, Ketua Jurusan Teknik Sipil, Ibu Lissa Opirina, S.T., M.T, serta semua dosen pada Fakultas Teknik yang telah mendidik, mengajar dan memberi dorongan kepada penulis.
2. Ibu Cut Suciatina Silvia S.T., M.T sebagai Pembahas I dan Ibu Meylis Safriani, S.T.,M.T sebagai Pembahas II yang telah memberikan banyak masukan untuk perbaikan tulisan ini.
3. Keluarga tercinta, Ibunda Nur baidah dan Alm Ayahanda Amin Yasin serta saudara-saudara tercinta yang selalu berdoa dan memberikan dorongan untuk keberhasilan penulis.

4. Sahabat-sahabat penulis, Basir Dodi, Said Jufrizal Riski, Ais Afriyanti, Kurnia Noviana dan Yulizar yang telah banyak membantu serta memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar yang telah banyak membantu penulis hingga selesainya penulisan ini.

Akhirnya kepada ALLAH SWT jugalah kita berserah diri, karena tiada satupun dapat terjadi jika tidak atas kehendak-Nya.

Alue Peunyareng, 08 Juli 2021

Penulis,



**EMI JULITA**

NIM. 1605903020089

**PENANGGULANGAN EROSI TEBING SUNGAI  
MENGGUNAKAN KONSEP EKOHIDROLIK  
DENGAN TUMBUHAN VETIVER**

(Studi Kasus Desa Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya)

Oleh:  
Emi Julita  
NIM. 1605903020089

Komisi Pembimbing  
Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T  
Ir. Azwanda, S.T., M.Eng

**ABSTRAK**

Sungai atau saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Tikungan pada sungai sering terjadi gerusan dan pengendapan. Sungai Krueng Seunagan yang mengalir melewati desa Alue Buloh berada di DAS Krueng Seunagan, Desa Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya merupakan sungai yang mengalami permasalahan erosi tebing sungai. Penerapan konsep ekohidrolik pada sungai sebagai perlindungan dari erosi tebing sungai yaitu dengan pembuatan *riparian bufferstrips* atau penanaman vegetasi pada bantaran sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji penerapan model pengelolaan sungai berbasis pada konsep ekohidrolik serta seberapa efisien menggunakan konsep tersebut. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif, adapun beberapa parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis hidraulik dan analisis ekohidrolik. Hasil Perhitungan Ekohidrolik dengan lebar bantaran dan diameter vegetasi yang berbeda juga menghasilkan nilai debit yang berbeda. Untuk debit banjir 2 tahun sebelum penataan bantaran sungai sebesar  $675,3 \text{ m}^3/\text{d}$  dan setelah dilakukan penataan bantaran sungai dengan desain bantarannya selebar 100 m dan vegetasi berdiameter 5 cm menghasilkan debit sebesar  $456.630 \text{ m}^3/\text{d}$ . Pola tanam yang cocok digunakan pada tumbuhan vetiver adalah pola tanam barisan dimana ketika tumbuhan vetiver ditanam pada satu deretan akan membentuk tanaman pagar, tumbuhan vetiver yang lebat membentuk penghalang yang bisa di masuki air yang dengan pelan menyebarkan limpasan air dan mengurangi kecepatannya, Hal ini memberi lebih banyak waktu bagi tanah untuk menyerap air dan tanaman pagar untuk memerangkap sedimen. Sehingga desain ekohidrolik sungai tersebut layak digunakan karena dapat meredam energi banjir yang sampai ke hilir dan memperkecil debit banjir yang terjadi.

Kata Kunci : Erosi Tebing Sungai, Konsep Ekohidrolik, *Vetiver* , DAS  
Krueng Seunagan

## DAFTAR ISI

Cover .....	i
Pengesahan .....	ii
Prakata .....	iv
Abstrak .....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	ix
Daftar Tabel .....	x
Daftar Lampiran Gambar .....	xi
Daftar Lampiran Tabel .....	xii
Daftar Lampiran Perhitungan .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Hasil Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN .....	6
2.1 Daerah Aliran Sungai .....	6
2.2 Sungai .....	7
2.3 Erosi .....	8
2.3.1 Penyebab terjadinya erosi .....	8
2.3.2 Tipe erosi .....	9
2.4 Analisis Curah Hujan .....	11
2.4.1 Analisis frekuensi hujan .....	11
2.4.2 Uji kecocokan distribusi hujan .....	13
2.5 Analisis Debit Banjir Rancangan .....	13
2.6 Pengelolaan Sungai .....	16
2.7 Konsep Ekohidrolik .....	17
2.8 Vetiver .....	21
2.8.1 Bentuk fisik rumput vetiver .....	22
2.8.2 Keunggulan dan kelemahan rumput vetiver .....	22
2.8.3 Cara kerja vetiver .....	23
2.9 Penelitian Terdahulu .....	24

BAB III METODE PENELITIAN .....	27
3.1 Lokasi Penelitian .....	27
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	27
3.3 Metode Penelitian.....	28
3.3.1 Teknik analisa data.....	28
3.3.2 Analisis hidrologi.....	28
3.3.3 Analisis ekohidrolik.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	31
4.1 Analisis Hidrologi .....	31
4.1.1 Perhitungan curah hujan bulanan maksimum .....	31
4.1.2 Analisis frekuensi hujan .....	33
4.1.3 Uji kecocokan dengan Chi-Kuadrat .....	38
4.1.4 Analisis hidrograf Nakayasu .....	38
4.2 Desain Ekohidrolik .....	40
4.2.1 Perhitungan desain Ekohidrolik .....	40
4.2.2 Pola tanam Ekohidrolik .....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	47
DAFTAR KEPUSTAKAAN .....	48

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu .....	15
Gambar 2.2	Lebar Sempadan Sungai Dengan Pendekatan Ekohidrolik .....	18
Gambar 2.3	Akar Vetiver .....	22
Gambar 2.4	Penahan Run-Off dan Pengendapan tanah Oleh Vetiver .....	24
Gambar 4.1	Grafik Curah Hujan Maksimum Tahunan .....	32
Gambar 4.2	Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu .....	39
Gambar 4.3	Pola Tanam Ekohidrolik .....	45

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1	Data Curah Hujan Bulanan Maksimum .....	32
Tabel 4.2	Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Normal .....	33
Tabel 4.3	Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Log Normal .....	34
Tabel 4.4	Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Gumbel .....	35
Tabel 4.5	Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Log Person III.....	36
Tabel 4.6	Syarat Sebaran Distribusi.....	37
Tabel 4.7	Faktor Nilai K Untuk Distribusi Log Person III .....	37
Tabel 4.8	Curah Hujan Rancangan Berdasarkan Metode Log Person III.....	37
Tabel 4.9	Uji Keselarasan Chi-Kuadrat .....	38
Tabel 4.10	Parameter DAS Krueng Seunagan.....	39
Tabel 4.11	Analisis Ekohidrolik Untuk Periode Ulang 2 Tahun .....	42
Tabel 4.12	Analisis Ekohidrolik Untuk Periode Ulang 5 Tahun .....	43
Tabel 4.13	Analisis Ekohidrolik Untuk Periode Ulang 10 Tahun .....	44

## **DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR**

Gambar A.1.1	Keadaan Sungai Krueng Seunagan Desa Alue Buloeh Kabupaten Nagan Raya .....	50
Gambar A.3.1	Bagan Alir Penelitian.....	51
Gambar A.3.2	Peta Kabupaten Nagan Raya .....	52
Gambar A.3.3	Peta Lokasi Penelitian .....	53
Gambar A.3.4	Peta DAS Krueng Seunagan .....	54
Gambar A.3.5	Peta Kemiringan DAS Krueng Seunagan .....	55
Gambar A.4.1	Pola Tanam Tumbuhan Vetiver .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN TABEL

Lampiran B.2.1	<i>Reduced Variate (YT)</i> .....	57
Lampiran B.2.2	<i>Reduced Mean (YN)</i> .....	57
Lampiran B.2.3	<i>Reduced Standard Deviation (SN)</i> .....	57
Lampiran B.2.4	Harga K Untuk Distribusi Log Person Tipe III .....	58
Lampiran B.3.1	Data Curah Hujan Stasiun Cut Nyak Dhien .....	60
Lampiran B.3.2	Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Cut Nyak Dhien .....	65

## **DAFTAR LAMPIRAN PERHITUNGAN**

Lampiran C.4.1	Debit Banjir Rencana 2 tahun .....	66
Lampiran C.4.2	Debit Banjir Rencana 5 tahun .....	74
Lampiran C.4.3	Debit Banjir Rencana 10 tahun.....	82
Lampiran C.4.4	Perhitungan Distribusi Normal .....	90
Lampiran C.4.5	Perhitungan Distribusi Log Normal .....	91
Lampiran C.4.6	Perhitungan Distribusi Gumbel .....	92
Lampiran C.4.7	Perhitungan Distribusi Log Person III .....	93
Lampiran C.4.8	Perhitungan Uji Keselarasan Chi-Kuadrat .....	94
Lampiran C.4.9	Metode HSS Nakayasu .....	95
Lampiran C.4.10	Desain Ekohidrolik .....	100

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sungai merupakan salah satu aliran air terbuka yang memiliki muka air bebas dan mengalir dari hulu menuju hilir. Tikungan pada sungai merupakan fenomena yang sangat spesifik untuk dikaji, karena pada tikungan sungai sering terjadi gerusan dan pengendapan. Pada keadaan yang parah dapat terjadi longsoran dengan volume yang besar pada tebing sungai yang dapat mengakibatkan kerusakan pada infrastruktur yang ada.

Tebing sungai merupakan salah satu bagian yang paling rentan mengalami pengikisan oleh aliran air apabila tidak diberi pengamanan tebing yang baik. Pengikisan tebing sungai yang terjadi secara terus menerus akan mengancam lahan penduduk dan tidak sedikit perumahan penduduk serta infrastruktur vital lainnya menjadi korban akibat keruntuhan tebing tersebut. Oleh karena itu diharapkan pada setiap dinding sungai dapat diolah sedemikian rupa sehingga dapat menanggulangi terjadinya kerusakan yang fatal pada tebing sungai.

Pemilihan tipe perkuatan lereng yang cocok untuk suatu sungai tidaklah mudah dan sepenuhnya tergantung pada karakteristik sungai yang bersangkutan antara lain tergantung pada dimensi sungai, kecepatan arus air, bentuk penampang lintang, kemiringan, kedalaman air, dan jenis tanah yang akan dilindungi. Tipe perkuatan lereng untuk suatu lokasi harus dipilih dari beberapa tipe yang ada dengan memperbandingkan satu dengan lainnya serta dengan memperhatikan keadaan musim dan jangka waktu pelaksanaan dan memperhatikan sulit tidaknya keadaan lapangan ditinjau dari segi pelaksanaan.

Secara spesifik, upaya pengelolaan sungai dilakukan dengan dua metode yaitu upaya dengan bangunan (*structural*) dan bukan bangunan (*non structural*). Pengelolaan sungai secara struktural merupakan konsep yang umum dilakukan di Indonesia dengan tujuan untuk mengalirkan air secepatnya ke hilir, melindungi kawasan sekitar sungai dari banjir serta pemanfaatan air yang optimal. Pembuatan

bangunan fisik seperti tanggul atau tembok tebing diharapkan dapat melindungi sungai dari kejadian banjir. Sedangkan pengelolaan sungai secara non struktural dilakukan dengan penataan bantaran sungai yang dijadikan sebagai daerah genangan. Konsep ini dilakukan dengan mengintegrasikan komponen ekologi dan hidrolik sungai. Komponen ekologi pada bantaran sungai dapat dimanfaatkan sebagai komponen retensi hidrolik yang menahan aliran air sehingga terjadi perendaman banjir pada bantaran sungai. Dengan adanya genangan pada bantaran sungai, maka kualitas ekologi sungai dapat dipertahankan.

Konsep ekohidrolik dapat dikembangkan dengan pendekatan *eco-engineering* atau pemanfaatan komponen ekologi untuk perbaikan struktur fisik wilayah sungai. Maryono (2005) menguraikan bahwa pengelolaan sungai secara ekohidrolik ditujukan untuk melestarikan komponen ekologi di lingkungan sungai dalam rekayasa hidrolik. Penerapan konsep ekohidrolik pada sungai sebagai perlindungan dari erosi tebing sungai yaitu dengan pembuatan *riparian bufferstrips* atau penanaman vegetasi pada bantaran sungai. Dengan adanya vegetasi yang ditanam ditepi sungai juga mendinginkan air sungai yang menciptakan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan berbagai jenis binatang air. Landasan teoritis hidrolis dari *eco-engineering* yaitu vegetasi dengan tajuk tanaman akan memperkecil kecepatan air hingga ketanah.

Sungai Krueng Seunagan berada di DAS Krueng Seunagan, Desa Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya merupakan sungai yang mengalami permasalahan erosi tebing sungai. Kondisi seperti ini tentu saja akan berdampak pada areal permukiman dan pertanian warga yang tinggal di sekitaran bantaran sungai. Keadaan Sungai Krueng Seunagan Desa Alue Buloh dapat di lihat pada Lampiran A Gambar A.1.1 Halaman 50.

Berdasarkan kondisi permasalahan yang ada maka perlu dilakukan kajian mengenai penerapan model pengelolaan sungai dengan konsep ekohidrolik menggunakan tumbuhan vetiver dan identifikasi seberapa efektif menggunakan konsep ekohidrolik dengan tumbuhan vetiver dalam menanggulangi erosi tebing sungai. Hasil penelitian ini nantinya akan menjadi masukan bagi Pemerintah Nagan Raya dalam melakukan penanganan permasalahan erosi tebing sungai yang

terjadi pada wilayah studi agar tidak berdampak luas dan merugikan masyarakat sekitar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang telah di uraikan pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana penerapan model pengelolaan sungai berbasis pada konsep ekohidrolik dengan tumbuhan vetiver pada Sungai Krueng Seunagan Kabupaten Nagan Raya ?
2. Seberapa efektif konsep ekohidrolik dengan tumbuhan vetiver dalam mengurangi erosi tebing sungai ?
3. Seberapa perbandingan debit sungai sebelum dan sesudah adanya penanaman tumbuhan vetiver ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengkaji penerapan model pengelolaan sungai berbasis pada konsep ekohidrolik dengan tumbuhan vetiver pada Sungai Krueng Seunagan Kabupaten Nagan Raya;
2. Mengetahui seberapa efektif penggunaan konsep ekohidrolik dengan tumbuhan vetiver pada Sungai Krueng Seunagan Kabupaten Nagan Raya;
3. Mengetahui hasil perbandingan debit sungai sebelum dan sesudah adanya penanaman tumbuhan vetiver.

## **1.4 Batasan Penelitian**

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuannya, maka diberi batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada penanggulangan erosi tebing sungai dengan tumbuhan vetiver;
2. Tidak melakukan penanaman tumbuhan vetiver.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, sebagai bahan rujukan dan pengkajian lebih lanjut terhadap model pengelolaan sungai yang mengintegrasikan aspek ekologi dan teknologi;
2. Bagi Pemerintah menjadi masukan untuk landasan pengelolaan sungai secara berkelanjutan serta dalam penyusunan kebijakan pengelolaan sungai yang lebih mengutamakan konsep alami tanpa merusak bantaran sungai;
3. Bagi masyarakat memperoleh keuntungan dengan penggunaan konsep ini dapat menjaga kestabilan dari fungsi morfologi, ekologi maupun hidrolik sungai.

## **1.6 Hasil Penelitian**

Hasil Perhitungan Ekohidrolik dengan lebar bantaran dan diameter vegetasi yang berbeda juga menghasilkan nilai debit yang berbeda. Untuk debit banjir 2 tahun sebelum penataan bantaran sungai sebesar  $675,3 \text{ m}^3/\text{d}$  dan setelah dilakukan penataan bantaran sungai dengan desain bantarnya selebar 100 m dan vegetasi berdiameter 5 cm menghasilkan debit sebesar  $456.630 \text{ m}^3/\text{d}$ . Sehingga desain

ekohidrolik sungai tersebut layak digunakan karena dapat meredam energi banjir yang sampai ke hilir dan memperkecil debit banjir yang terjadi.

Pola tanam yang cocok digunakan pada tumbuhan vetiver adalah pola tanam barisan dimana ketika tumbuhan vetiver ditanam pada satu deretan akan membentuk tanaman pagar, tumbuhan vetiver yang lebat membentuk penghalang yang bisa di masuki air yang dengan pelan menyebarkan limpasan air dan mengurangi kecepatannya, Hal ini memberi lebih banyak waktu bagi tanah untuk menyerap air dan tanaman pagar untuk memerangkap sedimen.

## **BAB II**

### **TINJAUAN KEPUSTAKAAN**

Tinjauan kepustakaan disusun berdasarkan teori-teori yang berhubungan dengan erosi tebing sungai dan penerapan konsep ekohidrologi yang dikutip berdasarkan hasil penelitian terdahulu. Pembahasan pada tinjauan kepustakaan meliputi pembahasan secara umum sampai dengan persamaan yang sesuai dengan metode pelaksanaan penelitian.

#### **2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Daerah aliran sungai yang biasa disingkat dengan DAS dalam beberapa literatur menggunakan istilah yang berbeda dan arti yang sama, diantaranya menggunakan istilah: *watershed*, *river basin*, *catchment* atau *drainage basin*. Istilah *watershed* biasanya dihubungkan dengan batas aliran, sedang istilah *river basin*, *catchment* atau *drainage basin* dikaitkan dengan daerah aliran. Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2007).

Definisi daerah aliran sungai pada Undang Undang Nomor 7 tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Daerah aliran sungai merupakan suatu sistem dinamis dengan karakteristik yang spesifik dan ditentukan oleh ruang, luas, bentuk, ketercapaian dan lintasannya. Karakter tersebut sangat terkait dengan masyarakat yang bermukim di sekitar sungai. Olehnya itu, tata guna daerah aliran sungai harus diatur

sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan kerugian dan degradasi akibat persaingan kepentingan.

## 2.2 Sungai

Sungai atau saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tumpang lintang saluran, kekasaran saluran, kemiringan dasar sungai, belokan, debit aliran dan sebagainya. Suatu sungai pada umumnya di bagi menjadi 3 bagian yaitu bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir (Triatmodjo, 2003).

Sosrodarsono dan Takeda (2006) menguraikan bahwa sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai dapat digunakan untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan, dan lain-lain. Dalam bidang pertanian sungai berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi.

Sungai juga merupakan salah satu elemen dalam siklus hidrologi dimana sungai mengumpulkan 3 (tiga) jenis limpasan yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*). Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sebagian terinfiltasi dan sebagian mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah yang lebih rendah dan masuk ke sungai. Aliran air ini merupakan limpasan permukaan. Aliran intra berasal dari aliran air yang terlebih dahulu terserap oleh tanah dan keluar kembali menuju ke sungai. Limpasan air tanah bersumber dari air tanah (*groundwater*) yang keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah yang rendah.

Jika dilihat dari bentuknya, maka morfologi sungai menggambarkan keterpaduan antara karakteristik abiotik (fisik, hidrologi, hidrologi, sedimen dan lain-lain) dan karakteristik biotik (biologi atau ekologi) daerah yang dilaluinya. Faktor yang berpengaruh terhadap morfologi sungai tidak hanya faktor abiotik dan biotik namun juga campur tangan manusia dalam aktivitasnya mengadakan

pembangunan di wilayah sungai (*sosio antropogenik*). Pengaruh campur tangan manusia ini dapat mengakibatkan perubahan morfologi sungai yang jauh lebih cepat daripada pengaruh alamiah abiotik dan biotik saja.

## 2.3 Erosi

Erosi adalah perpindahan dan pengikisan tanah dari suatu tempat ke tempat lain yang diakibatkan oleh media alami. Erosi dan sedimentasi merupakan penyebab-penyebab utama dalam terjadinya kemerosotan produktivitas tanah-tanah pertanian, dan kemerosotan kuantitas serta kualitas air. Erosi itu sendiri meliputi proses : pelepasan partikel-partikel tanah, penghanyutan partikel-partikel tanah, dan pengendapan partikel-partikel tanah yang telah terhanyutkan (Arsyad , 2010).

### 2.3.1 Penyebab terjadinya erosi

Ada dua penyebab utama terjadinya erosi yaitu erosi karena sebab alamiah dan erosi karena aktivitas manusia. Erosi alamiah dapat terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Erosi karena faktor alamiah umumnya masih memberikan media yang memadai untuk berlangsungnya pertumbuhan tanaman. Sedangkan erosi karena kegiatan manusia kebanyakan disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat cara bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah atau kegiatan pembangunan yang bersifat merusak keadaan fisik tanah, antara lain, pembuatan jalan di daerah kemiringan lereng besar.

Di daerah-daerah tropis yang lembab seperti di Indonesia dengan rata-rata curah hujan melebihi 1500 mm per tahun maka air merupakan penyebab utama terjadinya erosi, sedangkan di daerah-daerah panas dan kering maka angin merupakan faktor penyebab utamanya (Sarieff, 1985).

### **2.3.2 Tipe erosi**

Indonesia merupakan daerah tropis yang erosi lahannya diakibatkan oleh air. Berikut ini adalah tipe erosi lahan yang sering dijumpai di Indonesia menurut Asdak, (2010) :

1. Erosi percikan (*splash erosion*) adalah proses terlepasnya partikel-partikel tanah bagian atas oleh tenaga kinetik air hujan bebas atau sebagai air lolos. Arah dan jarak terkelupasnya partikel-partikel tanah ditentukan oleh kemiringan lereng, kecepatan dan arah angin, keadaan kekasaran permukaan tanah, dan penutupan tanah. Apabila air hujan jatuh di atas seresah atau tumbuhan bawah, energi kinetik air hujan tersebut akan tertahan oleh penutup tanah, sehingga menurunkan jumlah partikel tanah yang terkelupas.
2. Erosi kulit (*sheet erosion*) adalah erosi yang terjadi ketika lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng terkikis oleh kombinasi air hujan dan air larian (*runoff*). Tenaga kinetik air hujan menyebabkan lepasnya partikel-partikel tanah dan bersama-sama dengan pengendapan sedimen (hasil erosi) di atas permukaan tanah, menyebabkan turunnya laju infiltrasi karena pori-pori tanah tertutup oleh kikisan partikel tanah. Besar-kecilnya tenaga penggerak terjadinya erosi kulit ditentukan oleh kecepatan dan kedalaman air larian.
3. Erosi alur (*rill erosion*) adalah pengelupasan yang diikuti dengan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh aliran air larian yang terkonsentrasi di dalam saluran-saluran air. Hal ini terjadi ketika air larian masuk ke dalam cekungan permukaan tanah, kecepatan air larian meningkat, dan akhirnya terjadilah transpor sedimen. Tipe erosi alur umumnya dijumpai pada lahan-lahan garapan dan dapat diatasi dengan cara pengerajan/pencangkulatan tanah.
4. Erosi parit (*gully erosion*) membentuk jaringan parit yang lebih dalam dan lebar dan merupakan tingkat lanjut dari erosi alur. Erosi parit dapat diklasifikasikan sebagai parit bersambungan dan parit terputus-putus. Erosi parit terputus dapat dijumpai di daerah yang bergunung. Erosi tipe

ini biasanya diawali oleh adanya gerusan yang melebar dibagian atas hamparan tanah miring yang berlangsung relatif singkat akibat adanya air larian yang besar. Kedalaman erosi parit ini menjadi berkurang pada daerah yang kurang terjal. Erosi parit bersambungan berawal dari terbentuknya gerusan-gerusan permukaan tanah oleh air larian kearah tempat yang lebih tinggi dan cenderung berbentuk jari-jari tangan. Erosi parit dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuk penampang melintangnya, yaitu parit bentuk V dan parit bentuk U. Erosi parit bentuk V terjadi pada tanah yang relatif dangkal dengan tingkat erodibilitas (tingkat kerapuhan tanah) seragam. Untuk mencegah meluasnya erosi parit bentuk V, pencegahan dengan cara vegetasi dianggap paling memadai mengingat penyebab utama terjadinya erosi adalah air hujan. Sedangkan erosi parit bentuk U umum terjadi pada tanah dengan erodibilitas rendah terletak di atas lapisan tanah dengan erodibilitas yang lebih tinggi. Aliran air di bawah permukaan akan mengikis lapisan tanah bagian bawah sampai pada saatnya seluruh bangunan tanah tersebut runtuh dan terbentuk parit berbentuk U. Untuk menanggulangi tipe erosi parit diperlukan kombinasi bangunan pencegah erosi dan penanaman vegetasi.

5. Erosi tebing sungai (*streambank erosion*) adalah pengikisan tanah pada tebing-tebing sungai dan penggerusan dasar sungai oleh aliran air sungai. Dua proses berlangsungnya erosi tebing sungai adalah oleh adanya gerusan aliran sungai dan oleh adanya longsoran tanah pada tebing sungai. Semakin cepat laju aliran sungai (debit puncak atau banjir) semakin besar kemungkinan terjadinya erosi tebing. Erosi tebing sungai dalam bentuk gerusan dapat berubah menjadi tanah longsor ketika permukaan sungai surut (meningkatkan gaya tarik ke bawah) sementara pada saat bersamaan tanah tebing sungai telah jenuh. Dengan demikian, longsor tebing sungai terjadi setelah debit aliran berakhir atau surut. Proses terjadinya erosi tebing yang kedua lebih ditentukan oleh keadaan kelembaban tanah di tebing sungai menjelang terjadinya erosi. Dengan kata lain, erosi tebing sungai dalam bentuk longsoran tanah terjadi karena beban meningkat oleh

adanya kelembaban tanah di tebing sungai menjelang terjadinya erosi. Erosi tebing sungai dipengaruhi oleh kecepatan aliran, kondisi vegetasi di sepanjang tebing sungai, kedalaman dan lebar sungai, bentuk alur sungai, dan tekstur tanah. Alur sungai yang tidak teratur dengan banyak rintangan seperti tanggul pencegah tanah longsor, dapat mempertajam kelokan sungai dan menjadi penyebab utama erosi sepanjang tebing sungai. Bagian tebing sungai yang mempunyai potensi besar untuk terjadinya erosi adalah pada tikungan-tikungan sungai karena gaya benturan aliran sungai dapat dikurangi dengan cara penanaman vegetasi sepanjang tepi sungai. Vegetasi ini melalui sistem perakaran tidak saja menurunkan laju erosi, tetapi juga mencegah tanah longsor di daerah tersebut karena mengurangi kelembaban tanah oleh adanya proses transpirasi.

## 2.4 Analisis Curah Hujan

Curah hujan (mm) merupakan ketinggian air hujan yang jatuh pada tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) mm adalah air hujan setinggi 1 (satu) mm yang jatuh (tertampung) pada tempat yang datar seluas 1 m<sup>2</sup> dengan asumsi tidak ada yang menguap, mengalir dan meresap.

### 2.4.1. Analisis Frekuensi Hujan

Dalam melakukan analisis distribusi frekuensi data curah hujan dilakukan dengan 4 metode yaitu metode distribusi normal, metode distribusi log normal, metode distribusi gumbel dan metode distribusi log pearson type III.

#### a) Distribusi Normal

Persamaan metode distribusi Normal (Harto, 1993) adalah :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad (2.1)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

$\bar{X}$  : = Harga rata – rata dari data  $\sum_1^n X_i$

$$S_x = \text{Simpangan baku} \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$K_{Tr}$  = Variabel reduksi Gauss

### b) Distribusi Log Normal

Persamaan metode distribusi Log Normal (Harto, 1993) adalah :

$$\log X_{Tr} = \log x + K_{Tr} \cdot S_{\log x} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\log X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

$$\bar{X} = \text{Harga rata-rata dari data} \frac{\sum \log(X_i)}{n}$$

$$S_{\log X} = \text{Simpangan baku} \sqrt{\frac{\sum (\log X - \bar{\log X})^2}{n-1}}$$

$K_{Tr}$  = Variabel reduksi Gauss

### c) Distribusi Gumbel

Persamaan metode Gumbel (Harto, 1993) adalah :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K \cdot S_x \quad (2.3)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

$$\bar{X} = \text{Harga rata-rata dari data} \frac{\sum X_i}{n}$$

$$S_x = \text{Simpangan baku} \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$K$  = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (*return period*) dan tipe frekuensi.

Untuk menghitung faktor frekuensi Gumbel mengambil harga :

$$K = \frac{y_t - y_n}{S_n} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$y_t$  = Reduksi sebagai fungsi dari probabilitas (dapat di lihat pada tabel B.2.1 halaman 57)

$y_n$  dan  $S_n$  = Besaran yang merupakan fungsi sari sejumlah pengamatan (dapat di lihat pada tabel B.2.2 – B.2.3 halaman 57)

d) Distribusi Log Person III

Persamaan metode Log Person III (Harto, 1993) adalah :

$$\log X_{Tr} + K_{Tr} \cdot (S_{\log X}) \quad (2.5)$$

Keterangan :

$\log X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

$\log X$  = Harga rata-rat dari data  $\sum_{i=1}^n \log X_i$

$S_{\log X}$  = Simpangan baku  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1}}$

$K_{Tr}$  = Koefisien frekuensi, didapat berdasarkan hubungan nilai Cs dengan periode ulang T tahun (dapat di lihat pada tabel B.2.4 halaman 58-59)

#### 2.4.2. Uji kecocokan Distribusi Hujan

Pengujian ini dipakai untuk mengetahui apakah suatu data jenis sebaran yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengujian itu dengan 2 cara, yaitu :

- a) Uji Smirnov Kolmogorov Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk setiap data distribusi teoritis dan empiris;
- b) Uji Chi Kuadrat Pengujian ini digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis.

### 2.5 Analisis Debit Banjir Rancangan

Untuk memperkirakan besarnya debit banjir rancangan dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat digunakan beberapa metode, seperti Metode Rasional yang cukup sederhana dan metode matematik pengalihragaman hujan aliran yang cukup kompleks. Dalam peramalan debit banjir ada dua hal yang perlu diperhatikan yakni under estimated atau *over estimated discharge*. Permasalahan

tersebut menjelaskan bahwa setiap proses pengalihragaman hujan menjadi banjir oleh sistem DAS selalu memberikan jawaban yang berbeda.

Salah satu pendekatan dalam mengatasi permasalahan tersebut perlu disajikan dalam bentuk hidrograf banjir. Penyajian hidrograf banjir dapat menggunakan metode penurunan hidrograf satuan dari hidrograf banjir terukur jika tersedia data dan menggunakan rumus empiris yakni Hidrograf Satuan Sintetik (HSS), yaitu hidrograf yang didasarkan atas sintetis parameter-parameter daerah aliran sungai.

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- a) Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*);
- b) Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*timelog*);
- c) Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*);
- d) Luas daerah pengaliran;
- e) Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).

Bentuk kurva dari HSS Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 2.1 persamaan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu:

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6 (0,3t_p + T_{0,3})} \quad (2.6)$$

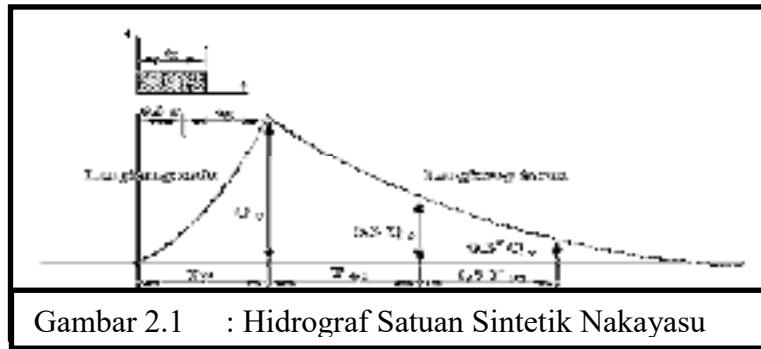
Keterangan:

$Q_p$  = Debit puncak banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

$R_o$  = Hujan satuan (mm)

$T_p$  = Tenggang waktu (*time log*) dari permulaan hujan sampai puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam).

$T_{0,3}$  = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam).



Gambar 2.1 : Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Untuk menentukan  $T_p$  dan  $T_{0,3}$  dapat digunakan persamaan:

$$T_p = \text{tg} + 0,8 \text{ tr} \quad (2.7)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot \text{tg} \quad (2.8)$$

$\text{tg}$  dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{tg} = 0,21 L^{0,7} \quad \text{untuk } L < \text{km}$$

$$\text{tg} = 0,40 + 0,058 L \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$\text{tr} = \text{lama hujan efektif yang besarnya } 0,5-1 \text{ tg}$$

Persamaan kurva hidrograf satuan sintesisnya adalah :

a. Bagian lengkung naik untuk  $0 \leq t \leq T_p$

$$Q_a = Q_p \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2,4} \quad (2.9)$$

b) Bagian lengkung turun :

- untuk  $T_p \leq t \leq T_{0,3}$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3 \left( \frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right) \quad (2.10)$$

- untuk  $T_{0,3} \leq t \leq 1,5 T_p$ :

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3 \left[ \frac{(t - T_p) + 0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right] \quad (2.11)$$

Hubungan antara bentuk daerah pengaliran dengan  $T_{0,3}$  dapat dinyatakan :

$$T_{0,3} = \alpha \cdot \text{tg} \quad (2.12)$$

Maka :

$$\alpha = \frac{T_{0,3}}{tg} \quad (2.13)$$

Keterangan :

$Q_a$  = Limpasan sebelum mencapai debit puncak ( $m^3/\text{detik}$ )

$Q_d$  = Limpasan sesudah mencapai debit puncak ( $m^3/\text{detik}$ )

$t$  = Waktu (jam)

$L$  = Panjang Alur Sungai (km)

$tg$  = Waktu konsentrasi (jam)

$\alpha$  = Konstanta

Sedangkan harga  $\alpha$  mempunyai kriteria sebagai berikut :

- Daerah pengaliran biasa  $\alpha = 2$
- Bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat  $\alpha = 1,5$
- Bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat  $\alpha = 3$

## 2.6 Pengelolaan Sungai

Pengelolaan sungai merupakan bagian dari pengelolaan sumber daya air. Dalam Undang Undang No.7 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air Pasal 1 diuraikan bahwa pengelolaan sumber daya air adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air dan pengendalian daya rusak air.

Salah satu bagian pengelolaan sungai adalah upaya pengendalian banjir atau pengendalian daya rusak air. Pengendalian banjir dapat dilaksanakan dengan dua metode yaitu metode struktur dan metode non struktur. Metode struktur dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu:

- a) perbaikan dan pengaturan sistem sungai berupa sistem jaringan sungai, normalisasi sungai, perlindungan tanggul, tanggul banjir, sudetan dan *floodway* dan
- b) bangunan pengendali banjir berupa bendungan, kolam retensi, pembuatan check dam, bangunan penguras, kemiringan sungai, *groundsill, retarding basin* dan *polder*.

Sedang metode non struktural antara lain adalah pengelolaan DAS, pengaturan tataguna lahan, pengendalian erosi, pengaturan daerah banjir, penanganan kondisi darurat, peramalan banjir, peringatan bahaya banjir, asuransi dan penegakan hukum (Kodoatie dan Sugianto, 2002). Sedang dalam Undang Undang No.7 tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air Pasal 21 diuraikan bahwa upaya perlindungan dan pelestarian sumber air dilaksanakan secara vegetatif dan/atau sipil teknis melalui pendekatan sosial, ekonomi dan budaya. Upaya tersebut merupakan dasar dalam penatagunaan lahan. Uraian ini menunjukkan bahwa upaya perlindungan sungai dapat dilakukan secara struktural (sipil teknis) dan non struktural (vegetatif). Namun demikian, secara umum upaya pengelolaan sungai dilakukan secara struktural.

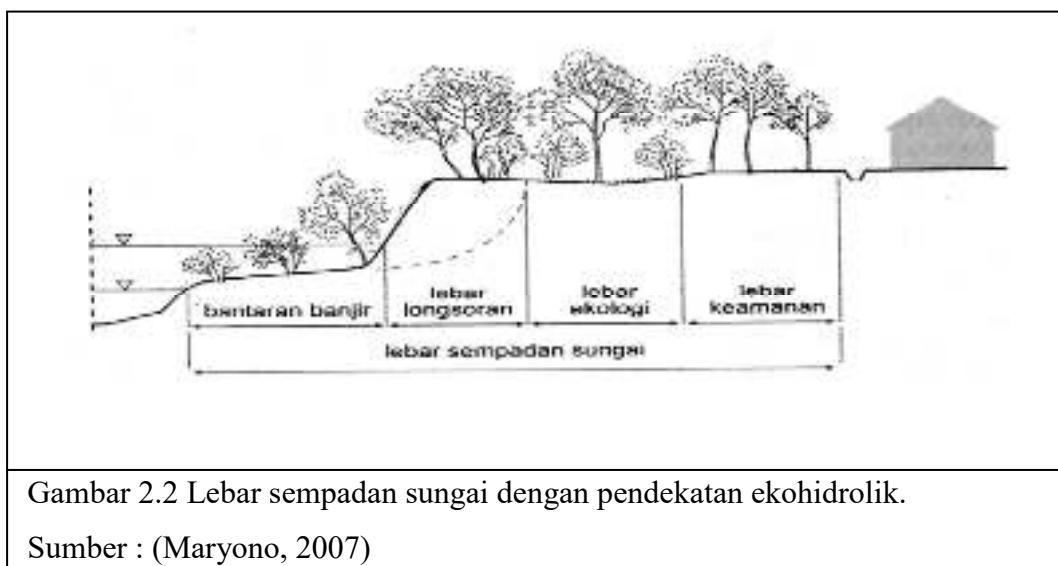
## 2.7 Konsep Ekohidrolik

Ekohidrolik berasal dari kata *ecological hydraulics* yaitu konsep yang mengembangkan unsur ekologi atau lingkungan dalam pengelolaan sungai. Konsep ini merupakan salah satu bagian dari pengelolaan sumber daya air terpadu. Sebagaimana uraian Naiman *et al* (2007), bahwa dalam pengelolaan sumber daya air terpadu (IWRM) terdapat empat konsep yaitu *hydroecology*, *aquatic ecohydrology*, *ecodraulics* dan *environmental flows*. Adapun definisi *ecodraulic* adalah konsep atau kajian yang mengintegrasikan antara proses fisik dan respon ekologi pada sungai, estuaria dan lahan basah.

Konsep ekohidrolik juga mengaktifkan daerah bantaran sungai sebagai retensi banjir. Sebagai penyanga ekologi, bantaran sungai merupakan areal penting bagi keberlanjutan sungai. Onrizal (2005) menguraikan bahwa bantaran

sungai merupakan areal sempadan kiri dan kanan sungai yang terkena/terbanjiri luapan air sungai, baik dalam periode waktu yang pendek maupun periode waktu yang panjang, yang merupakan daerah peralihan (*ekoton*) antara sistem akuatik dengan ekosistem daratan. Sebagai ekoton, daerah bantaran sungai memiliki peran penting antara lain: menyediakan habitat yang unik bagi biota, mengatur suplai organik kesistem akuatik, sebagai indikator hidroklimat, dan mempunyai *visual quality* yang kuat dalam menciptakan warna, variasi dan citra yang berbeda serta menciptakan *wilderness experience*.

Secara teknis penataan sempadan sungai dapat dibagi atas empat bagian yaitu: lebar bantaran banjir (*flood plain*), lebar bantaran longsor (*sliding zone*), lebar bantaran ekologi penyangga (*ecological buffer zone*) dan lebar keamanan (*safety zone*) (Maryono, 2007). Hal tersebut bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Lebar sempadan sungai dengan pendekatan ekohidrolik.

Sumber : (Maryono, 2007)

Bantaran banjir adalah areal tepi sungai yang tergenangi air pada saat banjir, Peterson *et al.* (1992) menguraikan beberapa istilah terkait dengan bantaran banjir yaitu *buffer strip*, *riparian zone*, *floodplain* dan *corridor*. Semua istilah tersebut menunjukkan daerah antara aliran sungai dan dataran di sekitarnya. Tumbuhan berupa rumputan atau campuran berbagai bentuk dan jenis vegetasi yang ditanam sepanjang tepi kiri dan kanan sungai disebut *riparian buffers strips* atau *filter strips*. Secara umum istilah yang digunakan adalah jalur hijau sungai. Penyangga

*riparian* berfungsi untuk menjaga kelestarian fungsi sungai dengan cara menahan atau menangkap tanah (lumpur) yang mengalami erosi serta unsur-unsur hara dan bahan kimia termasuk pestisida yang terbawa dari lahan di bagian kiri dan kanan sungai agar tidak sampai masuk ke sungai. Selain itu, penyangga riparian juga menstabilkan tebing sungai. Pohonan yang ditanam di sepanjang sungai juga lebih mendinginkan air sungai yang menciptakan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan berbagai jenis binatang air.

Pada *sliding zone*, dilakukan penataan vegetasi dengan tujuan agar longsoran tebing dapat dicegah. Penataan ini dilakukan dengan penerapan *soil bioengineering* yaitu melakukan rekayasa biologi terhadap tanah untuk mencegah erosi dan keruntuhan lereng. Teknik ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan memanfaatkan material lokal sehingga relatif murah dan mudah jika dibandingkan dengan teknik perlindungan tebing yang konvensional.

Howell dalam Lammeranner *et al.* (2004) menguraikan bahwa *soil bioengineering* adalah penggunaan tanaman hidup atau potongan material tanaman secara bersama-sama atau parsial untuk mengontrol erosi dan perpindahan tanah. Budinetro (2001) dalam Maryono (2005) mengungkapkan bahwa tanaman yang dapat digunakan sebagai pelindung tebing sungai di Indonesia adalah *Vetiveria Zizanioides* (rumput vetiver), *Ipomoea Carnea* (karangkungan) dan bambu.

Selain itu, vegetasi pada bantaran sungai diharapkan dapat memperkecil kecepatan air. Helmio dan Jarvela (2004) menguraikan bahwa konsep *bioengineering* sangat berpengaruh pada hidrologi saluran yaitu pada faktor friksi *Manning - Strickler*, koefisien *Manning* dan kekasaran dinding saluran. Ketiga faktor ini berpengaruh pada kecepatan aliran air. Selanjutnya Jarvela (2004) menguraikan hasil penelitiannya bahwa dedaunan pada vegetasi bantaran banjir berpengaruh terhadap resistensi aliran air. Pengaruh tersebut berbeda-beda untuk setiap jenis dedaunan.

Landasan teori pengaruh vegetasi di bantaran sungai terhadap kecepatan air dan debit dilakukan berdasarkan persamaan yang diusulkan oleh Merten (1989) sebagai berikut :

1. Koefisien hambatan

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,03 \log(12,27 \frac{R}{K_s}) \quad (2.14)$$

Dimana :

$\lambda$  = Koefisien hambatan

R = Jari-jari hidraulis (m)

Ks = Kekasaran strickler

2. Nilai kekasaran

$$K_s = C_b + 1,5dp \quad (2.15)$$

Dimana :

Ks = Kekasaran equivalen

C = Koefisien komposisi vegetasi

b = Lebar bantaran sungai (m)

dp = Diameter vegetasi (m)

3. Koefisien komposisi vegetasi

$$C = 1,2 - 0,3 \left( \frac{B}{1000} \right) + 0,06 \left( \frac{B}{1000} \right)^{1,5} \quad (2.16)$$

$$B = \left[ \frac{ax}{dp} - 1 \right]^2 \cdot \frac{ay}{dp} \quad (2.17)$$

Dimana :

B = Parameter vegetasi

ax = Jarak antar vegetasi arah melintang (m)

ay = Jarak antar vegetasi arah memanjang (m)

4. Kecepatan aliran menurut *Darcy-Weisbach*

$$V = \left( \frac{1}{\lambda} 8 g R I \right)^{0,5} \quad (2.18)$$

Dimana :

$\lambda$  = Koefisien hambatan

g = Kecepatan gravitasi (m/s)

R = Jari-jari hidraulis (m)

I = Kemiringan sungai

##### 5. Debit Aliran Sungai

$$Q = A \cdot V \quad (2.19)$$

Dimana :

A = Luas penampang (m)

V = Kecepatan aliran menurut *Darcy-Weisbach*

## 2.8 Vetiver

Menurut Wijayakusama (2007), vetiver yang di Indonesia dikenal sebagai akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) atau usar (*Vetiver nigriflora*), adalah sejenis rumput-rumputan berukuran besar yang memiliki banyak keistimewaan. Keajaiban vetiver sebagai tanaman ekologis disebabkan oleh sistem perakarannya yang unik. Tanaman ini memiliki akar serabut yang masuk sangat jauh ke dalam tanah yang akarnya terpanjang adalah 5,2 meter yang ditemukan di Doi Tung, Thailand. Vetiver juga mudah dikendalikan karena tidak menghasilkan bunga dan biji yang dapat cepat menyebar liar seperti alang-alang atau rerumputan lainnya. Penggunaan teknologi rumput vetiver untuk pengendalian erosi atau longsoran dangkal sudah banyak diterapkan di negara lain seperti: Thailand, Malaysia, India, Kongo, Australia dan sebagainya. Berbeda halnya dengan di Indonesia, penggunaan teknologi rumput vetiver untuk pengendalian masalah erosi/longsoran dangkal khususnya pada lereng/tebing jalan mulai dikenal sejak tahun 2007.

Akar dari akar wangi yang menghujam ke dalam tanah juga akan berfungsi seperti kolom-kolom beton yang mampu menahan tanah agar tidak longsor dan tanah menjadi lebih stabil. Penanaman akar wangi di bibir sungai atau danau juga mencegah terkikisnya lapisan tanah sehingga menghambat erosi dan sedimentasi di badan air. Untuk lebih jelasnya bentuk dan fisik akar vetiver bisa dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.3 Akar Vetiver

Sumber : Truong, 2008

### 2.8.1 Bentuk fisik rumput vetiver

Adapun bentuk fisik rumput vetiver dapat di lihat di bawah ini :

- Memiliki batang yang kaku dan keras;
- Akar tumbuh menembus tanah mencapai 2-5 m;
- Tidak menghasilkan bunga dan biji;
- Tumbuhnya tegak dengan tinggi 1,5-2,5 m;
- Akarnya dapat menembus lapisan tanah keras;
- Akar membentuk pagar jika ditanam secara berdekatan (Truong, 2008).

### 2.8.2 Keunggulan dan kelemahan rumput vetiver

Keunggulan rumput vetiver yaitu :

- Tahan terhadap variasi cuaca;
- Mempunyai daya adaptasi pertumbuhan yang sangat luas pada berbagai kondisi tanah (bergaram, berpasir dan berbatuan) ;
- Tahan terhadap rentang pH tanah :3-10.5.

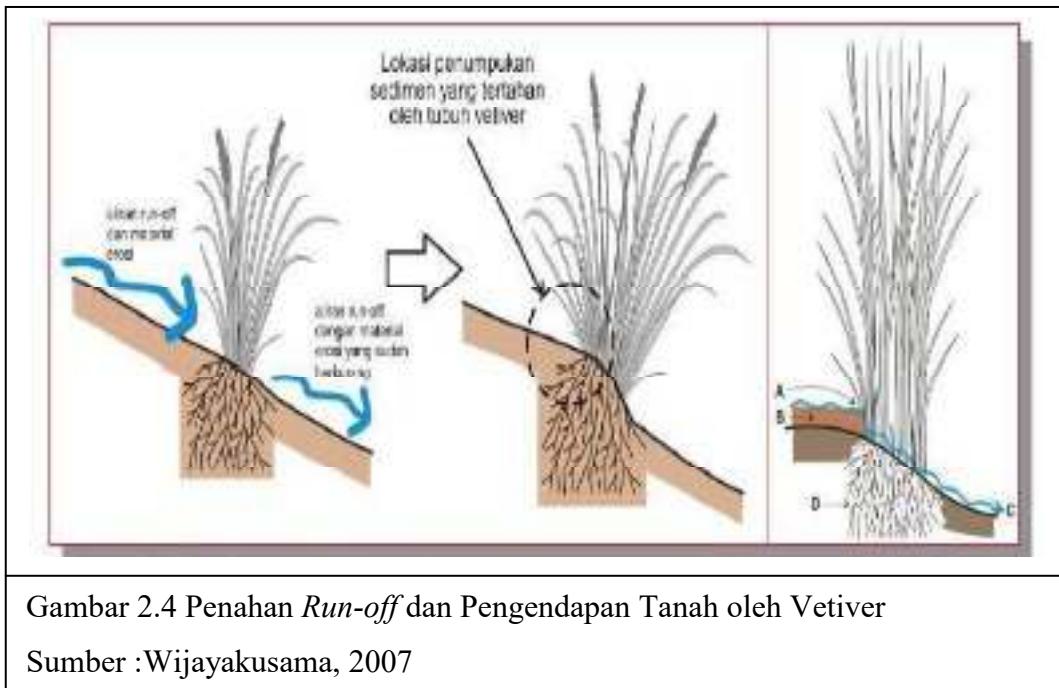
Kelemahan rumput vetiver yaitu :

- Teknologi Rumput Vetiver hanya akan efektif apabila Rumput Vetiver dapat didirikan/ditanam dengan baik;

- Karena pola pertumbuhan vetiver yang tegak lurus atau vertikal terhadap tanah, maka disarankan penanamannya dikombinasikan dengan jenis tanaman penutup tanah, seperti bahia, rumput pahit (carpet grass) atau jenis kacang-kacangan (legume). Sehingga tanaman penutup tanah tersebut dapat mengurangi percikan dan aliran permukaan terutama pada awal pertumbuhan vetiver;
- Dinding Vetiver hanya akan berfungsi penuh ketika dinding barisan vetiver memiliki jarak yang dekat satu sama lain. Jadi harus dilakukan penanaman ulang pada bagian- bagian dinding rumput yang terpisah;
- Karena vetiver adalah tanaman hidup, sehingga tidak dapat langsung berfungsi dengan baik dalam menangani erosi permukaan. Tanaman ini masih memerlukan waktu atau suatu proses yaitu proses pertumbuhan. Sangatlah sulit untuk menanam dan melakukan penyiraman pada lereng yang tinggi dan bertingkat-tingkat (Troung, 2008) .

### **2.8.3 Cara kerja vetiver**

Vetiver menahan laju air *Run-off* dan material erosi yang terbawa dengan tubuhnya, daun dan batang vetiver memperlambat aliran endapan yang terbawa *Run-off* di titik A, sehingga tertumpuk di titik B, air terus mengalir menurun lereng C yang lebih rendah, akar tanaman D mengikat tanah di bawah tanaman hingga kedalaman 3 meter. Dengan membentuk “Tiang” yang rapat dan dalam di dalam tanah, akar-akar ini mencegah terjadinya erosi dan longsor. Vetiver akan efektif jika ditanam dalam barisan membentuk pagar (Wijayakusama, 2007). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.4 Penahanan *Run-off* dan Pengendapan Tanah oleh *Vetiver*

Sumber :Wijayakusama, 2007

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Untuk lebih jelasnya rekap penelitian terdahulu terkait dengan originalitas penelitian dapat dilihat sebagai berikut :

1. Maqdan et al (2019), meneliti tentang Penerapan Ekohidraulik pada Hulu Sub DAS Bompon, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Hasil pengukuran menunjukkan lebar sungai 1,1 m seperti saluran irigasi sawah, dengan pola pengaliran dendritik. Debit aliran sungai tertinggi sebesar 0,043 m<sup>3</sup> /s terjadi pada bulan januari, sedangkan debit aliran sungai terendah pada bulan juni sebesar 0,010 m<sup>3</sup> /s. Penerapan ekohidraulik menggunakan metode penahan tebing yaitu penanaman tebing, penutup tebing, tanaman tebing dan pagar datar serta penggunaan teras gulud.
2. Wahyudi (2017), meneliti tentang Akar Wangi Si Perkasa Penyangga Tebing Sungai Bondoyudo. Dari hasil identifikasi lapangan ditemukan lereng tebing dengan kemiringan 60% tinggi tebing ± 10 m dan panjang 200 m sehingga penanaman dilakukan dengan menggunakan reng belahan bambu agar rapi dan perkembangan tanaman diharapkan berjalan secara optimal.

3. Atmaka (2004), meneliti tentang Evaluasi normalisasi sungai Bengawan Solo hulu dengan konsep eko-hidraulik. Dari hasil penelitian didapati Perubahan debit banjir adalah terjadinya peningkatan pada daerah sebelah hulu perbaikan sebesar 3,1%, pada ujung hulu perbaikan sebesar 5,9 %, pada ujung hilir perbaikan sebesar 9 % dan peningkatan sebesar 3,9 % pada daerah sebelah hilir perbaikan. Perubahan kecepatan aliran terjadi peningkatan sebesar 11 % pada sebelah hulu perbaikan, peningkatan sebesar 17 % pada daerah ujung perbaikan, peningkatan sebesar 1,3 % pada daerah ujung hilir perbaikan serta peningkatan sebesar 0,9 % pada sebelah hilir daerah perbaikan. Perubahan tinggi muka air banjir terjadi pada sebelah hulu daerah perbaikan turun sebesar 7,7 %, pada ujung daerah perbaikan turun sebesar 10 %, pada daerah perbaikan terjadi peningkatan sebesar 7,54 % serta terjadi peningkatan sebesar 3,1 % pada daerah hilir perbaikan.
4. Noor et al (2011), meneliti tentang Stabilisasi Lereng Untuk Pengendalian Erosi Dengan Soil Bioengineering Menggunakan Akar Rumput Vetiver. Dari hasil penelitian bahwasanya baris pagar vetiver dapat menahan pengikisan dari aliran air (*scouring of water flow*) hasil dari badai hujan lebat sebesar 0,028 m<sup>3</sup>/det.
5. Sari (2016), meneliti tentang Perancangan Ekohidrolik Untuk Pengendalian Banjir Pada Morfologi Sungai Simetris Di Sungai Barabai, Kalimantan Selatan. Pengendalian banjir dengan pembangunan fisik dapat meningkatkan kapasitas pengaliran penampang sungai atau mengurangi debit banjir dengan cara mengalirkan air secepatnya ke hilir. Namun, hal ini akan menyebabkan terjadinya penurunan retensi sungai, membesarinya kemiringan sungai sehingga meningkatnya debit aliran sungai (flow discharge) dan debit puncak sungai (peak flow), serta menurunnya waktu mencapai debit puncak. Penelitian dilakukan dengan pembuatan model ekohidrolik skala 1:110 yaitu dengan pembuatan riparian buffer strips atau penanaman vegetasi pada bantaran sungai. Berdasarkan analisis ekohidrolik yang telah dilakukan, penanaman vegetasi pada bantaran sungai dapat menurunkan tinggi muka air.

Penurunan tinggi muka air dipengaruhi oleh besarnya diameter vegetasi sehingga dapat memperbesar kekasaran.

6. Ziana et al (2017), meneliti tentang Perbaikan Bantaran Sungai Secara Ekohidraulik Untuk Menanggulangi Banjir Di Sungai Lae Soraya Kota Subulussalam. Dari Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas tampungan debit maksimum Sungai Lae Soraya adalah 1090,734 m<sup>3</sup>/d. Desain ekohidraulik yang tepat untuk debit banjir 5 tahunan sampai 10 tahunan adalah dengan lebar bantaran 100 m dan penggunaan vegetasi berdiameter 7 cm sampai 10 cm dengan jarak penanaman antar vegetasi adalah 100 cm.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metodologi penelitian disusun untuk mempermudah pelaksanaan studi agar memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan studi yang telah ditetapkan melalui prosedur kerja yang sistematis, teratur, dan tertib, sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Bagan alir (*flow chart*) dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.1 halaman 51.

#### **3.1 Lokasi, Waktu dan Jenis Penelitian**

Lokasi penelitian ini dibatasi dan dilakukan hanya pada wilayah yang mengalami permasalahan erosi tebing sungai yang terletak di sekitaran jembatan yang ada di Desa Alue Buloh – Latong Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya, keduanya terletak antara  $4^{\circ}13'58''$  BT dan  $96^{\circ}17'38.33''$  LU. Jarak ke lokasi penelitian adalah 47 km atau 55 menit dari Kabupaten Aceh Barat ke Nagan Raya. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2020 – Oktober 2020 yang meliputi pengumpulan data primer, data sekunder serta analisis data. Untuk lebih jelasnya peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.2 dan Lampiran A Gambar A.3.3 Halaman 52 - 53.

#### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, data sekunder serta analisis data. Data primer didapat dari pengamatan langsung di lapangan, adapun data primer yang di butuhkan pada penelitian ini adalah data kemiringan sungai.

Sedangkan data sekunder yaitu data pendukung yang sudah ada sehingga hanya perlu mencari dan mengumpulkan data tersebut. Data tersebut bisa di peroleh dengan mengunjungi tempat atau instansi terkait dengan penelitian.

Adapun data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah Peta Kabupaten Nagan Raya, Peta DAS Krueng Seunagan, Dan Peta Kemiringan DAS Krueng Seunagan. Peta tersebut di peroleh dari Bappeda Nagan Raya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran Gambar A.3.2, Lampiran Gambar A.3.4 dan Lampiran Gambar A.3.5 Halaman 54 - 55.

### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah metode penelitian yang bersifat sistematis dan menggunakan model-model yang bersifat matematis. Adapun beberapa parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis hidraulik dan analisis ekohidrolik.

#### **3.3.1 Teknik analisa data**

Teknik pengolahan dan analisa data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menganalisis hidraulik sungai yaitu berupa pengukuran kemiringan sungai. Adapun langkah – langkah yang dilakukan sebagai berikut:

a. Pengukuran kemiringan sungai

Pengukuran kemiringan sungai didapat dari hasil perbandingan antara beda tinggi DAS terhadap panjang DAS dalam satuan persen. Perhitungannya menggunakan data Arcgis yang diambil dari Bappeda Nagan Raya, Untuk lebih jelasnya kemiringan jaringan sungai dapat dilihat pada peta kemiringan DAS Krueng Seunagan Lampiran Gambar A.3.5 Halaman 55.

#### **3.3.2 Analisis hidrologi**

Analisis hidrologi yang bertujuan untuk menentukan debit banjir rancangan dari DAS. Lebih jelasnya peta DAS dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.4 Halaman 54, hal ini dilakukan dengan :

a. Data hujan 14 tahun (2005-2018) stasiun BMKG Cut Nyak Dhien. Untuk lebih jelasnya data hujan dapat dilihat pada Lampiran B Tabel B.3.1 Data Curah

Hujan Stasiun Cut Nyak Dhien sampai dengan Lampiran B Tabel B.3.6 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Cut Nyak Dhien halaman 60 sampai dengan halaman 65.

- b. Dilakukan analisis frekuensi serta menguji kecocokan sebaran distribusi untuk menghasilkan curah hujan rencana dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun.
- c. Perhitungan debit banjir rancangan dimana metode yang digunakan untuk perhitungan debit rancangan menggunakan hidrograf satuan sintetik Nakayasu seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.1 sampai dengan 2.13 halaman 11-16. Tahap ini yang dilakukan adalah mengolah data yang sudah didapat untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisa dan perhitungan. Data ini dihitung secara manual untuk mendapatkan hidrograf satuan sintetik Nakayasu yang dinginkan. Tahapan selanjutnya menghitung debit banjir rancangan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun pada DAS Krueng Seunagan Desa Alue Buloh.

### **3.3.3 Analisis ekohidrolik**

Tahap ini yang dilakukan adalah mengolah data yang sudah didapat untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisa dan perhitungan. Analisis ekohidraulik bertujuan untuk menentukan perencanaan ekohidraulik yaitu berupa desain bantaran sungai. Adapun tahapan yang akan dilakukan adalah:

- a. Mengasumsikan rencana lebar bantaran penanaman vegetasi.
- b. Merencanakan penanaman vegetasi di bantaran sungai untuk arah melintang dan memanjang dengan jarak pervegetasi 100 cm.
- c. Menghitung nilai kekasaran Strickler menggunakan persamaan 2.15 perhitungan berdasarkan berbagai diameter vegetasi yang terdiri atas diameter 5 cm, 10 cm, 15 cm, dan 20 cm.
- d. Menghitung nilai kecepatan aliran air terhadap berbagai diameter vegetasi dengan menggunakan persamaan 2.18
- e. Menghitung debit banjir rencana setelah adanya pengaruh penanaman vegetasi.

- f. Membandingkan debit aliran sungai sebelum dan setelah penanaman vegetasi.
- g. Mengamsumsikan pola tanam tumbuhan vetiver dengan jarak yang telah direncanakan.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil perhitungan dan pembahasan yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan. Pembahasan dilakukan berdasarkan teori dan rumus-rumus yang telah dikemukakan sebelumnya.

#### **4.1 Analisis Hidrologi**

Analisa hidrologi yang dilakukan adalah perhitungan debit periode ulang yang melintasi ruas sungai pada lokasi studi. Dalam tugas akhir ini debit digunakan adalah debit puncak dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Data yang digunakan adalah data debit harian yang tercatat dari pos pengamatan di Nagan Raya dari Tahun 2005 sampai dengan 2018. Pada bab ini perhitungannya didapat dari hasil susunan rekan penelitian (Mastiar, 2021).

##### **4.1.1 Perhitungan curah hujan bulanan maksimum**

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan maksimum bulanan tiap tahun dari stasiun penakar hujan DAS Krueng Seunagan. Curah hujan bulanan maksimum selama 14 tahunan yaitu dari 2005 - 2018, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

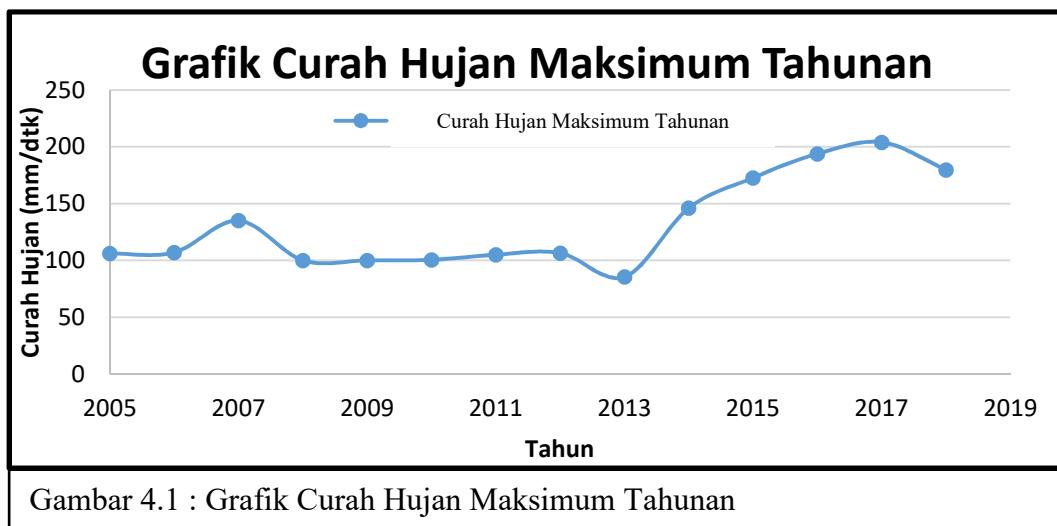
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Bulanan Maksimum (1/2)

Tahun	Bulan												Maks
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	
2005	43	73	106	83	68	37	48	46	85	53	72	56	106
2006	50	70	52	42	19	54	66	65	88	107	60	31	107
2007	39	41	31	37	50	37	60	101	35	135	42	94	135
2008	94	100	31	95	94	40	96	90	96	75	77	69	100
2009	25	63	96	88	100	66	45	59	95	45	75	26	100
2010	91	56	69	96	72	50	30	40,5	100,5	58	65	80	100,5
2011	71,5	50	90,5	105	55	40	90	90	50,5	90,5	90	90	105

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Bulanan Maksimum (2/2)

Tahun	Bulan												Maks
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	
2012	90	100	100	74,5	45,5	75	93	48	51	106,5	76	90	106,5
2013	78,5	80,5	60,5	72,5	70,5	45,5	15,5	65,5	25	15	85,5	80,5	85,5
2014	84	96	125	65	51	82	58	146	71	98	96	59	146
2015	49,1	47,3	41	119,9	53,3	115,8	53,3	59,7	76,7	99,1	172,7	90,8	172,7
2016	187,9	86,6	99,9	106	193,8	61,6	54,3	187,4	38	115,4	93,6	59,6	193,8
2017	127,8	63,1	77,2	110	44,7	29,5	41,5	58,3	50,5	204	75,4	186,8	204
2018	41,3	51,1	87,1	89,8	21,3	12,9	95,8	179,7	71,7	72,7	137,9	50,9	179,7

Perhitungan curah hujan bulanan maksimum dilakukan secara manual. Tujuan menghitung curah hujan maksimum ini yaitu untuk mendapatkan debit air hujan maksimum yang nantinya digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan. Berdasarkan tabel 4.1 diatas curah hujan maksimum bulanan tertinggi terjadi pada tahun 2017 hingga mencapai 204 mm/thn. Tinggi curah hujan bulanan maksimum dapat dilihat pada Gambar 4.1 grafik tinggi rendahnya curah hujan bulanan dalam jangka 14 tahunan.



Gambar 4.1 : Grafik Curah Hujan Maksimum Tahunan

Gambar 4.1 menjelaskan perbedaan tinggi rendahnya kejadian hujan selama 14 tahun terakhir dan gambar di atas juga dapat di lihat bahwa curah hujan bulanan maksimum terjadi pada tahun 2017 yaitu mencapai 204 mm/thn.

#### **4.1.2 Analisis Frekuensi Hujan**

Analisis frekuensi digunakan untuk memperkirakan curah hujan atau debit rancangan dengan kala ulang tertentu. Ada beberapa metode analisis frekuensi yang dapat digunakan yaitu :

##### **1. Perhitungan Distribusi Normal**

Distribusi Normal merupakan distribusi yang memodelkan fenomena kuantitatif. Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss yang memiliki rata-rata 0 dan simpangan baku 1.

Tabel 4.2 Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Normal

No	Tahun	X	X - X <sub>bar</sub>	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>2</sup>	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>3</sup>	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>4</sup>
1	2005	106	-25,549	652,766	-16677,705	426103,451
2	2006	107	-24,549	602,667	-14795,055	363208,030
3	2007	135	3,451	11,907	41.089	141,787
4	2008	100	-31,549	995,357	-31402,816	990736,412
5	2009	100	-31,549	995,357	-31402,816	990736,412
6	2010	100,5	-31,049	964,058	-29933,317	929408,104
7	2011	105	-26,549	704,865	-18713,651	496834,065
8	2012	106,5	-25,049	627,467	-15717,593	393714,478
9	2013	85,5	-46,049	2120,537	-97649,201	4496675,959
10	2014	146	14,451	208,823	3017,644	43607,105
11	2015	172,7	41,151	1693,381	69683,849	2867540,181
12	2016	193,8	62,251	3875,151	241230,944	15016798,598
13	2017	203,99	72,441	5247,657	380144,028	27537904,895
14	2018	179,7	48,151	2318,491	111637,011	5375401,844
Jumlah		1841,69	0,000	21018,486	549462,412	59928811,320
Rata – rata		131,549286	0,000	1501,320	39247,315	4280629,380

Tabel 4.2 merupakan perhitungan distribusi normal. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapat hasil  $C_s = 0,758$  dan nilai  $C_k = 2,618$ . Lebih jelasnya perhitungan nilai  $C_s$  dan  $C_k$  untuk distribusi Normal dapat dilihat pada Lampiran C 4.4 Halaman 90-91.

## 2. Perhitungan Distribusi Log Normal

Distribusi log Normal merupakan hasil transformasi dari Distribusi Normal, yaitu dengan mengubah nilai variat X menjadi nilai logaritmik variat X. Distribusi log-Pearson Type III akan menjadi distribusi log Normal apabila nilai koefisien kemencengangan  $CS = 1,14$ .

Tabel 4.3 Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Log Normal

No	Tahun	X	$y = \log X$	$(X - X_{\bar{}})^1$	$(X - X_{\bar{}})^2$	$(X - X_{\bar{}})^3$	$(X - X_{\bar{}})^4$
1	2005	106	2,025	-0,076	0,006	-0,0004	0,000034
2	2006	107	2,029	-0,072	0,005	-0,0004	0,000027
3	2007	135	2,130	0,029	0,001	0,0000	0,000001
4	2008	100	2,000	-0,101	0,010	-0,0010	0,000106
5	2009	100	2,000	-0,101	0,010	-0,0010	0,000106
6	2010	100,5	2,002	-0,099	0,010	-0,0010	0,000097
7	2011	105	2,021	-0,080	0,006	-0,0005	0,000042
8	2012	106,5	2,027	-0,074	0,005	-0,0004	0,000030
9	2013	85,5	1,932	-0,170	0,029	-0,0049	0,000826
10	2014	146	2,164	0,063	0,004	0,0002	0,000016
11	2015	172,7	2,237	0,136	0,018	0,0025	0,000340
12	2016	193,8	2,287	0,186	0,035	0,0064	0,001193
13	2017	203,99	2,310	0,208	0,043	0,0090	0,001876
14	2018	179,7	2,255	0,153	0,023	0,0036	0,000549
Jumlah		1841,690	29,421	0,000	0,207	0,012	0,005
Rata – rata		131,549	2,101	0,000	0,015	0,001	0,000

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapat hasil  $C_s = 0,535$ . dan nilai  $C_k = 2,252$ . Lebih jelasnya perhitungan nilai  $C_s$  dan  $C_k$  untuk Distribusi Log Normal dapat dilihat pada Lampiran C 4.5 Halaman 91-92.

### 3. Perhitungan Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Distribusi Gumbel mempunyai koefisien kemencengan (*Coefisien of skewness*) atau  $CS = 1,139$  dan koefisien kurtosis (*Coefficient Curtosis*) atau  $C_k < 4,002$ .

Tabel 4.4 Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Gumbel

No	Tahun	X	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^3$	$(x - \bar{x})^4$
1	2005	106	-25,549	652,766	-16677,705	426103,45
2	2006	107	-24,549	602,667	-14795,055	363208,03
3	2007	135	3,451	11,907	41,089	141,787
4	2008	100	-31,549	995,357	-31402,816	990736,41
5	2009	100	-31,549	995,357	-31402,816	990736,41
6	2010	100,5	-31,049	964,058	-29933,317	929408,1
7	2011	105	-26,549	704,865	-18713,651	496834,07
8	2012	106,5	-25,049	627,467	-15717,593	393714,48
9	2013	85,5	-46,049	2120,537	-97649,201	4496676
10	2014	146	14,451	208,823	3017,644	43607,105
11	2015	172,7	41,151	1693,381	69683,849	2867540,2
12	2016	193,8	62,251	3875,151	241230,94	15016799
13	2017	203,99	72,441	5247,657	380144,03	27537905
14	2018	179,7	48,151	2318,491	111637,01	5375401,8
Jumlah		1841,69	0	21018,486	549462,41	59928811
Rata – rata		131,549	0	1501,32	39247,315	4280629,4

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat nilai perhitungan standar deviasi Metode Gumbel dengan nilai  $S_x = 40.210$ ,  $C_s = 0.758$  dan  $C_k = 0.187$ . Lebih jelasnya perhitungan nilai  $S_x$ ,  $C_s$  dan  $C_k$  untuk distribusi Gumbel dapat dilihat pada Lampiran C 4.6 Halaman 92-93.

#### 4. Perhitungan Log Person III

Distribusi Log Pearson Tipe III atau Distribusi Ekstrim Tipe III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (*low flows*). Distribusi Log Pearson Tipe III, mempunyai koefisien kemencengan (*Coefisien of skewness*) atau  $CS \sim 0$ .

Tabel 4.5 Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Log Person III (1/1)

No	Tahun	X	log X	(logx - log $\bar{x}$ )	(logx - log $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	(logx - log $\bar{x}$ ) <sup>3</sup>	(logx - log $\bar{x}$ ) <sup>4</sup>
1	2005	106	2,025	-0,076	0,0058	-0,000442	0,0000337
2	2006	107	2,029	-0,072	0,0052	-0,000375	0,000027
3	2007	135	2,13	0,029	0,0008	0,000024	0,0000007
4	2008	100	2	-0,101	0,0103	-0,001045	0,0001061
5	2009	100	2	-0,101	0,0103	-0,001045	0,0001061
6	2010	100,5	2,002	-0,099	0,0099	-0,00098	0,0000973
7	2011	105	2,021	-0,08	0,0064	-0,000518	0,0000416
8	2012	106,5	2,027	-0,074	0,0055	-0,000408	0,0000302
9	2013	85,5	1,932	-0,17	0,0287	-0,004872	0,0008259
10	2014	146	2,164	0,063	0,004	0,000248	0,0000156
11	2015	172,7	2,237	0,136	0,0184	0,002505	0,0003401
12	2016	193,8	2,287	0,186	0,0345	0,006421	0,0011934
13	2017	203,99	2,31	0,208	0,0433	0,009014	0,0018761
14	2018	179,7	2,255	0,153	0,0234	0,003586	0,0005488
Jumlah		1841,69	29,421	0	0,207	0,012	0,005
Rata – rata		131,549	2,101	0	0,015	0,001	0

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat nilai perhitungan standar deviasi Metode Gumbel dengan nilai  $C_s = 0,536$  dan  $C_k = 0,0001$ . Lebih jelasnya perhitungan nilai  $C_s$  dan  $C_k$  untuk distribusi Log Person III dapat dilihat pada Lampiran C 4.7 Halaman 93-94.

Syarat dalam menentukan curah hujan yang akan dipakai pada perhitungan ini maka hasil perhitungan curah hujan rencana periode T tahun pada tiga metode tersebut harus dianalisis dengan syarat-syarat jenis sebaran di bawah ini :

Tabel 4.6 Syarat Sebaran Distribusi.

No	Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Persyaratan	Kesimpulan
1	Normal	$C_s \approx 0$	0,758	0	Tidak memenuhi
		$C_k \approx 3$	2,618	3	Tidak memenuhi
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	0,535	0,18	Tidak memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	2,252	3,058	Tidak memenuhi
3	Gumbel	$C_s = 1,14$	0,758	1,14	Tidak memenuhi
		$C_k = 5,40$	0,187	5,4	Tidak memenuhi
4	Log Pearson III	Selain diatas	0,536	-	Memenuhi
			0,0001	-	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa yang memenuhi syarat distribusi sebaran adalah menggunakan distribusi log person III. Setelah menghitung syarat distribusi sebaran pada masing-masing perhitungan distribusi selanjutnya adalah menghitung faktor nilai K dan perhitungan curah hujan rancangan untuk distribusi log person III. Untuk menghitung faktor nilai K dapat menggunakan Tabel B.2.4 Halaman 58 - 59.

Tabel 4.7 Faktor Nilai K Untuk Distribusi Log Person III

Koef G	Periode Ulang				
	2	5	10	50	100
0.4	-0,066	0,816	1,317	2,261	2,615
0.6	-0,099	0,800	1,328	2,359	2,755
0.536	-0,088	0,805	1,324	2,328	2,710

Tabel 4.8 Curah Hujan Rancangan Berdasarkan Metode Log Person III

T (Tahun)	Pr (%)	G	G.s	Log. RT	RT
					(mm)
2	0	-0,088	-0,011	2,090	122,981
5	0	0,805	0,102	2,203	159,439
10	0	1,324	0,167	2,268	185,409
50	0	2,328	0,294	2,395	248,150
100	0	2,710	0,342	2,443	277,324

Dari hasil tabel perhitungan curah hujan rancangan diatas maka dapat dilihat bahwa nilai debit banjir rencangan yang akan di gunakan adalah debit pada

DAS Krueng Seunagan dengan periode ulang 2 tahun sebesar 122,981 mm, periode ulang 5 tahun sebesar 159,439 mm dan periode ulang 10 tahun sebesar 185,409 mm.

#### **4.1.3 Uji kecocokan dengan Chi-kuadrat**

Uji keselarasan Chi-Kuadrat dilakukan untuk menentukan pola distribusi data curah hujan rata-rata yang paling sesuai dari beberapa metode distribusi statistik yang telah dilakukan. Hasil analisis keselaran Chi-Kuadrat dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Uji keselaran Chi-Kuadrat

Kelas	Interval	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
1	70,5 - 100,1225	3	2,8	0,2	0,04	0,01
2	100,1125 - 129,745	5	2,8	2,2	4,84	1,73
3	129,745 - 159,3675	2	2,8	-0,8	0,64	0,23
4	159,3675 - 188,99	2	2,8	-0,8	0,64	0,23
5	188,99 - 218,99	2	2,8	-0,8	0,64	0,23
$\Sigma$						2,43

Dengan menggunakan tabel Chi-Kuadrat dapat diketahui bahwa nilai DK=2 dan alpha= 0,05, maka Cr tabel/Cr kritis = 5,991. Dapat disimpulkan bahwa Cr hitung =  $2,43 < 5,991$ , maka dengan menggunakan distribusi Log Person III yang telah dilakukan uji keselaran memenuhi syarat dan dapat digunakan. Lebih jelasnya perhitungan uji keselarasan Chi-Kuadrat dapat dilihat pada Lampiran C.4.8 Halaman 94-95.

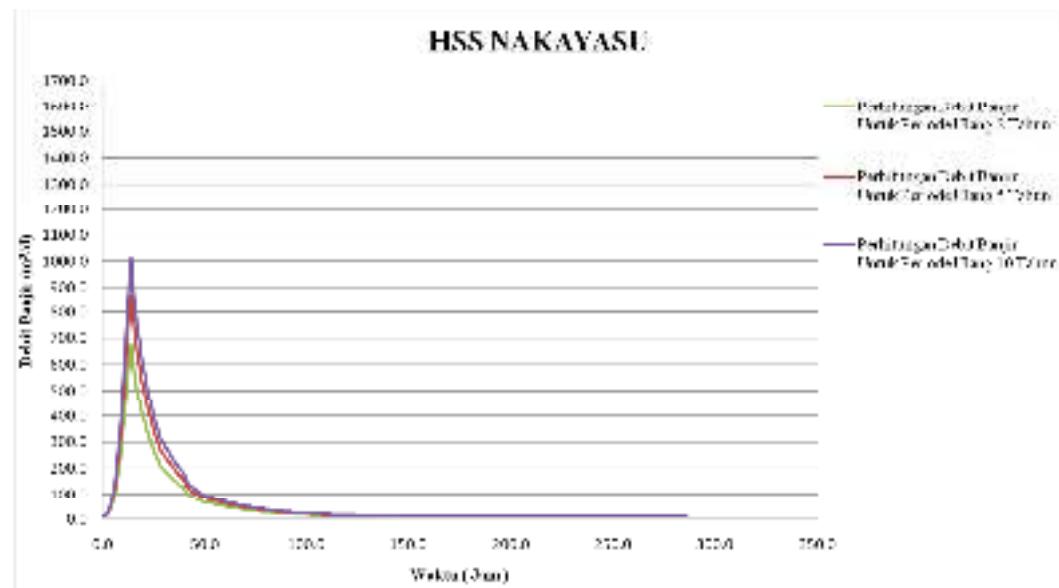
#### **4.1.4 Analisis Hidrograf Nakayasu**

Perhitungan debit banjir puncak dilakukan menggunakan metode HSS Nakayasu. Adapun paramater data yang digunakan adalah panjang sungai serta luas DAS. Data panjang sungai dan luas DAS pada penelitian ini telah di ketahui dimana panjang sungai adalah 96,51 km dan luas DAS adalah  $814,69 \text{ km}^2$ .

Tabel 4.10 Parameter DAS Krueng Seunagan

Paramater Nakayasu	Hasil
Luas DAS	814,69 km <sup>2</sup>
Panjang Sungai Utama (L)	96,51 km <sup>2</sup>
$t_g = 0,4 + 0,058 \times L$	5,64 jam
$Tr = 0,75 \times tg$	4,23 jam
$Tp = t_g + 0,8 \times Tr$	9,02 jam
$t_{0,3} = \alpha \times t_g$	11,27 jam
$Qp = 1 / 3,6 \times A \times R_0 \times 1 / (0,3 \times tp + t_{0,3})$	16,18 m <sup>3</sup> /d

Tabel 4.10 menunjukkan masing-masing nilai dari parameter DAS Krueng Seunagan dimana nilai  $tg = 5,64$  jam,  $Tr = 4,23$  jam,  $Tp = 9,02$  jam,  $t_{0,3} = 11,27$  jam dan  $Qp = 16,18$  m<sup>3</sup>/d. Setelah data masing-masing parameter di dapat selanjutnya menghitung dan debit punjak berdasarkan nilai hitungan debit banjir rancangan. Lebih jelasnya data tabel perhitungan untuk HSS Nakayasu pada periode ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun dapat dilihat pada lampiran C.4.9 Halaman 95-99. Hasil perhitungan debit puncak dapat dilihat pada gambar 4.2 grafik HSS Nakayasu sebagai berikut.



Gambar 4.2. Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Gambar 4.2 menunjukkan nilai debit maksimal yang terjadi akibat hujan pada DAS Krueng Seunagan Desa Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya dengan debit puncak 2 tahun sebesar  $675,3 \text{ m}^3/\text{d}$ , 5 tahun sebesar  $872,5 \text{ m}^3/\text{d}$  dan 10 tahun sebesar  $1013 \text{ m}^3/\text{d}$ . (Berdasarkan hasil susunan rekan penelitian, Mastiar 2021).

## 4.2 Desain Ekohidrolik

Desain Ekohidrolik pada sungai Krueng Seunagan adalah menentukan lebar bantaran pada sisi kiri dan kanan sungai, selanjutnya mengansumsikan pola tanam tumbuhan vetiver pada bantaran sungai dengan menggunakan uji coba vetiver yang telah direncanakan.

### 4.2.1. Perhitungan desain ekohidrolik

Perhitungan desain ekohidrolik pada sungai Krueng Seunagan dengan menentukan lebar bantaran pada sisi kiri dan kanan sungai menggunakan uji coba vetiver yang berdiameter 5 cm, 10 cm, 15 cm, dan 20 cm dengan jarak antar penanaman vetiver untuk arah melintang ( $a_x$ ) dan arah memanjang ( $a_y$ ) adalah 100 cm. Langkah-langkah perhitungannya adalah berikut ini.

Diketahui :

$$b = 100 \text{ m}$$

$$a_x = 1 \text{ m}$$

$$a_y = 1 \text{ m}$$

$$dp = 0,05 \text{ m}$$

#### 1. Desain ekohidraulik untuk debit banjir 2 tahunan

$$\text{- Lebar bantaran (b)} = 100 \text{ m}$$

$$\text{- Diameter Vegetasi (dp)} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{- Parameter vegetasi (B)} = \left(\frac{ax}{dp} - 1\right)^2 \times \frac{ay}{dp} = \left(\frac{1}{0,05} - 1\right)^2 \times \frac{1}{0,05} = 7220 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
- \text{Koefisien vegetasi (C)} &= 1,2 - 0,3\left(\frac{B}{1000}\right) + 0,06\left(\frac{B}{1000}\right)^{1,5} \\
&= 1,2 - 0,3\left(\frac{7220}{1000}\right) + 0,06\left(\frac{7220}{1000}\right)^{1,5} \\
&= 0,198 \text{ m} \\
- \text{Kekasaran (Ks)} &= C(b) + 1,5(dp) \\
&= 0,198(100) + 1,5(0,05) \\
&= 19,876 \\
- \text{Luas tampang aliran (A)} &= 450,125 \\
- \text{Keliling basah (p)} &= 185,001 \\
- \text{Jari-jari hidraulis (R)} &= \frac{A}{P} = \frac{450,125}{185,001} = 2,433 \\
- \text{Koefisien hambatan}(\lambda) &= \frac{1}{(-2,03 \log(12,27 \frac{R}{Ks}))^2} \\
&= \frac{1}{(-2,03 \log(12,27 \frac{2,433}{19,876}))^2} \\
&= 7,744 \\
- \text{Kecepatan air (V)} &= \left(\frac{1}{\lambda} 8 g R I\right)^{0,5} \\
&= \left(\frac{1}{12,800} 8 \times 9,81 \times 2,433 \times 0,042\right)^{0,5} \\
&= 1,014 \text{ m/d} \\
- \text{Debit} &= A \times V \\
&= 450,125 \times 1,014 \\
&= 456,650 \text{ m}^3/\text{d}
\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa desain ekohidrolik dengan lebar bantaran 100 m dan vetiver berdiameter 5 cm dapat meredam energi banjir dari  $675,3 \text{ m}^3/\text{d}$  menjadi  $456,309 \text{ m}^3/\text{d}$  menuju hilir sungai. Hasil perhitungan untuk berbagai diameter disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 4.11 Analisis Ekohidrolik yang dihasilkan untuk periode ulang 2 tahun

Diameter Vegetasi	Kekasaran (Ks)	Kecepatan (m/d)	Debit (m <sup>3</sup> /d)
0	120	2,306	675,3
0,05	19,876	1,014	456,630
0,1	100,224	3,020	1359,423
0,15	114,397	3,350	1507,891
0,2	118,036	3,428	1543,039

## 2. Desain ekohidraulik untuk debit banjir 5 tahunan

- Lebar bantaran (b) = 100 m

- Diameter Vegetasi (dp) = 0,05 m

- Parameter vegetasi (B) =  $(\frac{ax}{dp} - I)^2 \times \frac{ay}{dp} = (\frac{I}{0,05} - I)^2 \times \frac{I}{0,05} = 7220 \text{ m}$

- Koefisien vegetasi (C) =  $1,2 - 0,3(\frac{B}{1000}) + 0,06(\frac{B}{1000})^{1,5}$   
 $= 1,2 - 0,3(\frac{7220}{1000}) + 0,06(\frac{7220}{1000})^{1,5}$   
 $= 0,198 \text{ m}$

- Kekasaran (Ks) = C(b) + 1,5(dp)  
 $= 0,198(100) + 1,5(0,05)$   
 $= 19,876$

- Luas tampang aliran (A) = 410,504

- Keliling basah (p) = 184,561

- Jari-jari hidraulis (R) =  $\frac{A}{P} = \frac{410,504}{184,561} = 2,224$

- Koefisien hambatan( $\lambda$ ) =  $\frac{I}{(-2,03 \log (12,27 \frac{R}{Ks})^2)}$   
 $= \frac{I}{(-2,03 \log (12,27 \frac{2,224}{19,876})^2)}$   
 $= 12,800$

- Kecepatan air (V) =  $\left(\frac{I}{\lambda} g R I\right)^{0,5}$

$$= \left( \frac{l}{12,800} 8 \times 9,81 \times 2,224 \times 0,042 \right)^{0,5}$$

$$= 0,756 \text{ m/d}$$

- Debit

$$= A \times V$$

$$= 410,504 \times 0,756$$

$$= 310,309 \text{ m}^3/\text{d}$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa desain ekohidrolik dengan lebar bantaran 100 m dan vetiver berdiameter 5 cm dapat meredam energi banjir dari  $872,5 \text{ m}^3/\text{d}$  menjadi  $310,309 \text{ m}^3/\text{d}$  menuju hilir sungai. Hasil perhitungan untuk berbagai diameter disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 4.12 Analisis Ekohidrolik yang dihasilkan untuk periode ulang 5 tahun

<b>Diameter Vegetasi</b>	<b>Kekasaran (Ks)</b>	<b>Kecepatan (m/d)</b>	<b>Debit (m<sup>3</sup>/d)</b>
0	120	2,071	872,5
0,05	19,876	0,756	310,309
0,1	100,224	3,102	1273,205
0,15	114,397	3,417	1402,663
0,2	118,036	3,492	1433,310

### 3. Desain ekohidraulik untuk debit banjir 10 tahunan

- Lebar bantaran (b) = 100 m

- Diameter Vegetasi (dp) = 0,05 m

- Parameter vegetasi (B) =  $\left(\frac{ax}{dp} - I\right)^2 \times \frac{ay}{dp} = \left(\frac{l}{0,05} - I\right)^2 \times \frac{l}{0,05} = 7220 \text{ m}$

- Koefisien vegetasi (C) =  $1,2 - 0,3\left(\frac{B}{1000}\right) + 0,06\left(\frac{B}{1000}\right)^{1,5}$   
 $= 1,2 - 0,3\left(\frac{7220}{1000}\right) + 0,06\left(\frac{7220}{1000}\right)^{1,5}$   
 $= 0,198 \text{ m}$

- Kekasaran (Ks) =  $C(b) + 1,5(dp)$   
 $= 0,198 (100) + 1,5(0,05)$   
 $= 19,876$

- Luas tampang aliran (A) = 394,296

- Keliling basah (p) = 184,381

- Jari-jari hidraulis (R)  $= \frac{A}{P} = \frac{394,296}{184,381} = 2,138$

- Koefisien hambatan( $\lambda$ )  $= \frac{I}{(-2,03 \log (12,27 \frac{R}{K_s}))^2}$   
 $= \frac{I}{(-2,03 \log (12,27 \frac{2,138}{19,876}))^2}$   
 $= 16,679$

- Kecepatan air (V)  $= \left( \frac{I}{\lambda} 8 g R I \right)^{0,5}$   
 $= \left( \frac{I}{12,800} 8 \times 9,81 \times 2,138 \times 0,042 \right)^{0,5}$   
 $= 0,649 \text{ m/d}$

- Debit  $= A \times V$   
 $= 394,296 \times 0,649$   
 $= 256,022 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa desain ekohidrolik dengan lebar bantaran 100 m dan vetiver berdiameter 5 cm dapat meredam energi banjir dari  $1013 \text{ m}^3/\text{d}$  menjadi  $256,022 \text{ m}^3/\text{d}$  menuju hilir sungai. Hasil perhitungan untuk berbagai diameter disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 4.13 Analisis Ekohidrolik yang dihasilkan untuk periode ulang 10 tahun

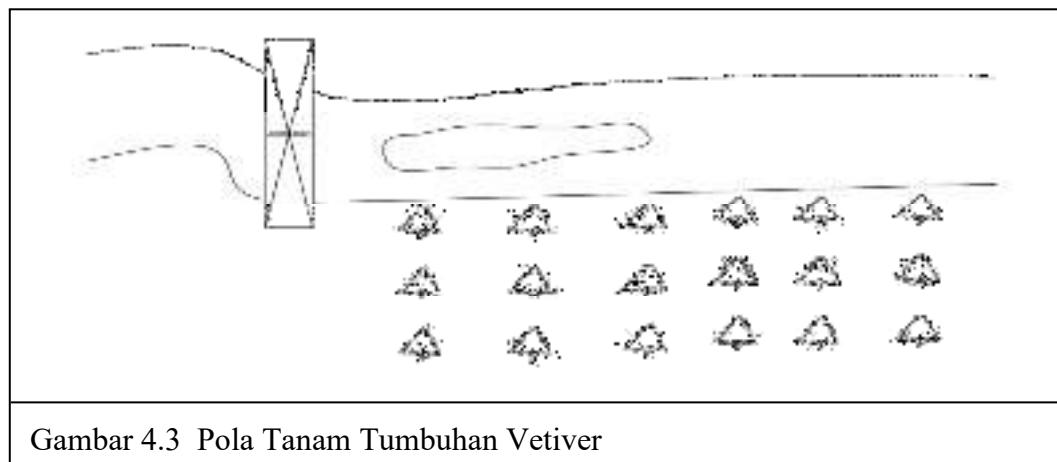
Diameter Vegetasi	Kekasaran (K <sub>s</sub> )	Kecepatan (m/d)	Debit (m <sup>3</sup> /d)
0	120	1,979	1013
0,05	19,876	0,649	256,022
0,1	100,224	3,133	1235,368
0,15	114,397	3,442	1357,294
0,2	118,036	3,516	1386,158

Berdasarkan hasil analisis ekohidrolik untuk lebar bantaran dan diameter vegetasi yang berbeda juga menghasilkan nilai debit yang berbeda. Untuk debit banjir 2 tahun sebelum penataan bantaran sungai sebesar  $675,3 \text{ m}^3/\text{d}$  dan setelah dilakukan penataan bantaran sungai dengan desain bantarnya selebar 100 m dan vegetasi berdiameter 5 cm menghasilkan debit sebesar  $456,630 \text{ m}^3/\text{d}$ . Sehingga desain ekohidrolik sungai tersebut layak digunakan karena dapat meredam energi banjir yang sampai ke hilir dan memperkecil debit banjir yang terjadi. Untuk

lebih jelasnya perhitungan Desain Ekohidrolik dapat dilihat pada Lampiran C.4.10 Halaman 100 - 103.

#### 4.2.2. Pola tanam Ekohidrolik

Pola tanam ekohidrolik bertujuan untuk mengatur susunan tata letak tanam vertiver pada bantaran sungai sehingga membentuk penghalang yang mengurangi kecepatan limpasan air sungai dan erosi pada bantaran sungai. Mengingat bentuk bantaran Sungai Krueng Seunagan maka pola tanam yang sesuai adalah pola tanam barisan. Untuk lebih jelasnya gambaran pola tanam barisan dapat dilihat pada Lampiran Gambar A.4.1 Hal 56 .



Gambar 4.3 Pola Tanam Tumbuhan Vetiver

Dari gambar menjelaskan bahwa ketika tumbuhan vetiver ditanam pada satu deretan akan membentuk tanaman pagar, tumbuhan vetiver yang lebat membentuk penghalang yang bisa di masuki air yang dengan pelan menyebarkan limpasan air (*Run Off*) dan mengurangi kecepatannya. Hal ini memberi lebih banyak waktu bagi tanah untuk menyerap air dan tanaman pagar untuk memerangkap sedimen.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis sebaran distribusi yang memenuhi syarat sebaran adalah menggunakan menggunakan metode Log Person III dengan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun sebesar 122,981 mm, periode ulang 5 tahun sebesar 159,439 mm dan periode ulang 10 tahun sebesar 185,409 mm.
2. Debit banjir rencana pada DAS Krueng Seunagan dengan menggunakan metode HSS Nakayasu diperoleh hasil debit banjir puncak pada periode ulang 2 tahun sebesar  $675,3 \text{ m}^3/\text{d}$ , 5 tahun sebesar  $872,5 \text{ m}^3/\text{d}$  dan 10 tahun sebesar  $1013 \text{ m}^3/\text{d}$ .
3. Hasil Perhitungan Ekohidrolik dengan lebar bantaran dan diameter vegetasi yang berbeda juga menghasilkan nilai debit yang berbeda. Untuk debit banjir 2 tahun sebelum penataan bantaran sungai sebesar  $675,3 \text{ m}^3/\text{d}$  dan setelah dilakukan penataan bantaran sungai dengan desain bantarannya selebar 100 m dan vegetasi berdiameter 5 cm menghasilkan debit sebesar  $456.630 \text{ m}^3/\text{d}$ . Sehingga desain ekohidrolik sungai tersebut layak digunakan karena dapat meredam energi banjir yang sampai ke hilir dan memperkecil debit banjir yang terjadi.
4. Pola tanam yang cocok digunakan pada tumbuhan vetiver adalah pola tanam barisan dimana ketika tumbuhan vetiver ditanam pada satu deretan akan membentuk tanaman pagar, tumbuhan vetiver yang lebat membentuk penghalang yang bisa di masuki air yang dengan pelan menyebarluaskan limpasan air dan mengurangi kecepatannya, Hal ini memberi lebih banyak waktu bagi tanah untuk menyerap air dan tanaman pagar untuk memerangkap sedimen.

## **5.2 Saran**

Untuk mengembangkan hasil penelitian ini, berikut adalah beberapa saran yang dapat dilakukan untuk penelitian ke depannya:

1. Dinas terkait harus melakukan kajian dan perencanaan ulang terhadap cara menanggulangi erosi tebing sungai;
2. Diharapkan penelitian ini dapat dipakai untuk menanggulangi erosi yang terjadi;
3. Dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah kabupaten Nagan Raya untuk mencegah terjadinya erosi tebing sungai

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Ardyad S, 2010. Konservasi Tanah dan Air. Serial Pustaka IPB. Bogor
2. Asdak, 2007. Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
3. Atmaka NAT, 2004. Evaluasi Normalisasi Sungai Begawan Solo Hulu Dengan Konsep Ekohidrolik. Skripsi, Universitas Sebelas Maret.
4. Harto Br, 1993. Analisis Hidrologi. PT Gramedia Pusaka Utama. Jakarta.
5. Kodoatje J.R, dan Sugiyanto, 2002. Banjir, Beberapa Masalah dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan. Pusaka Belajar. Yogyakarta.
6. Lammeranner WR, 2004. Implementation and Monitoring of Soil Bioengineering measure at a Land Slide in The Middle Mountains of Nepal.
7. Mastiar,2021. Analisis Kedalaman Gerusan Lokal Pada Pilar Jembatan Alue Buloh Kecamatan Seunagan Kabupaten Nagan Raya. Skripsi Universitas Teuku Umar.
8. Maqdan M, Sungkowo A , dan Yogafanny , 2019. Penerapan Ekohidraulik pada Hulu Sub DAS Bompon, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta. JLK (2019) Vol.1(2):33-43
9. Maryono, 2005. Mengenai Banjir, Kekeringan dan Lingkungan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
10. Maryono, 2007. Restorasi sungai. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
11. Noor A, Vahlevi J, dan Fathurrozi, (2011). Stabilisasi Lereng Untuk Pengendalian Erosi Dengan Soil Bioengineering Menggunakan Akar Rumput Vetiver. Jurnal Poros Teknik, Vol.3,No.2, Juni 2022 : 69-74
12. Onrizal, 2005. Ekosistem Sungai dan Bantaran Sungai. Universitas Sumatera Utara. Medan.
13. Republik Indonesia. 2004. Undang – Undang No.7 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air.

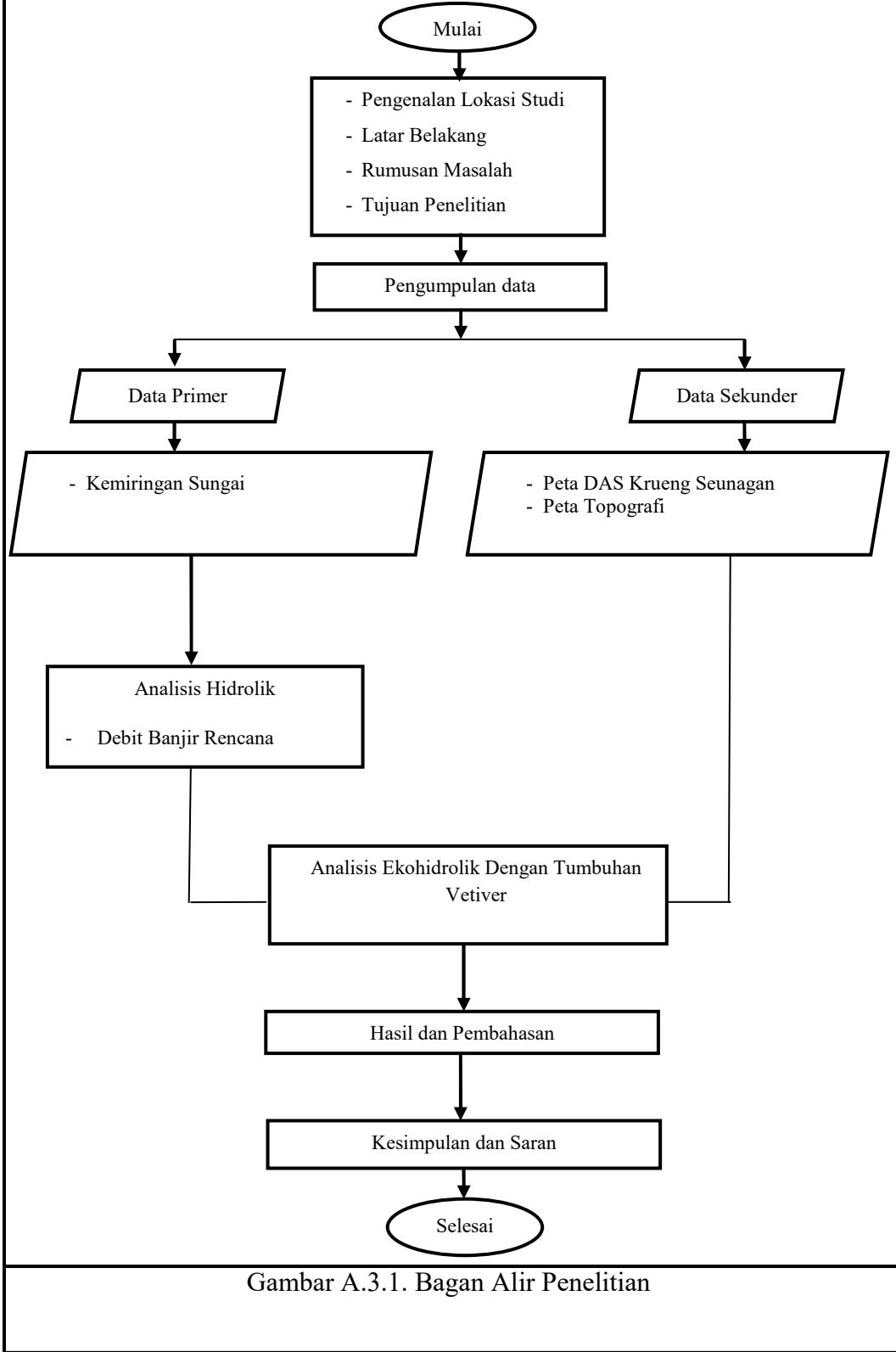
14. Sari J, 2016. Perancangan Ekohidrolik Untuk Pengendalian Banjir Pada Morfologi Sungai Simetris Di Sungai Barabai, Kalimantan Selatan. Skripsi Institut Pertanian Bogor.
15. Sarief S, 1985. Konservasi Tanah dan Air. PT Pustaka Buana. Bandung.
16. Sosrodarsono dan Takeda, 2006. Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
17. Triatmodjo B, 2003. *Hidraulika I*. Beta Offset, Yogyakarta.
18. Triatmodjo B, 2008. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta.
19. Truong P, Van T T dan Pinners E, Tahun 2007. Vetiver System Application. The Vetiver Network International, Vietnam.
20. Wahyudi H, 2017. Akar Wangi Si Perkasa Penyangga Tebing Sungai Bondoyudo. Widyaishwara Utama Badan Diklat Jawa Timur.
21. Wijayakusuma R, 2007. Stabilitasi Lahan dan Fitoremedesi Dengan Vertiver Sistim. Seminar *Green Design*. Prigen Pasuruan 26-29 Juli. Jawa Timur
22. Ziana, Azmeri dan Fransiska L, 2017. Perbaikan Bantaran Sungai Secara Ekohidraulik Untuk Menanggulangi Banjir Di Sungai Lae Soraya Kota Subulussalam.Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. Jurnal Pertemuan Ilmiah Tahunan XXXV HATHI, Medan.

**LAMPIRAN A**

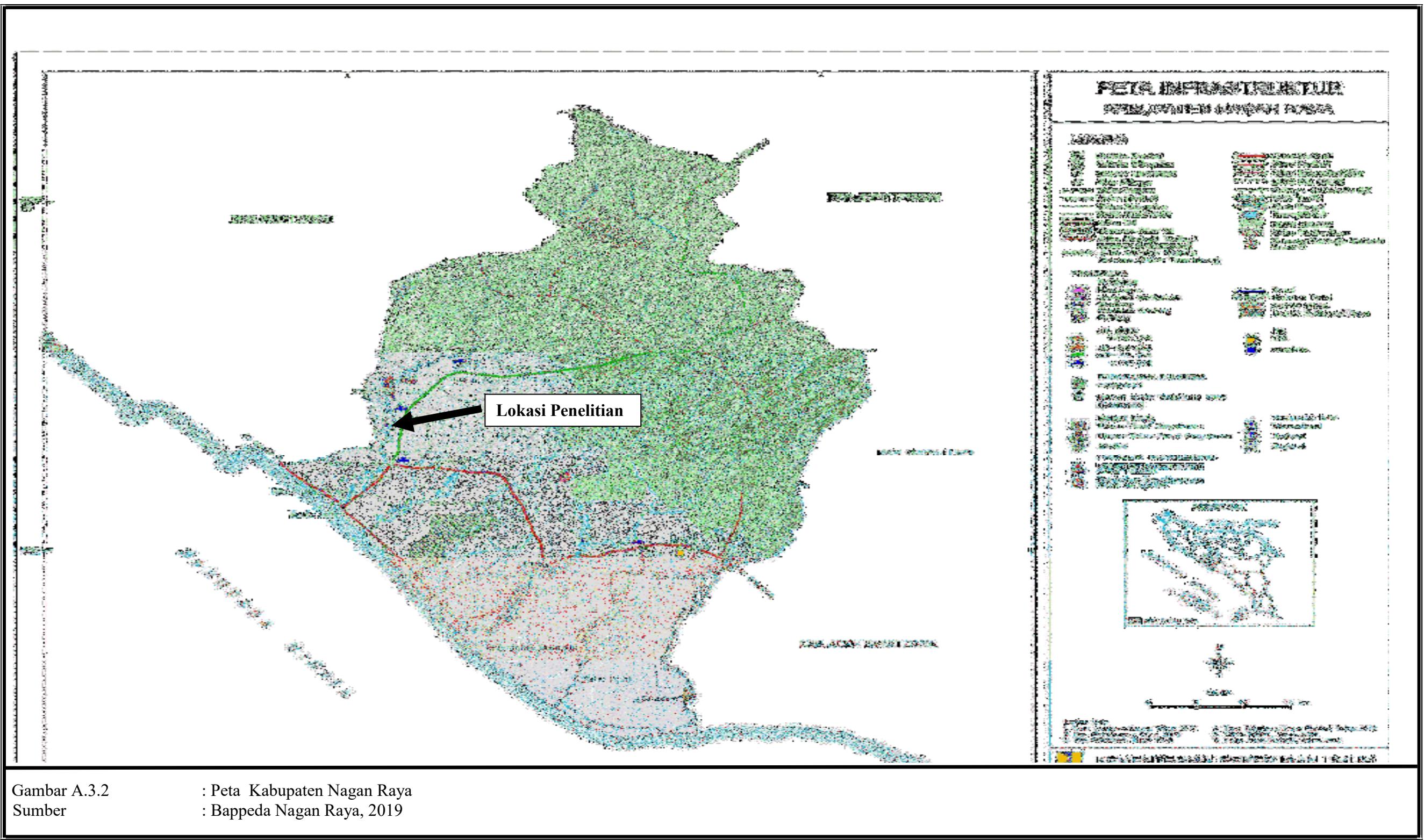


**Gambar A.1.1 . Keadaan Sungai Krueng Seunagan Desa Alue Buloh  
Kabupaten Nagan Raya**

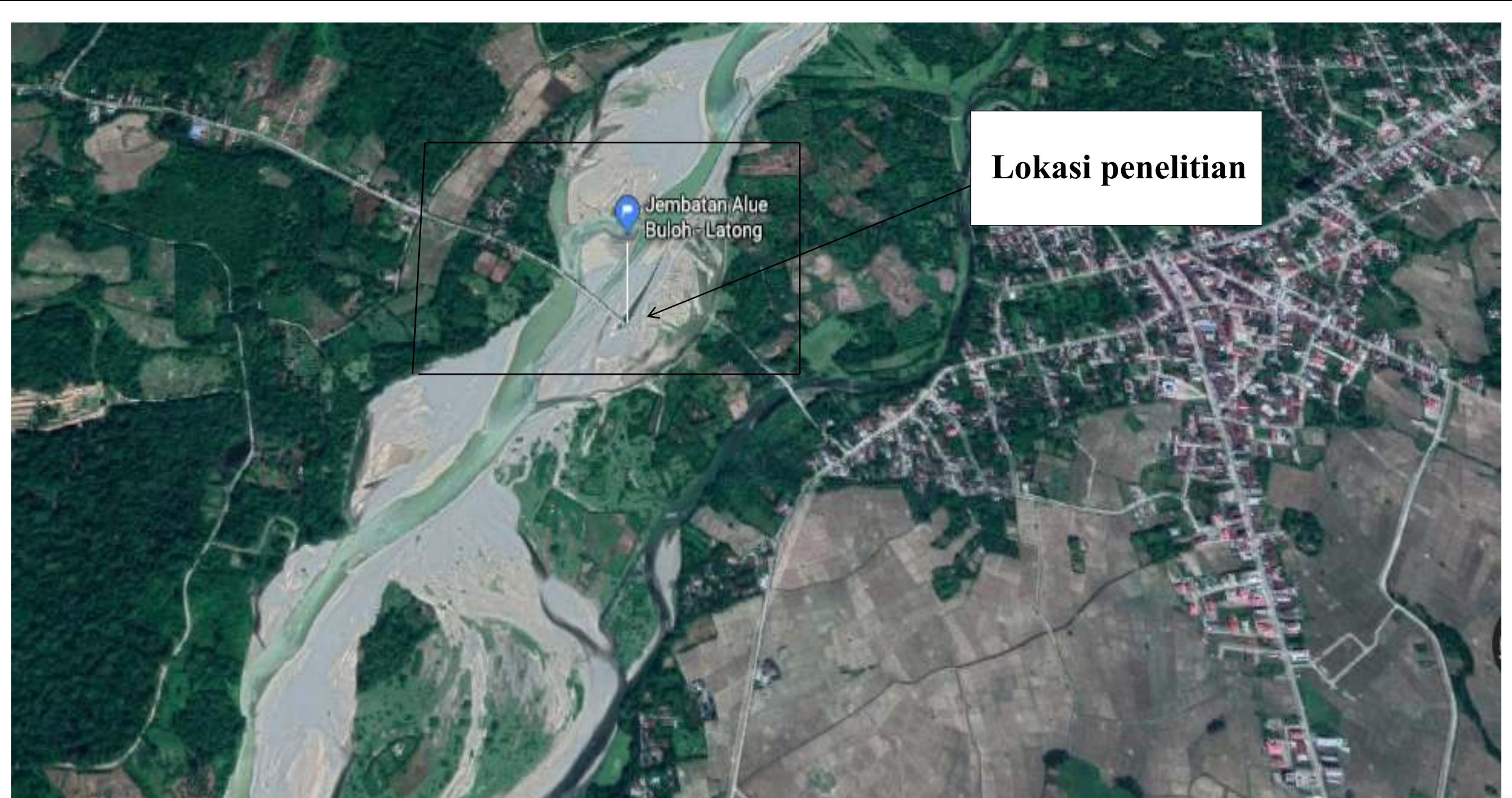
## LAMPIRAN A



**LAMPIRAN A**

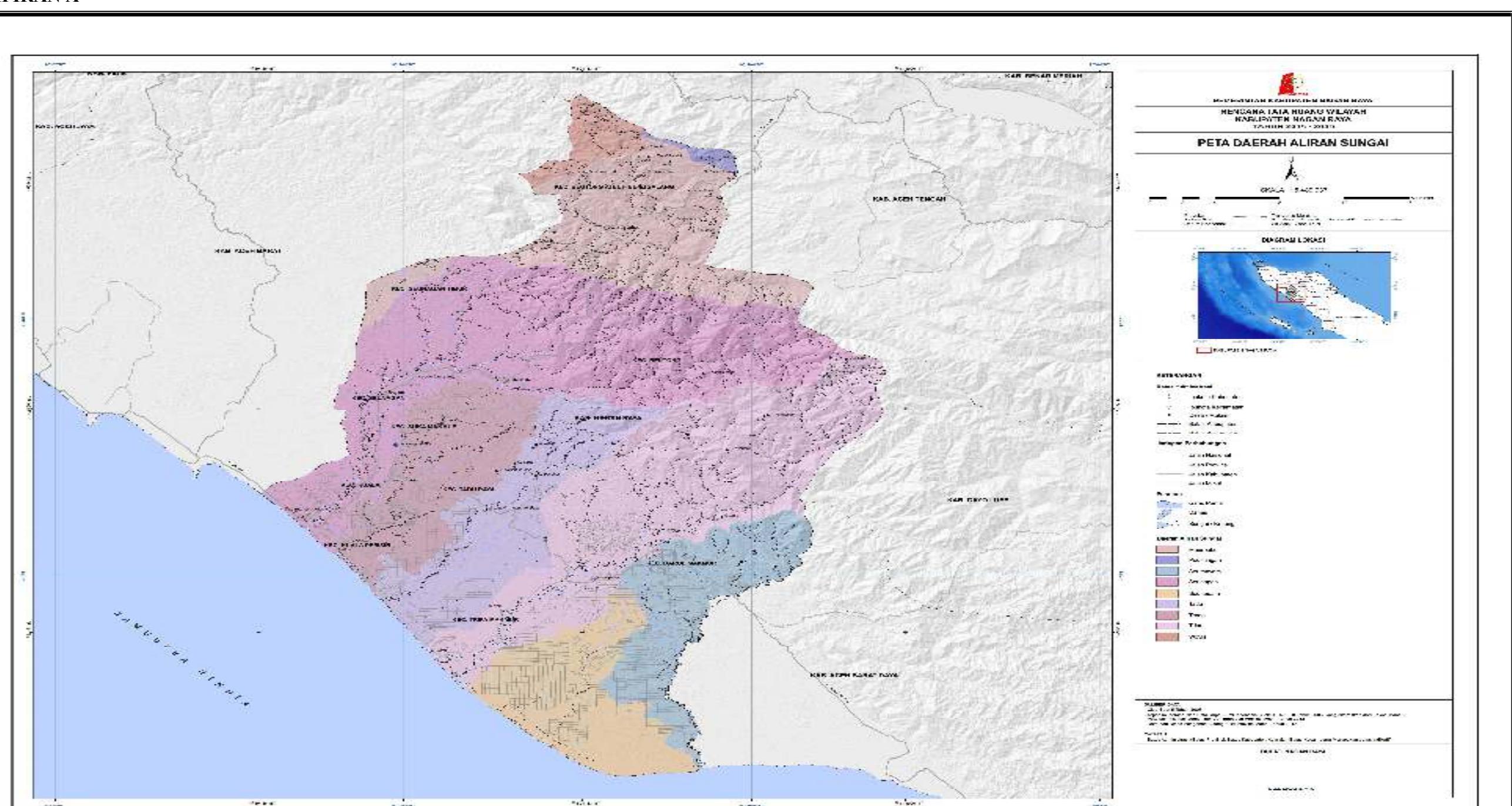


LAMPIRAN A



Gambar A.3.3 : Peta Lokasi Penelitian  
Sumber : Google Earth, 2019

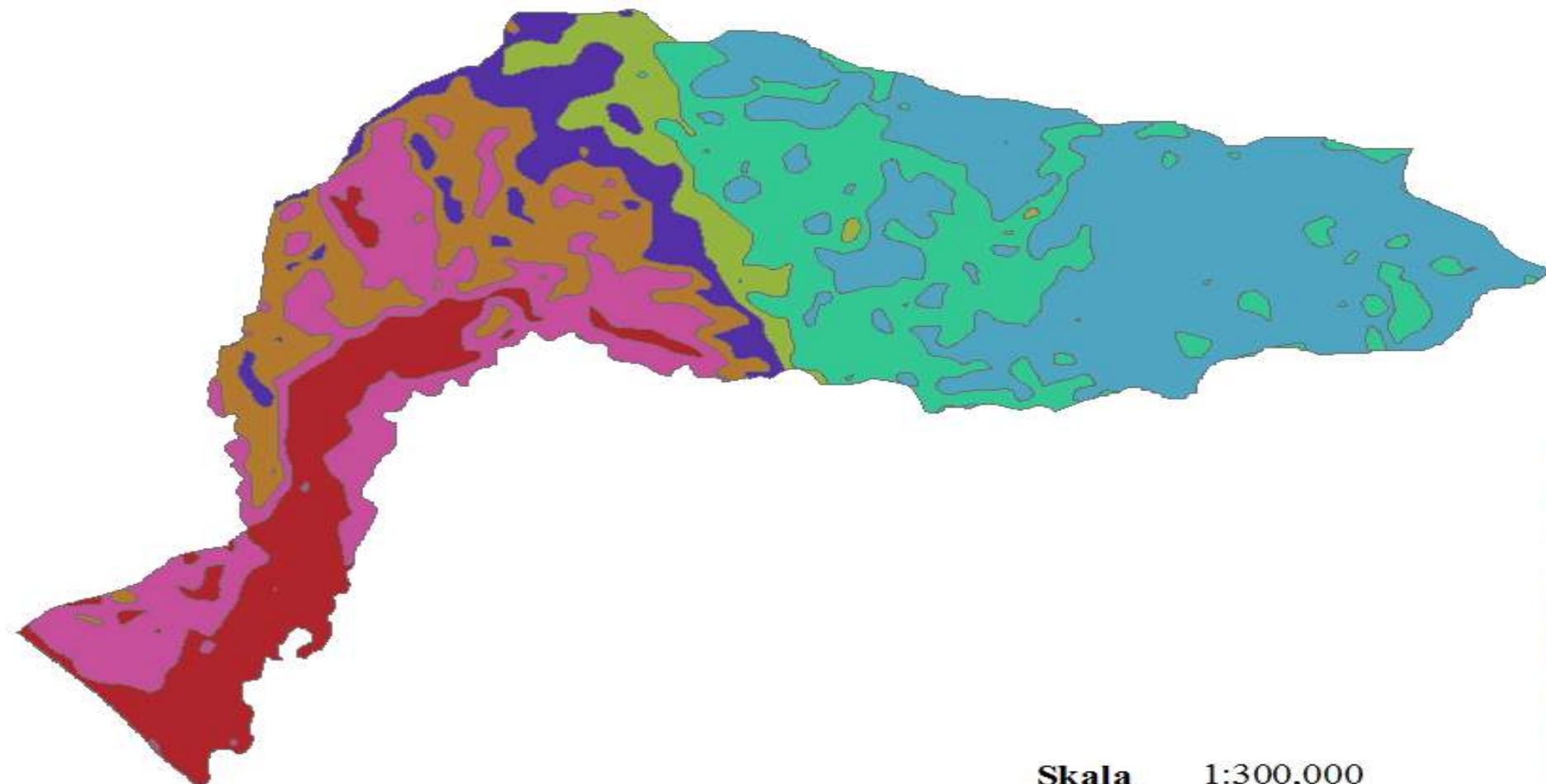
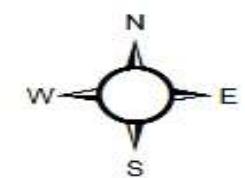
LAMPIRAN A



Gambar A.3.4 : Peta DAS Krueng Seunagan  
Sumber : Bappeda Nagan Raya, 2019

LAMPIRAN A

PETA KEMIRINGAN DAS KRUENG SEUNAGAN



**Keterangan**

**KEMIRINGAN DAS**

	<all other values>
	keterangan 0 - 2 %
	2 - 5 %
	5 - 8 %
	8 - 15 %
	> 40 %

Skala 1:300,000

0 2.750 5.500 11.000 16.500 22.000 M

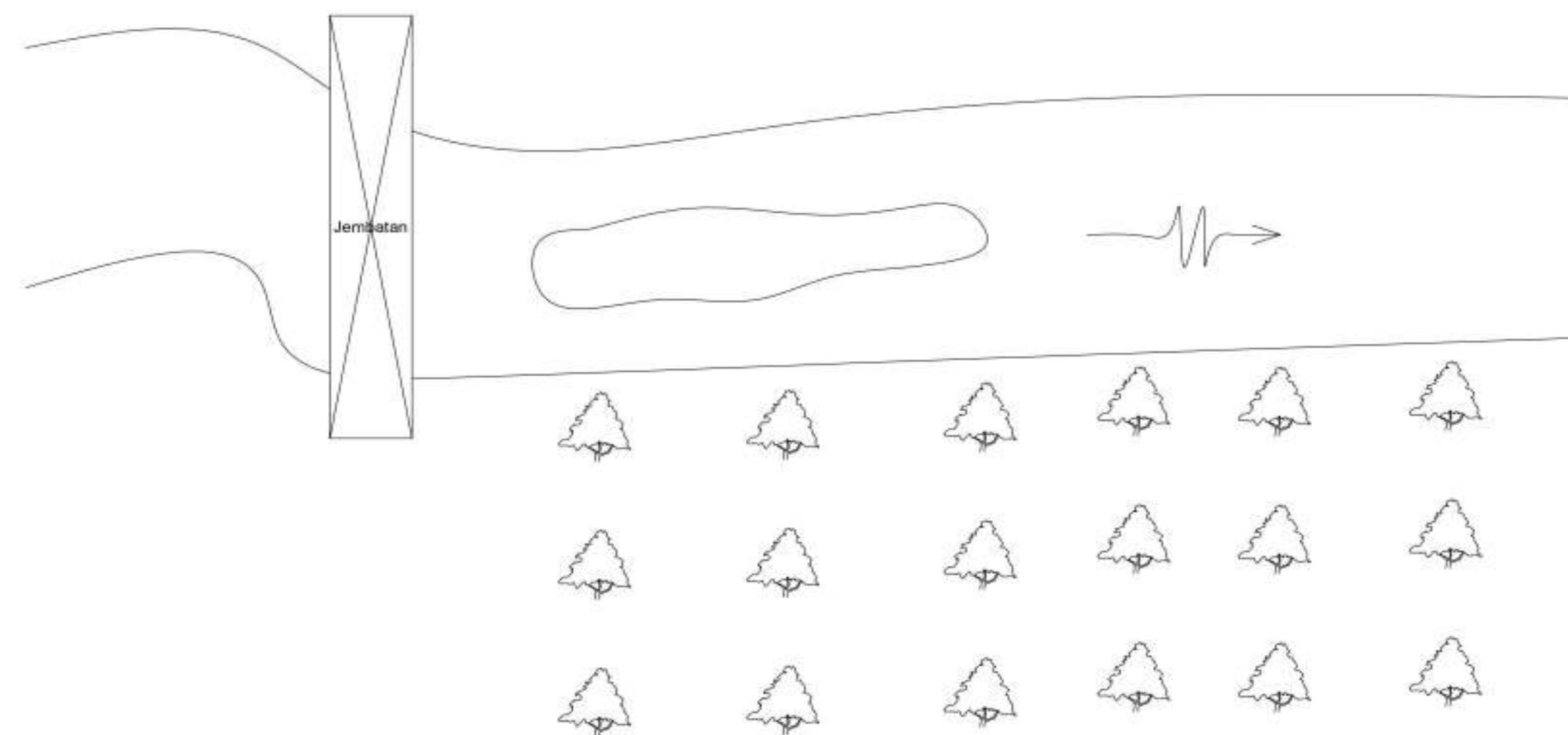
Gambar A.3.5

: Peta Kemiringan Das Krueng Seunangan

Sumber

: Bappeda Nagan Raya, 2019

LAMPIRAN A



Gambar A.4.1 Pola Tanam Tumbuhan Vetiver

## LAMPIRAN B

Tabel B. 2.1 *Reduced Variate* (YT)

Periode Ulang	<i>ReducedVariate</i>
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

(Sumber:Suripin, 2003)

Tabel B.2.2 *Reduced mean* (Yn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5300	0,5820	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5400	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600									

(Sumber:Suripin, 2003)

Tabel B.2.3 *Reduced Standard Deviation* (Sn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	10,095	10,206	10,316	10,411	10,493	10,565
20	10,628	10,696	10,754	10,811	10,864	10,915	10,961	11,004	11,047	11,080
30	11,124	11,159	11,193	11,226	11,255	11,285	11,313	11,339	11,363	11,388
40	11,413	11,436	11,458	11,480	11,499	11,519	11,538	11,557	11,574	11,590
50	11,607	11,623	11,638	11,658	11,667	11,681	11,696	11,708	11,721	11,734
60	11,747	11,759	11,770	11,782	11,793	11,803	11,814	11,824	11,834	11,844
70	11,854	11,863	11,873	11,881	11,890	11,898	11,906	11,915	11,923	11,930
80	11,938	11,945	11,953	11,959	11,967	11,973	11,980	11,987	11,994	12,001
90	12,007	12,013	12,026	12,032	12,038	12,044	12,046	12,049	12,055	12,060
100	12,065									

(Sumber: Suripin, 2003)

## LAMPIRAN B

Tabel B.2.4 Harga k untuk Distribusi Log Pearson tipe III (1/2)

Kemencengang (CS)	PeriodeUlang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang ( % )							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	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	1,488	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	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,089	1,097	1,130

## LAMPIRAN B

Tabel B.2.4 Harga k untuk Distribusi Log Pearson tipe III (2/2)

Kemencengan (CS)	PeriodeUlang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang ( % )							
-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

(Sumber : Suripin, 2003)

## LAMPIRAN B

Tabel B.3.1 Data Curah Hujan Stasiun Cut Nyak Dhien (1/5)

Tahun 2005

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	18			18	5					45	12	
2	6	12	1		4	11	30	7			51	19
3	38	16		68		3	21				28	25
4		5			23	37	13			1	12	
5	2		1	20	3			30			10	
6	43		41	9	2			41				
7	8	2	5		1							
8		12			39	5					7	27
9	37	11		9	50			14		8	6	
10	37	10	4		39			15		48	8	
11		6			10			1			30	
12		10	5	1						8	20	
13	6		1	1				46			8	
14				5		10		23		25	5	
15	8		1	20					12	17	2	
16		4						25	1	8	72	
17		9	5	5					12	12	10	
18		56	2	16		28		14	16	7	25	
19		7	6	25		3		27	14	6	22	
20	5		83	55		10				35	5	
21			4					12		25	50	40
22		22	7	1	68					17	7	
23		9		27	29		48		14	25		56
24	3	73	106							6		
25						1				10		
26	8			83	48					2		19
27		1		5	29	25		25	1		10	24
28		30			15		4	12	85			
29	21		3				3		75			15
30			16						68			40
31										53		
Jumlah	240	291	295	368	365	133	119	292	298	358	400	265

Tahun 2006

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1		2			6	15			30	7		
2		18				27	15			20		
3		40							9		30	
4	1				54	47				23		31
5	8			1		10	66		12	39		31
6		15		11		2	31			49		16
7				36		16	50					4
8				7		19	10	40	18	25	13	31
9	1		11	5				65	29	30	40	
10	4	30	45		15				43	19	54	
11	14						37	16		11	43	5
12					8	1	14	20		14	60	
13				10		46				36	13	
14		2			19					69	25	
15				18	5		32			80	15	
16									4	12	15	
17	11		20	28						17	20	
18			52	1					88	53	4	
19			25	1						90	8	
20	41	10	6							76	20	
21		20							43	87	30	
22		70								26	93	
23		66	14					15	29	44	21	15
24		10		17						89	52	12
25		15	13					30	40	48	52	9
26			25		5			26	38	25	7	3
27		24	5	7				19	40		18	
28			29	28		10	5	25	15	107		
29				42					18	98		
30			37	40		20		60	29	72	24	
31	50		43		5		5	58				
Jumlah	130	322	325	235	80	220	312	374	502	1360	516	187

Sumber : BMKG Cut Nyak Dhien

## LAMPIRAN B

Tabel B.3.1 Data Curah Hujan Stasiun Cut Nyak Dhien (2/5)

Tahun 2007

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1		15			4		40		9	3		
2		13	26	11					13	11	7	
3						5	10	10	23	9		
4			15					20	35	50		46
5				21						2		94
6				4					31			50
7	19								13	27		25
8	20		10		8				6	29		10
9	9								3			20
10	11				31	5				85	11	
11	31	9	12		27				17			
12		38	11	37						7		
13	39	41		2	22			20	12	17		
14				11	31				15	41	7	3
15			7		50		36	40		14	5	25
16						3		35	16	33	20	5
17						2			7		5	17
18			19					53	3	135		
19						5	10	43	9	68	42	2
20				19			60	31			11	
21							34	41			17	
22				17			10	28				
23			31	37		2	15	101			7	2
24				12		37			19	19		
25				16		16		27	3	3		
26				13				3			19	
27				15								
28				11	6							
29					7			21	29	29		45
30				25	6			10			3	3
31								12				10
Jumlah	129	116	156	239	179	75	215	495	263	582	154	357

Tahun 2008

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	5		15	12							17	4
2	3		25	25	20					34	4	3
3	20		15		15				11		4	
4	25	50	29					5			20	5
5	3	21	14	15	31	40					22	
6	2	23		25								
7			20	95			4	34	25			5
8				20			12	25	25	15		17
9	5			35	22			11	11			
10	15			21	41							
11	4			38	55						65	
12	3		17	75	25		2	100	75	5	16	
13	57		31	83	94	5				15		
14		35						46	18		77	2
15	6	15						75			35	50
16	165	100				25	90				4	
17	5		19	10	35	25	15	28		10	14	25
18			6				9	90	92		34	15
19							10	30	15		26	20
20			30					5		20	44	20
21			7			9	100		10	11		15
22							35		20	15		
23			6	21	4	9		20	13	9		
24			22	60		13		12	15	75		10
25			4		36		19		96	55	5	50
26	55		25	5				25		12	15	9
27								13		10	9	9
28	20		17							18	20	
29								15	5		5	5
30	4		10				12		3	63		69
31	5		12				14	21		75		
Jumlah	402	244	324	485	411	123	257	645	434	442	432	337

Sumber : BMKG Cut Nyak Dhien

## LAMPIRAN B

Tabel B.3.1 Data Curah Hujan Stasiun Cut Nyak Dhien (3/5)

Tahun 2009

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	5		15		5			5				5
2	10		30		2		12	10				6
3			10					10	32			10
4		35	15		5		45	11		5		9
5		9	54	2						6	5	26
6				8					45			
7			107	28						7	3	
8		25							18	11		
9			30				17			5		3
10			17				5		3	10		4
11			15				25			10		7
12	6	5	25							3	3	3
13	15	5	10		9					7	5	2
14	25	10	13	35	14	51	10		20	19	75	5
15				3		22					63	
16		30		4						3	3	
17	7	9	3	1	8			8		5		3
18	6			2	2					2		
19			96		100				39			
20			5	34			2	9	1			
21							23	50				6
22								59				8
23	10				5		1	8		25		20
24	1								65	25		10
25	25	63	5		12	18		16	7	10		
26	5	15					16		15	13	3	
27	3	6	4	3			22	35	17		5	9
28	2	7					11	36	5	95		4
29	5						66	10		11		2
30			19				10			36		
31			17									
Jumlah	125	210	291	287	203	146	256	226	359	211	171	151

Tahun 2010

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	-	15	2	-	25	2	-	10	20	20,5	43
2	25	47	25	0	15	40	-	-	15	20,5	50	-
3	10	56	-	-	0	0	-	-	75,5	35,5	50,5	4
4	75	7	11,5	-	20	50	-	5,5	-	25	32,5	20
5	70	9	27	25	49	25	-	-	-	58	-	0
6	11	11	1	3	50	23	-	0	-	-	-	-
7	-	3	-	0	-	4	-	1,5	-	-	-	-
8	-	49	-	26	-	-	-	10	-	-	50,5	26,5
9	-	51	-	24	10	-	-	4	1	-	43,5	-
10	-	21,5	25	-	72	-	-	5	-	-	30,5	0
11	13	-	-	35	10	0	0	-	-	0	65	49
12	25	-	27	154	-	25	23	10,5	-	2	30,5	-
13	14,5	-	0	30	-	-	15	25	-	30	15	-
14	5,5	22	17	13	-	3	30	0	-	6,5	25,5	-
15	10	19,5	-	6	-	-	25	35	-	-	30,5	-
16	5	10	0	-	-	10	10	40,5	0	0	36	0
17	11	17,5	0	8	-	-	-	20,5	0	-	25,5	-
18	-	21,5	55	11	-	-	-	0	14,5	-	0	0
19	-	34,5	10	18	-	-	1,5	-	50	-	0	12
20	-	15	27	2	-	-	0	-	-	-	-	4
21	-	19	26	35	0	-	0	-	29,5	9	11	-
22	-	-	48	25	-	-	0	-	50,5	-	45,5	80
23	-	-	10	50	-	23	5	-	100,5	-	0	-
24	-	-	-	-	-	5	-	-	70	-	-	14
25	31,5	-	-	26,5	-	-	0	0	20,5	1	48	0
26	29	-	-	21,5	-	-	1	-	15	51	30	25
27	30	-	15	-	-	10	18,5	9	10	-	40,5	-
28	91		22	-	-	-	23	-	48	-	25	0
29	74		17,5	-	-	-	2,6	5	10,5	0	-	28
30	14,5		69	10	-	5	2	-	0	0	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
Jumlah	423	403,5	448	523	326	243	181,5	190	520,5	258,5	731	305,5

Sumber : BMKG Cut Nyak Dhien

## LAMPIRAN B

Tabel B.3.1 Data Curah Hujan Stasiun Cut Nyak Dhien (4/5)

Tahun 2011

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	35	8	-	-	-	7	-	-	-	20,5	20,5
2	10	28	-	0	-	-	-	4	-	0	0	15
3	-	25,5	-	-	-	-	-	-	-	10	0	18
4	0	45	-	-	-	0	-	0	-	90,5	-	-
5	25	4	0	0	4	0	-	-	-	-	20	-
6	-	-	15	-	4,5	1	-	-	-	0	10	-
7	-	-	10	15	1,5	-	-	5	24	30	2	25,5
8	30,5	-	0	25,5	2,5	-	-	10	-	80	-	-
9	0	-	75	30	-	0	-	-	10,5	90,5	-	14
10	15	4	45	45	0	5,5	-	0	50,5	-	0	56
11	-	-	7	105	-	-	90	16	30	-	30,5	0
12	40	-	-	8	-	-	-	0	-	-	8	5
13	-	0	-	30,5	-	-	-	0	-	-	0	2
14	21,5	25	-	50	0	-	-	0	0	0	-	51
15	14-	15	-	8	26	0	-	40	30,5	10	20	39,5
16	-	20	0	25	50	-	-	80	10,5	28	15	50,5
17	-	0	25	-	-	-	-	0	50	0	90	20
18	0	20,5	15	0	9	-	-	0	-	37	21,5	26,5
19	50	35	75,5	45	-	-	-	32	-	50,5	16,5	30,5
20	-	-	90,5	30,5	-	-	-	20	-	56	18,5	-
21	10	50	0	0	0	-	10	5	0	55,5	0	23,5
22	53	30,5	14	15	4	40	-	50	-	40,5	-	-
23	-	-	25	0	6	-	-	22	-	50	30	26,5
24	0	10	0	10,5	2	28	0	90	-	-	25	-
25	71,5	0	-	20	0	5	0	-	6	55,5	23,5	90
26	25	25,5	35	17,5	-	13	0	35	10	51	15,5	-
27	-	30,5	40	25	0	1,5	0	20	7	-	18,5	-
28	30	-	25,5	50,5	-	33	0	15	9	0	20	-
29	45	-	30,5	35,5	55	-	8	4	8	23	25	-
30	15	-	-	-	0	-	-	-	-	30,5	-	-
31	0	-	0	-	-	-	-	-	-	50,5	-	25
Jumlah	455,5	403,5	539	591,5	187	127	105	458	256	825	420	519

Tahun 2012

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	40,5	12	-	-	0	-	-	11,5	10,5	50,5	20,5
2	-	35	-	-	-	40	-	-	12	8	70	32
3	-	50,5	30,5	-	-	50,5	-	-	6	9,5	48,5	90
4	-	65	100	4	-	65	11	-	9,5	20	50	10,5
5	0	25	12	2,5	-	35	0	-	-	18	65,5	-
6	0	2	25,5	8,5	-	25	0	-	-	2	45,5	46
7	0	56	0	0	0	75	0	-	8	35	40	10,5
8	12	26,5	-	20	0	0	-	-	12,5	12	35,5	25
9	25	1,5	-	10,5	0	35	-	-	0	10,5	0	30,5
10	50,5	3	-	0	-	65,5	-	12	-	0	76	10,5
11	-	8,5	-	12,5	-	-	-	25	25	22	45	-
12	10,5	19	-	35	-	-	25	10,5	12	21	50,5	-
13	2	100	-	45	12,5	-	0	48	18,5	15,5	30,5	25
14	12	50,5	-	10,5	10	-	-	0	20,5	20,5	-	0
15	72	75	-	8	-	-	-	4,5	8	15	-	0
16	0	-	-	21,5	-	-	-	-	0	0,5	-	-
17	-	-	0	12,5	40,5	-	-	-	0	25	25,5	-
18	-	80,5	-	25	8,5	-	7	-	-	10	18,5	25
19	-	-	-	40,5	10,5	-	0	0	2,5	15,5	28,5	0
20	-	-25	-	30,5	30	-	-	10,5	0	25	-	-
21	-	10	-	-	25	-	-	13	25	30,5	-	-
22	-	-	-	-	35	-	11	21	30,5	100	12	-
23	-	50	-	-	40	-	93	0	15	25	5,5	-
24	-	40,5	0	3	45,5	-	-	-	18	35	0	45,5
25	-	0	26	0	15,5	-	-	-	25	40,5	-	60,5
26	-	83,5	30	7,3	20	-	-	-	51	25	-	48
27	-	40,5	50	-	2,5	0	-	-	0	23	48	35
28	-	-	23	0	10	-	-	2	-	35	30	-
29	-	-	15	74,5	30,5	-	-	8	0	20	0	-
30	-	-	2	-	25,5	-	-	15	15	106,5	-	-
31	90	-	8,5	-	-	-	-	21,5	-	25	-	21
Jumlah	274	888	334,5	397,5	361,5	391	147	191	325,5	768	799,5	535,5

Sumber : BMKG Cut Nyak Dhien

## LAMPIRAN B

Tabel B.3.1 Data Curah Hujan Stasiun Cut Nyak Dhien (5/5)

Tahun 2013

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	30,5	-	-	0	68	-	-	12,5	15,5	-	8,5	0
2	25	-	-	-	25	-	-	25	0	-	25	-
3	45,5	0	0	-	45	-	-	-	2	-	16,5	-
4	0	30	10,5	35	28	-	-	-	25	-	50	-
5	8,5	45	25,5	25,5	0	-	-	-	18,5	0	9	-
6	-	25,5	0	12,5	15	-	0	-	-	-	30	35
7	60,5	65,5	-	0	2,5	20	2	-	-	-	25,5	10,5
8	55	0	35,5	0	35	10,5	8,5	-	-	-	40	3
9	35,5	-	60,5	-	12,5	15,5	-	-	25	-	13	25
10	10,5	79,5	30,5	-	68,5	2	-	0	19,5	-	8	0
11	-	70,5	15	-	70,5	30,5	-	-	-	0	7,5	0
12	-	35,5	-	-	25,5	45,5	-	-	-	0	0	-
13	12,5	80,5	31,5	-	-	15	-	-	-	-	-	0
14	8,5	65,5	0	60,5	-	25,5	0,5	-	-	-	0	65,5
15	10	8,5	35,5	45,5	0	8,5	15,5	-	-	-	35	11,5
16	0	6,5	22,5	25	25	9,5	1,5	-	-	14,5	60,5	0
17	0	35,5	15	10,5	15	30,5	-	8	-	2,5	50	-
18	-	0	20,5	-	0	2,5	-	10,5	-	0	25,5	-
19	-	0	18,5	-	-	15,5	-	0	-	0	0	3,5
20	75	-	0	0	-	0	-	20,5	-	-	0	20,5
21	25	0	30	-	-	-	-	0	-	-	-	65,5
22	15,5	0	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5
23	2,5	-	25	45,5	-	-	-	35	-	8	0	0
24	0	-	40,5	65,5	-	0	-	15,5	-	15	85,5	-
25	-	-	10	0	2,5	10,5	-	9,5	0	11,5	30	-
26	-	15,5	6,5	-	-	-	-	0	-	7	40,5	15,5
27	78,5	0	12	-	-	-	-	25,5	0	3,5	65	25
28	28,5	-	13,5	0	-	-	-	40	-	0	35,5	35,5
29	10	-	25	15,5	-	0	3,5	8	-	-	18,5	60,5
30	15,5	-	50,5	65,5	-	-	10,5	45,5	-	-	10,5	80,5
31	0	-	20,5	72,5	-	-	8	65,5	-	-	45,5	67,5
Jumlah	553,5	363,5	553	479	438	241	53	321	105,5	62	685	536

Tahun 2014

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1			8	2				9	14		89	59
2	2			9	2		1			8	163	2
3	102			3			58			6	86	
4			1	32		82	54	21	4	3		1
5					14	1	4	10		24		
6	4				46		33	16		63	1	3
7	5	3					10	1		9	4	9
8				2			12					3
9					12		7		17		1	16
10	18			2			15	77			2	1
11					5	32	3	58		2		44
12					51	12	2	9	32		92	2
13					23	13		1	21	2	27	22
14	20			1	14		5	177	12	3	3	2
15			89			19		2		4	2	6
16			12	14	9			19			29	10
17	2		7	8	24	9		32		15		
18			32	2					6	98	1	6
19		112		24	2				1	18	20	
20	6	2	5			21	2		14		1	2
21			2	2					13	13	4	57
22				2				81	11			1
23				65		6			6			5
24			9	1				19	71		2	3
25	14	9	1	31			11	61	7		128	27
26			2	46			47	7				9
27			26					1	22			
28		43	14	7					24			19
29	19						18		17		7	
30			9		16							9
31	26		178		44							
Jumlah	212,0	164,0	396,0	184,0	341,0	195,0	282,0	601,0	292,0	268,0	662,0	318,0

Sumber : BMKG Cut Nyak Dhien

## LAMPIRAN B

Tabel B.3.2 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Cut Nyak Dhien (1/1)  
Tahun 2015

Bulan												
Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
49.1	47.3	41	119.9	53.3	115.8	53.3	59.7	76.7	99.1	172.7	90.8	

Tahun 2016

Bulan												
Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
187.9	86.6	99.9	106	193.8	61.6	54.3	187.4	38	115.4	93.6	59.6	

Tahun 2017

Bulan												
Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
127.8	63.1	77.2	110	44.7	29.5	41.5	58.3	50.5	203.99	75.4	186.8	

Tahun 2018

Tgl	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	41.3	51.1	87.1	89.8	21.3	12.9	95.8	179.7	71.7	72.7	137.9	50.9

Sumber : BMKG Cut Nyak Dhien

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.1 Debit Banjir Rencana 2 Tahun (1/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		29,845	7,757	5,442		
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	9,959	10,0
1,0	0,034	1,021	0,000	0,000	9,959	11,0
2,0	0,181	5,388	0,265	0,000	9,959	15,6
3,0	0,478	14,256	1,400	0,186	9,959	25,8
4,0	0,953	28,436	3,706	0,982	9,959	43,1
5,0	1,628	48,579	7,391	2,599	9,959	68,5
6,0	2,521	75,246	12,627	5,185	9,959	103,0
7,0	3,650	108,932	19,558	8,857	9,959	147,3
8,0	5,029	150,085	28,314	13,719	9,959	202,1
9,0	6,672	199,114	39,010	19,861	9,959	267,9
10,0	8,591	256,401	51,754	27,365	9,959	345,5
11,0	10,799	322,302	66,644	36,304	9,959	435,2
12,0	13,307	397,151	83,773	46,749	9,959	537,6
13,0	14,394	429,582	103,228	58,765	9,959	601,5
14,0	16,126	481,265	111,657	72,412	9,959	675,3
15,0	12,711	379,344	125,091	78,325	9,959	592,7
16,0	11,761	350,991	98,599	87,748	9,959	547,3
17,0	10,882	324,757	91,230	69,165	9,959	495,1
18,0	10,068	300,485	84,411	63,996	9,959	458,9
19,0	9,316	278,026	78,102	59,213	9,959	425,3
20,0	8,619	257,246	72,265	54,787	9,959	394,3
21,0	7,975	238,019	66,864	50,692	9,959	365,5
22,0	7,379	220,229	61,866	46,903	9,959	339,0
23,0	6,828	203,769	57,242	43,398	9,959	314,4
24,0	6,317	188,539	52,964	40,154	9,959	291,6
25,0	5,845	174,447	49,005	37,153	9,959	270,6
26,0	5,408	161,409	45,342	34,376	9,959	251,1
27,0	5,004	149,345	41,954	31,807	9,959	233,1
28,0	4,630	138,183	38,818	29,429	9,959	216,4
29,0	4,322	128,991	35,917	27,230	9,959	202,1
30,0	4,284	127,855	33,527	25,195	9,959	196,5
31,0	4,079	121,724	33,232	23,519	9,959	188,4
32,0	3,873	115,580	31,639	23,312	9,959	180,5
33,0	3,677	109,747	30,042	22,194	9,959	171,9
34,0	3,492	104,208	28,526	21,074	9,959	163,8

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.1 Debit Banjir Rencana 2 Tahun (2/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		29,845	7,757	5,442		
35,0	3,315	98,949	27,086	20,010	9,959	156,0
36,0	3,148	93,955	25,719	19,000	9,959	148,6
37,0	2,989	89,213	24,421	18,041	9,959	141,6
38,0	2,838	84,710	23,188	17,131	9,959	135,0
39,0	2,695	80,435	22,018	16,266	9,959	128,7
40,0	2,559	76,375	20,907	15,445	9,959	122,7
41,0	2,080	62,085	19,852	14,666	9,959	106,6
42,0	1,975	58,952	16,137	13,925	9,959	99,0
43,0	1,876	55,977	15,323	11,320	9,959	92,6
44,0	1,781	53,151	14,549	10,749	9,959	88,4
45,0	1,691	50,469	13,815	10,206	9,959	84,4
46,0	1,606	47,922	13,118	9,691	9,959	80,7
47,0	1,525	45,503	12,456	9,202	9,959	77,1
48,0	1,448	43,207	11,827	8,738	9,959	73,7
49,0	1,375	41,026	11,230	8,297	9,959	70,5
50,0	1,305	38,955	10,664	7,878	9,959	67,5
51,0	1,295	38,662	10,125	7,480	9,959	66,2
52,0	1,239	36,989	10,049	7,103	9,959	64,1
53,0	1,205	35,976	9,614	7,049	9,959	62,6
54,0	1,160	34,605	9,351	6,744	9,959	60,7
55,0	1,115	33,287	8,995	6,559	9,959	58,8
56,0	1,073	32,019	8,652	6,310	9,959	56,9
57,0	1,032	30,799	8,322	6,069	9,959	55,1
58,0	0,993	29,626	8,005	5,838	9,959	53,4
59,0	0,955	28,497	7,700	5,616	9,959	51,8
60,0	0,918	27,411	7,407	5,402	9,959	50,2
61,0	0,883	26,367	7,125	5,196	9,959	48,6
62,0	0,850	25,363	6,853	4,998	9,959	47,2
63,0	0,817	24,396	6,592	4,807	9,959	45,8
64,0	0,786	23,467	6,341	4,624	9,959	44,4
65,0	0,756	22,573	6,100	4,448	9,959	43,1
66,0	0,728	21,713	5,867	4,279	9,959	41,8
67,0	0,700	20,886	5,644	4,116	9,959	40,6
68,0	0,673	20,090	5,429	3,959	9,959	39,4
69,0	0,648	19,325	5,222	3,808	9,959	38,3
70,0	0,623	18,589	5,023	3,663	9,959	37,2

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.1 Debit Banjir Rencana 2 Tahun (3/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		29,845	7,757	5,442		
71,0	0,599	17,880	4,832	3,523	9,959	36,2
72,0	0,576	17,199	4,648	3,389	9,959	35,2
73,0	0,554	16,544	4,470	3,260	9,959	34,2
74,0	0,533	15,914	4,300	3,136	9,959	33,3
75,0	0,513	15,308	4,136	3,016	9,959	32,4
76,0	0,493	14,724	3,979	2,902	9,959	31,6
77,0	0,475	14,163	3,827	2,791	9,959	30,7
78,0	0,456	13,624	3,681	2,685	9,959	29,9
79,0	0,439	13,105	3,541	2,582	9,959	29,2
80,0	0,422	12,606	3,406	2,484	9,959	28,5
81,0	0,406	12,125	3,276	2,389	9,959	27,7
82,0	0,391	11,663	3,152	2,298	9,959	27,1
83,0	0,376	11,219	3,032	2,211	9,959	26,4
84,0	0,362	10,792	2,916	2,127	9,959	25,8
85,0	0,348	10,381	2,805	2,046	9,959	25,2
86,0	0,335	9,985	2,698	1,968	9,959	24,6
87,0	0,322	9,605	2,595	1,893	9,959	24,1
88,0	0,310	9,239	2,496	1,821	9,959	23,5
89,0	0,298	8,887	2,401	1,751	9,959	23,0
90,0	0,286	8,548	2,310	1,684	9,959	22,5
91,0	0,276	8,223	2,222	1,620	9,959	22,0
92,0	0,265	7,909	2,137	1,559	9,959	21,6
93,0	0,255	7,608	2,056	1,499	9,959	21,1
94,0	0,245	7,318	1,977	1,442	9,959	20,7
95,0	0,236	7,039	1,902	1,387	9,959	20,3
96,0	0,227	6,771	1,830	1,334	9,959	19,9
97,0	0,218	6,513	1,760	1,283	9,959	19,5
98,0	0,210	6,265	1,693	1,235	9,959	19,2
99,0	0,202	6,026	1,628	1,188	9,959	18,8
100,0	0,194	5,797	1,566	1,142	9,959	18,5
101,0	0,187	5,576	1,507	1,099	9,959	18,1
102,0	0,180	5,364	1,449	1,057	9,959	17,8
103,0	0,173	5,159	1,394	1,017	9,959	17,5
104,0	0,166	4,963	1,341	0,978	9,959	17,2
105,0	0,160	4,774	1,290	0,941	9,959	17,0
106,0	0,154	4,592	1,241	0,905	9,959	16,7
107,0	0,148	4,417	1,194	0,870	9,959	16,4

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.1 Debit Banjir Rencana 2 Tahun (4/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		29,845	7,757	5,442		
108,0	0,142	4,249	1,148	0,837	9,959	16,2
109,0	0,137	4,087	1,104	0,805	9,959	16,0
110,0	0,132	3,931	1,062	0,775	9,959	15,7
111,0	0,127	3,781	1,022	0,745	9,959	15,5
112,0	0,122	3,637	0,983	0,717	9,959	15,3
113,0	0,117	3,499	0,945	0,689	9,959	15,1
114,0	0,113	3,365	0,909	0,663	9,959	14,9
115,0	0,108	3,237	0,875	0,638	9,959	14,7
116,0	0,104	3,114	0,841	0,614	9,959	14,5
117,0	0,100	2,995	0,809	0,590	9,959	14,4
118,0	0,097	2,881	0,779	0,568	9,959	14,2
119,0	0,093	2,771	0,749	0,546	9,959	14,0
120,0	0,089	2,666	0,720	0,525	9,959	13,9
121,0	0,086	2,564	0,693	0,505	9,959	13,7
122,0	0,083	2,467	0,666	0,486	9,959	13,6
123,0	0,079	2,373	0,641	0,468	9,959	13,4
124,0	0,076	2,282	0,617	0,450	9,959	13,3
125,0	0,074	2,195	0,593	0,433	9,959	13,2
126,0	0,071	2,112	0,571	0,416	9,959	13,1
127,0	0,068	2,031	0,549	0,400	9,959	12,9
128,0	0,065	1,954	0,528	0,385	9,959	12,8
129,0	0,063	1,879	0,508	0,370	9,959	12,7
130,0	0,061	1,808	0,488	0,356	9,959	12,6
131,0	0,058	1,739	0,470	0,343	9,959	12,5
132,0	0,056	1,673	0,452	0,330	9,959	12,4
133,0	0,054	1,609	0,435	0,317	9,959	12,3
134,0	0,052	1,548	0,418	0,305	9,959	12,2
135,0	0,050	1,489	0,402	0,293	9,959	12,1
136,0	0,048	1,432	0,387	0,282	9,959	12,1
137,0	0,046	1,377	0,372	0,271	9,959	12,0
138,0	0,044	1,325	0,358	0,261	9,959	11,9
139,0	0,043	1,274	0,344	0,251	9,959	11,8
140,0	0,041	1,226	0,331	0,242	9,959	11,8
141,0	0,040	1,179	0,319	0,232	9,959	11,7
142,0	0,038	1,134	0,306	0,224	9,959	11,6
143,0	0,037	1,091	0,295	0,215	9,959	11,6
144,0	0,035	1,049	0,284	0,207	9,959	11,5
145,0	0,034	1,010	0,273	0,199	9,959	11,4
146,0	0,033	0,971	0,262	0,191	9,959	11,4

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.1 Debit Banjir Rencana 2 Tahun (5/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		29,845	7,757	5,442		
147,0	0,031	0,934	0,252	0,184	9,959	11,3
148,0	0,030	0,898	0,243	0,177	9,959	11,3
149,0	0,029	0,864	0,234	0,170	9,959	11,2
150,0	0,028	0,831	0,225	0,164	9,959	11,2
151,0	0,027	0,800	0,216	0,158	9,959	11,1
152,0	0,026	0,769	0,208	0,152	9,959	11,1
153,0	0,025	0,740	0,200	0,146	9,959	11,0
154,0	0,024	0,712	0,192	0,140	9,959	11,0
155,0	0,023	0,685	0,185	0,135	9,959	11,0
156,0	0,022	0,659	0,178	0,130	9,959	10,9
157,0	0,021	0,633	0,171	0,125	9,959	10,9
158,0	0,020	0,609	0,165	0,120	9,959	10,9
159,0	0,020	0,586	0,158	0,115	9,959	10,8
160,0	0,019	0,564	0,152	0,111	9,959	10,8
161,0	0,018	0,542	0,147	0,107	9,959	10,8
162,0	0,017	0,522	0,141	0,103	9,959	10,7
163,0	0,017	0,502	0,136	0,099	9,959	10,7
164,0	0,016	0,483	0,130	0,095	9,959	10,7
165,0	0,016	0,464	0,125	0,091	9,959	10,6
166,0	0,015	0,447	0,121	0,088	9,959	10,6
167,0	0,014	0,430	0,116	0,085	9,959	10,6
168,0	0,014	0,413	0,112	0,081	9,959	10,6
169,0	0,013	0,397	0,107	0,078	9,959	10,5
170,0	0,013	0,382	0,103	0,075	9,959	10,5
171,0	0,012	0,368	0,099	0,072	9,959	10,5
172,0	0,012	0,354	0,096	0,070	9,959	10,5
173,0	0,011	0,340	0,092	0,067	9,959	10,5
174,0	0,011	0,327	0,088	0,064	9,959	10,4
175,0	0,011	0,315	0,085	0,062	9,959	10,4
176,0	0,010	0,303	0,082	0,060	9,959	10,4
177,0	0,010	0,291	0,079	0,057	9,959	10,4
178,0	0,009	0,280	0,076	0,055	9,959	10,4
179,0	0,009	0,270	0,073	0,053	9,959	10,4
180,0	0,009	0,259	0,070	0,051	9,959	10,3
181,0	0,008	0,249	0,067	0,049	9,959	10,3
182,0	0,008	0,240	0,065	0,047	9,959	10,3
183,0	0,008	0,231	0,062	0,045	9,959	10,3
184,0	0,007	0,222	0,060	0,044	9,959	10,3
185,0	0,007	0,213	0,058	0,042	9,959	10,3

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.1 Debit Banjir Rencana 2 Tahun (6/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		29,845	7,757	5,442		
186,0	0,007	0,205	0,055	0,040	9,959	10,3
187,0	0,007	0,198	0,053	0,039	9,959	10,2
188,0	0,006	0,190	0,051	0,037	9,959	10,2
189,0	0,006	0,183	0,049	0,036	9,959	10,2
190,0	0,006	0,176	0,048	0,035	9,959	10,2
191,0	0,006	0,169	0,046	0,033	9,959	10,2
192,0	0,005	0,163	0,044	0,032	9,959	10,2
193,0	0,005	0,156	0,042	0,031	9,959	10,2
194,0	0,005	0,151	0,041	0,030	9,959	10,2
195,0	0,005	0,145	0,039	0,029	9,959	10,2
196,0	0,005	0,139	0,038	0,027	9,959	10,2
197,0	0,004	0,134	0,036	0,026	9,959	10,2
198,0	0,004	0,129	0,035	0,025	9,959	10,1
199,0	0,004	0,124	0,033	0,024	9,959	10,1
200,0	0,004	0,119	0,032	0,023	9,959	10,1
201,0	0,004	0,115	0,031	0,023	9,959	10,1
202,0	0,004	0,110	0,030	0,022	9,959	10,1
203,0	0,004	0,106	0,029	0,021	9,959	10,1
204,0	0,003	0,102	0,028	0,020	9,959	10,1
205,0	0,003	0,098	0,027	0,019	9,959	10,1
206,0	0,003	0,094	0,026	0,019	9,959	10,1
207,0	0,003	0,091	0,025	0,018	9,959	10,1
208,0	0,003	0,087	0,024	0,017	9,959	10,1
209,0	0,003	0,084	0,023	0,017	9,959	10,1
210,0	0,003	0,081	0,022	0,016	9,959	10,1
211,0	0,003	0,078	0,021	0,015	9,959	10,1
212,0	0,003	0,075	0,020	0,015	9,959	10,1
213,0	0,002	0,072	0,019	0,014	9,959	10,1
214,0	0,002	0,069	0,019	0,014	9,959	10,1
215,0	0,002	0,067	0,018	0,013	9,959	10,1
216,0	0,002	0,064	0,017	0,013	9,959	10,1
217,0	0,002	0,062	0,017	0,012	9,959	10,0
218,0	0,002	0,059	0,016	0,012	9,959	10,0
219,0	0,002	0,057	0,015	0,011	9,959	10,0
220,0	0,002	0,055	0,015	0,011	9,959	10,0
221,0	0,002	0,053	0,014	0,010	9,959	10,0
222,0	0,002	0,051	0,014	0,010	9,959	10,0
223,0	0,002	0,049	0,013	0,010	9,959	10,0
224,0	0,002	0,047	0,013	0,009	9,959	10,0

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.1 Debit Banjir Rencana 2 Tahun (7/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		29,845	7,757	5,442		
225,0	0,002	0,045	0,012	0,009	9,959	10,0
226,0	0,001	0,043	0,012	0,009	9,959	10,0
227,0	0,001	0,042	0,011	0,008	9,959	10,0
228,0	0,001	0,040	0,011	0,008	9,959	10,0
229,0	0,001	0,039	0,010	0,008	9,959	10,0
230,0	0,001	0,037	0,010	0,007	9,959	10,0
231,0	0,001	0,036	0,010	0,007	9,959	10,0
232,0	0,001	0,034	0,009	0,007	9,959	10,0
233,0	0,001	0,033	0,009	0,007	9,959	10,0
234,0	0,001	0,032	0,009	0,006	9,959	10,0
235,0	0,001	0,031	0,008	0,006	9,959	10,0
236,0	0,001	0,029	0,008	0,006	9,959	10,0
237,0	0,001	0,028	0,008	0,006	9,959	10,0
238,0	0,001	0,027	0,007	0,005	9,959	10,0
239,0	0,001	0,026	0,007	0,005	9,959	10,0
240,0	0,001	0,025	0,007	0,005	9,959	10,0
241,0	0,001	0,024	0,007	0,005	9,959	10,0
242,0	0,001	0,023	0,006	0,005	9,959	10,0
243,0	0,001	0,022	0,006	0,004	9,959	10,0
244,0	0,001	0,022	0,006	0,004	9,959	10,0
245,0	0,001	0,021	0,006	0,004	9,959	10,0
246,0	0,001	0,020	0,005	0,004	9,959	10,0
247,0	0,001	0,019	0,005	0,004	9,959	10,0
248,0	0,001	0,018	0,005	0,004	9,959	10,0
249,0	0,001	0,018	0,005	0,004	9,959	10,0
250,0	0,001	0,017	0,005	0,003	9,959	10,0
251,0	0,001	0,016	0,004	0,003	9,959	10,0
252,0	0,001	0,016	0,004	0,003	9,959	10,0
253,0	0,001	0,015	0,004	0,003	9,959	10,0
254,0	0,000	0,015	0,004	0,003	9,959	10,0
255,0	0,000	0,014	0,004	0,003	9,959	10,0
256,0	0,000	0,014	0,004	0,003	9,959	10,0
257,0	0,000	0,013	0,004	0,003	9,959	10,0
258,0	0,000	0,013	0,003	0,002	9,959	10,0
259,0	0,000	0,012	0,003	0,002	9,959	10,0
260,0	0,000	0,012	0,003	0,002	9,959	10,0
261,0	0,000	0,011	0,003	0,002	9,959	10,0
262,0	0,000	0,011	0,003	0,002	9,959	10,0
263,0	0,000	0,010	0,003	0,002	9,959	10,0

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.1 Debit Banjir Rencana 2 Tahun (8/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		29,845	7,757	5,442		
264,0	0,000	0,010	0,003	0,002	9,959	10,0
265,0	0,000	0,010	0,003	0,002	9,959	10,0
266,0	0,000	0,009	0,002	0,002	9,959	10,0
267,0	0,000	0,009	0,002	0,002	9,959	10,0
268,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
269,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
270,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
271,0	0,000	0,008	0,002	0,001	9,959	10,0
272,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
273,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
274,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
275,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
276,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
277,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
278,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
279,0	0,000	0,006	0,001	0,001	9,959	10,0
280,0	0,000	0,005	0,001	0,001	9,959	10,0
281,0	0,000	0,005	0,001	0,001	9,959	10,0
282,0	0,000	0,005	0,001	0,001	9,959	10,0
283,0	0,000	0,005	0,001	0,001	9,959	10,0
284,0	0,000	0,005	0,001	0,001	9,959	10,0
285,0	0,000	0,004	0,001	0,001	9,959	10,0
286,0	0,000	0,004	0,001	0,001	9,959	10,0
<b>Debit banjir rancangan periode ulang 2 tahun</b>						<b>675,3</b>

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.2 Debit Banjir Rencana 5 Tahun (1/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		38,692	10,057	7,055		
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	9,959	10,0
1,0	0,034	1,323	0,000	0,000	9,959	11,3
2,0	0,181	6,985	0,344	0,000	9,959	17,3
3,0	0,478	18,483	1,815	0,241	9,959	30,5
4,0	0,953	36,865	4,804	1,274	9,959	52,9
5,0	1,628	62,980	9,582	3,370	9,959	85,9
6,0	2,521	97,553	16,370	6,722	9,959	130,6
7,0	3,650	141,225	25,356	11,483	9,959	188,0
8,0	5,029	194,577	36,707	17,787	9,959	259,0
9,0	6,672	258,141	50,575	25,749	9,959	344,4
10,0	8,591	332,411	67,096	35,477	9,959	444,9
11,0	10,799	417,848	86,401	47,067	9,959	561,3
12,0	13,307	514,885	108,607	60,608	9,959	694,1
13,0	14,394	556,931	133,830	76,186	9,959	776,9
14,0	16,126	623,935	144,758	93,878	9,959	872,5
15,0	12,711	491,799	162,174	101,544	9,959	765,5
16,0	11,761	455,042	127,829	113,761	9,959	706,6
17,0	10,882	421,031	118,275	89,669	9,959	638,9
18,0	10,068	389,563	109,435	82,967	9,959	591,9
19,0	9,316	360,446	101,256	76,766	9,959	548,4
20,0	8,619	333,506	93,688	71,028	9,959	508,2
21,0	7,975	308,579	86,685	65,720	9,959	470,9
22,0	7,379	285,515	80,206	60,808	9,959	436,5
23,0	6,828	264,176	74,211	56,263	9,959	404,6
24,0	6,317	244,431	68,665	52,058	9,959	375,1
25,0	5,845	226,162	63,533	48,167	9,959	347,8
26,0	5,408	209,258	58,784	44,567	9,959	322,6
27,0	5,004	193,618	54,391	41,236	9,959	299,2
28,0	4,630	179,146	50,325	38,154	9,959	277,6
29,0	4,322	167,230	46,564	35,302	9,959	259,1
30,0	4,284	165,757	43,467	32,664	9,959	251,8
31,0	4,079	157,809	43,084	30,491	9,959	241,3
32,0	3,873	149,844	41,018	30,222	9,959	231,0
33,0	3,677	142,281	38,948	28,773	9,959	220,0
34,0	3,492	135,100	36,982	27,321	9,959	209,4
35,0	3,315	128,282	35,115	25,942	9,959	199,3

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.2 Debit Banjir Rencana 5 Tahun (2/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		38,692	10,057	7,055		
35,0	3,315	128,282	35,115	25,942	9,959	199,3
36,0	3,148	121,808	33,343	24,633	9,959	189,7
37,0	2,989	115,660	31,660	23,389	9,959	180,7
38,0	2,838	109,823	30,062	22,209	9,959	172,1
39,0	2,695	104,280	28,545	21,088	9,959	163,9
40,0	2,559	99,017	27,105	20,024	9,959	156,1
41,0	2,080	80,490	25,737	19,013	9,959	135,2
42,0	1,975	76,428	20,921	18,054	9,959	125,4
43,0	1,876	72,571	19,865	14,676	9,959	117,1
44,0	1,781	68,908	18,863	13,935	9,959	111,7
45,0	1,691	65,430	17,911	13,232	9,959	106,5
46,0	1,606	62,128	17,007	12,564	9,959	101,7
47,0	1,525	58,992	16,148	11,930	9,959	97,0
48,0	1,448	56,015	15,333	11,328	9,959	92,6
49,0	1,375	53,188	14,560	10,756	9,959	88,5
50,0	1,305	50,504	13,825	10,213	9,959	84,5
51,0	1,295	50,124	13,127	9,698	9,959	82,9
52,0	1,239	47,955	13,028	9,208	9,959	80,1
53,0	1,205	46,641	12,464	9,139	9,959	78,2
54,0	1,160	44,864	12,123	8,744	9,959	75,7
55,0	1,115	43,155	11,661	8,504	9,959	73,3
56,0	1,073	41,511	11,217	8,180	9,959	70,9
57,0	1,032	39,929	10,790	7,868	9,959	68,5
58,0	0,993	38,408	10,378	7,569	9,959	66,3
59,0	0,955	36,945	9,983	7,280	9,959	64,2
60,0	0,918	35,538	9,603	7,003	9,959	62,1
61,0	0,883	34,184	9,237	6,736	9,959	60,1
62,0	0,850	32,881	8,885	6,480	9,959	58,2
63,0	0,817	31,629	8,547	6,233	9,959	56,4
64,0	0,786	30,424	8,221	5,995	9,959	54,6
65,0	0,756	29,265	7,908	5,767	9,959	52,9
66,0	0,728	28,150	7,607	5,547	9,959	51,3
67,0	0,700	27,077	7,317	5,336	9,959	49,7
68,0	0,673	26,046	7,038	5,133	9,959	48,2
69,0	0,648	25,054	6,770	4,937	9,959	46,7
70,0	0,623	24,099	6,512	4,749	9,959	45,3

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.2 Debit Banjir Rencana 5 Tahun (3/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		38,692	10,057	7,055		
71,0	0,599	23,181	6,264	4,568	9,959	44,0
72,0	0,576	22,298	6,025	4,394	9,959	42,7
73,0	0,554	21,449	5,796	4,227	9,959	41,4
74,0	0,533	20,631	5,575	4,066	9,959	40,2
75,0	0,513	19,845	5,363	3,911	9,959	39,1
76,0	0,493	19,089	5,158	3,762	9,959	38,0
77,0	0,475	18,362	4,962	3,618	9,959	36,9
78,0	0,456	17,663	4,773	3,481	9,959	35,9
79,0	0,439	16,990	4,591	3,348	9,959	34,9
80,0	0,422	16,342	4,416	3,220	9,959	33,9
81,0	0,406	15,720	4,248	3,098	9,959	33,0
82,0	0,391	15,121	4,086	2,980	9,959	32,1
83,0	0,376	14,545	3,930	2,866	9,959	31,3
84,0	0,362	13,991	3,781	2,757	9,959	30,5
85,0	0,348	13,458	3,637	2,652	9,959	29,7
86,0	0,335	12,945	3,498	2,551	9,959	29,0
87,0	0,322	12,452	3,365	2,454	9,959	28,2
88,0	0,310	11,978	3,237	2,360	9,959	27,5
89,0	0,298	11,521	3,113	2,270	9,959	26,9
90,0	0,286	11,082	2,995	2,184	9,959	26,2
91,0	0,276	10,660	2,881	2,101	9,959	25,6
92,0	0,265	10,254	2,771	2,021	9,959	25,0
93,0	0,255	9,863	2,665	1,944	9,959	24,4
94,0	0,245	9,488	2,564	1,870	9,959	23,9
95,0	0,236	9,126	2,466	1,798	9,959	23,3
96,0	0,227	8,779	2,372	1,730	9,959	22,8
97,0	0,218	8,444	2,282	1,664	9,959	22,3
98,0	0,210	8,122	2,195	1,601	9,959	21,9
99,0	0,202	7,813	2,111	1,540	9,959	21,4
100,0	0,194	7,515	2,031	1,481	9,959	21,0
101,0	0,187	7,229	1,953	1,425	9,959	20,6
102,0	0,180	6,954	1,879	1,370	9,959	20,2
103,0	0,173	6,689	1,807	1,318	9,959	19,8
104,0	0,166	6,434	1,739	1,268	9,959	19,4

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.2 Debit Banjir Rencana 5 Tahun (4/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		38,692	10,057	7,055		
105,0	0,160	6,189	1,672	1,220	9,959	19,0
106,0	0,154	5,953	1,609	1,173	9,959	18,7
107,0	0,148	5,726	1,547	1,128	9,959	18,4
108,0	0,142	5,508	1,488	1,085	9,959	18,0
109,0	0,137	5,298	1,432	1,044	9,959	17,7
110,0	0,132	5,096	1,377	1,004	9,959	17,4
111,0	0,127	4,902	1,325	0,966	9,959	17,2
112,0	0,122	4,715	1,274	0,929	9,959	16,9
113,0	0,117	4,536	1,226	0,894	9,959	16,6
114,0	0,113	4,363	1,179	0,860	9,959	16,4
115,0	0,108	4,197	1,134	0,827	9,959	16,1
116,0	0,104	4,037	1,091	0,796	9,959	15,9
117,0	0,100	3,883	1,049	0,765	9,959	15,7
118,0	0,097	3,735	1,009	0,736	9,959	15,4
119,0	0,093	3,593	0,971	0,708	9,959	15,2
120,0	0,089	3,456	0,934	0,681	9,959	15,0
121,0	0,086	3,324	0,898	0,655	9,959	14,8
122,0	0,083	3,198	0,864	0,630	9,959	14,7
123,0	0,079	3,076	0,831	0,606	9,959	14,5
124,0	0,076	2,959	0,799	0,583	9,959	14,3
125,0	0,074	2,846	0,769	0,561	9,959	14,1
126,0	0,071	2,738	0,740	0,539	9,959	14,0
127,0	0,068	2,633	0,712	0,519	9,959	13,8
128,0	0,065	2,533	0,684	0,499	9,959	13,7
129,0	0,063	2,436	0,658	0,480	9,959	13,5
130,0	0,061	2,344	0,633	0,462	9,959	13,4
131,0	0,058	2,254	0,609	0,444	9,959	13,3
132,0	0,056	2,168	0,586	0,427	9,959	13,1
133,0	0,054	2,086	0,564	0,411	9,959	13,0
134,0	0,052	2,006	0,542	0,395	9,959	12,9
135,0	0,050	1,930	0,522	0,380	9,959	12,8
136,0	0,048	1,856	0,502	0,366	9,959	12,7
137,0	0,046	1,786	0,483	0,352	9,959	12,6
138,0	0,044	1,718	0,464	0,338	9,959	12,5
139,0	0,043	1,652	0,446	0,326	9,959	12,4
140,0	0,041	1,589	0,429	0,313	9,959	12,3
141,0	0,040	1,529	0,413	0,301	9,959	12,2

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.2 Debit Banjir Rencana 5 Tahun (5/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		38,692	10,057	7,055		
142,0	0,038	1,471	0,397	0,290	9,959	12,1
143,0	0,037	1,415	0,382	0,279	9,959	12,0
144,0	0,035	1,361	0,368	0,268	9,959	12,0
145,0	0,034	1,309	0,354	0,258	9,959	11,9
146,0	0,033	1,259	0,340	0,248	9,959	11,8
147,0	0,031	1,211	0,327	0,239	9,959	11,7
148,0	0,030	1,165	0,315	0,230	9,959	11,7
149,0	0,029	1,120	0,303	0,221	9,959	11,6
150,0	0,028	1,078	0,291	0,212	9,959	11,5
151,0	0,027	1,037	0,280	0,204	9,959	11,5
152,0	0,026	0,997	0,269	0,197	9,959	11,4
153,0	0,025	0,959	0,259	0,189	9,959	11,4
154,0	0,024	0,923	0,249	0,182	9,959	11,3
155,0	0,023	0,888	0,240	0,175	9,959	11,3
156,0	0,022	0,854	0,231	0,168	9,959	11,2
157,0	0,021	0,821	0,222	0,162	9,959	11,2
158,0	0,020	0,790	0,213	0,156	9,959	11,1
159,0	0,020	0,760	0,205	0,150	9,959	11,1
160,0	0,019	0,731	0,197	0,144	9,959	11,0
161,0	0,018	0,703	0,190	0,139	9,959	11,0
162,0	0,017	0,676	0,183	0,133	9,959	11,0
163,0	0,017	0,650	0,176	0,128	9,959	10,9
164,0	0,016	0,626	0,169	0,123	9,959	10,9
165,0	0,016	0,602	0,163	0,119	9,959	10,8
166,0	0,015	0,579	0,156	0,114	9,959	10,8
167,0	0,014	0,557	0,150	0,110	9,959	10,8
168,0	0,014	0,536	0,145	0,106	9,959	10,7
169,0	0,013	0,515	0,139	0,102	9,959	10,7
170,0	0,013	0,496	0,134	0,098	9,959	10,7
171,0	0,012	0,477	0,129	0,094	9,959	10,7
172,0	0,012	0,459	0,124	0,090	9,959	10,6
173,0	0,011	0,441	0,119	0,087	9,959	10,6
174,0	0,011	0,424	0,115	0,084	9,959	10,6
175,0	0,011	0,408	0,110	0,080	9,959	10,6
176,0	0,010	0,393	0,106	0,077	9,959	10,5
177,0	0,010	0,378	0,102	0,074	9,959	10,5
178,0	0,009	0,363	0,098	0,072	9,959	10,5
179,0	0,009	0,349	0,094	0,069	9,959	10,5

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.2 Debit Banjir Rencana 5 Tahun (6/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		38,692	10,057	7,055		
180,0	0,009	0,336	0,091	0,066	9,959	10,5
181,0	0,008	0,323	0,087	0,064	9,959	10,4
182,0	0,008	0,311	0,084	0,061	9,959	10,4
183,0	0,008	0,299	0,081	0,059	9,959	10,4
184,0	0,007	0,288	0,078	0,057	9,959	10,4
185,0	0,007	0,277	0,075	0,055	9,959	10,4
186,0	0,007	0,266	0,072	0,052	9,959	10,3
187,0	0,007	0,256	0,069	0,050	9,959	10,3
188,0	0,006	0,246	0,067	0,049	9,959	10,3
189,0	0,006	0,237	0,064	0,047	9,959	10,3
190,0	0,006	0,228	0,062	0,045	9,959	10,3
191,0	0,006	0,219	0,059	0,043	9,959	10,3
192,0	0,005	0,211	0,057	0,042	9,959	10,3
193,0	0,005	0,203	0,055	0,040	9,959	10,3
194,0	0,005	0,195	0,053	0,038	9,959	10,2
195,0	0,005	0,188	0,051	0,037	9,959	10,2
196,0	0,005	0,181	0,049	0,036	9,959	10,2
197,0	0,004	0,174	0,047	0,034	9,959	10,2
198,0	0,004	0,167	0,045	0,033	9,959	10,2
199,0	0,004	0,161	0,043	0,032	9,959	10,2
200,0	0,004	0,155	0,042	0,030	9,959	10,2
201,0	0,004	0,149	0,040	0,029	9,959	10,2
202,0	0,004	0,143	0,039	0,028	9,959	10,2
203,0	0,004	0,138	0,037	0,027	9,959	10,2
204,0	0,003	0,132	0,036	0,026	9,959	10,2
205,0	0,003	0,127	0,034	0,025	9,959	10,1
206,0	0,003	0,122	0,033	0,024	9,959	10,1
207,0	0,003	0,118	0,032	0,023	9,959	10,1
208,0	0,003	0,113	0,031	0,022	9,959	10,1
209,0	0,003	0,109	0,029	0,021	9,959	10,1
210,0	0,003	0,105	0,028	0,021	9,959	10,1
211,0	0,003	0,101	0,027	0,020	9,959	10,1
212,0	0,003	0,097	0,026	0,019	9,959	10,1
213,0	0,002	0,093	0,025	0,018	9,959	10,1
214,0	0,002	0,090	0,024	0,018	9,959	10,1
215,0	0,002	0,086	0,023	0,017	9,959	10,1
216,0	0,002	0,083	0,022	0,016	9,959	10,1
217,0	0,002	0,080	0,022	0,016	9,959	10,1

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.2 Debit Banjir Rencana 5 Tahun (7/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		38,692	10,057	7,055		
218,0	0,002	0,077	0,021	0,015	9,959	10,1
219,0	0,002	0,074	0,020	0,015	9,959	10,1
220,0	0,002	0,071	0,019	0,014	9,959	10,1
221,0	0,002	0,068	0,018	0,013	9,959	10,1
222,0	0,002	0,066	0,018	0,013	9,959	10,1
223,0	0,002	0,063	0,017	0,012	9,959	10,1
224,0	0,002	0,061	0,016	0,012	9,959	10,0
225,0	0,002	0,059	0,016	0,012	9,959	10,0
226,0	0,001	0,056	0,015	0,011	9,959	10,0
227,0	0,001	0,054	0,015	0,011	9,959	10,0
228,0	0,001	0,052	0,014	0,010	9,959	10,0
229,0	0,001	0,050	0,014	0,010	9,959	10,0
230,0	0,001	0,048	0,013	0,009	9,959	10,0
231,0	0,001	0,046	0,013	0,009	9,959	10,0
232,0	0,001	0,045	0,012	0,009	9,959	10,0
233,0	0,001	0,043	0,012	0,008	9,959	10,0
234,0	0,001	0,041	0,011	0,008	9,959	10,0
235,0	0,001	0,040	0,011	0,008	9,959	10,0
236,0	0,001	0,038	0,010	0,008	9,959	10,0
237,0	0,001	0,037	0,010	0,007	9,959	10,0
238,0	0,001	0,035	0,010	0,007	9,959	10,0
239,0	0,001	0,034	0,009	0,007	9,959	10,0
240,0	0,001	0,033	0,009	0,006	9,959	10,0
241,0	0,001	0,031	0,008	0,006	9,959	10,0
242,0	0,001	0,030	0,008	0,006	9,959	10,0
243,0	0,001	0,029	0,008	0,006	9,959	10,0
244,0	0,001	0,028	0,008	0,006	9,959	10,0
245,0	0,001	0,027	0,007	0,005	9,959	10,0
246,0	0,001	0,026	0,007	0,005	9,959	10,0
247,0	0,001	0,025	0,007	0,005	9,959	10,0
248,0	0,001	0,024	0,006	0,005	9,959	10,0
249,0	0,001	0,023	0,006	0,005	9,959	10,0
250,0	0,001	0,022	0,006	0,004	9,959	10,0
251,0	0,001	0,021	0,006	0,004	9,959	10,0
252,0	0,001	0,021	0,006	0,004	9,959	10,0
253,0	0,001	0,020	0,005	0,004	9,959	10,0
254,0	0,000	0,019	0,005	0,004	9,959	10,0
255,0	0,000	0,018	0,005	0,004	9,959	10,0

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.2 Debit Banjir Rencana 5 Tahun (8/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		38,692	10,057	7,055		
256,0	0,000	0,018	0,005	0,003	9,959	10,0
257,0	0,000	0,017	0,005	0,003	9,959	10,0
258,0	0,000	0,016	0,004	0,003	9,959	10,0
259,0	0,000	0,016	0,004	0,003	9,959	10,0
260,0	0,000	0,015	0,004	0,003	9,959	10,0
261,0	0,000	0,014	0,004	0,003	9,959	10,0
262,0	0,000	0,014	0,004	0,003	9,959	10,0
263,0	0,000	0,013	0,004	0,003	9,959	10,0
264,0	0,000	0,013	0,003	0,003	9,959	10,0
265,0	0,000	0,012	0,003	0,002	9,959	10,0
266,0	0,000	0,012	0,003	0,002	9,959	10,0
267,0	0,000	0,011	0,003	0,002	9,959	10,0
268,0	0,000	0,011	0,003	0,002	9,959	10,0
269,0	0,000	0,011	0,003	0,002	9,959	10,0
270,0	0,000	0,010	0,003	0,002	9,959	10,0
271,0	0,000	0,010	0,003	0,002	9,959	10,0
272,0	0,000	0,009	0,003	0,002	9,959	10,0
273,0	0,000	0,009	0,002	0,002	9,959	10,0
274,0	0,000	0,009	0,002	0,002	9,959	10,0
275,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
276,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
277,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
278,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
279,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
280,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
281,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
282,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
283,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
284,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
285,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
286,0	0,000	0,005	0,001	0,001	9,959	10,0
<b>Debit banjir rancangan periode ulang 5 tahun</b>						<b>872,5</b>

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.3 Debit Banjir Rencana 10 Tahun (1/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		44,994	11,695	8,204		
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	9,959	10,0
1,0	0,034	1,539	0,000	0,000	9,959	11,5
2,0	0,181	8,122	0,400	0,000	9,959	18,5
3,0	0,478	21,493	2,111	0,281	9,959	33,8
4,0	0,953	42,870	5,587	1,481	9,959	59,9
5,0	1,628	73,239	11,143	3,919	9,959	98,3
6,0	2,521	113,442	19,036	7,816	9,959	150,3
7,0	3,650	164,228	29,486	13,353	9,959	217,0
8,0	5,029	226,270	42,686	20,684	9,959	299,6
9,0	6,672	300,188	58,812	29,943	9,959	398,9
10,0	8,591	386,555	78,025	41,256	9,959	515,8
11,0	10,799	485,908	100,474	54,733	9,959	651,1
12,0	13,307	598,751	126,298	70,480	9,959	805,5
13,0	14,394	647,646	155,628	88,595	9,959	901,8
14,0	16,126	725,564	168,337	109,169	9,959	1013,0
15,0	12,711	571,905	188,589	118,084	9,959	888,5
16,0	11,761	529,160	148,650	132,291	9,959	820,1
17,0	10,882	489,610	137,540	104,275	9,959	741,4
18,0	10,068	453,016	127,260	96,481	9,959	686,7
19,0	9,316	419,157	117,748	89,270	9,959	636,1
20,0	8,619	387,828	108,948	82,598	9,959	589,3
21,0	7,975	358,841	100,805	76,424	9,959	546,0
22,0	7,379	332,021	93,270	70,712	9,959	506,0
23,0	6,828	307,205	86,299	65,427	9,959	468,9
24,0	6,317	284,244	79,849	60,537	9,959	434,6
25,0	5,845	262,999	73,881	56,012	9,959	402,9
26,0	5,408	243,342	68,359	51,826	9,959	373,5
27,0	5,004	225,155	63,250	47,952	9,959	346,3
28,0	4,630	208,326	58,522	44,368	9,959	321,2
29,0	4,322	194,468	54,148	41,052	9,959	299,6
30,0	4,284	192,756	50,546	37,984	9,959	291,2
31,0	4,079	183,513	50,101	35,457	9,959	279,0
32,0	3,873	174,251	47,699	35,145	9,959	267,1
33,0	3,677	165,457	45,291	33,460	9,959	254,2
34,0	3,492	157,106	43,006	31,771	9,959	241,8
35,0	3,315	149,177	40,835	30,167	9,959	230,1

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.3 Debit Banjir Rencana 10 Tahun (2/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		44,994	11,695	8,204		
36,0	3,148	141,648	38,774	28,645	9,959	219,0
37,0	2,989	134,499	36,817	27,199	9,959	208,5
38,0	2,838	127,711	34,959	25,826	9,959	198,5
39,0	2,695	121,265	33,195	24,523	9,959	188,9
40,0	2,559	115,145	31,519	23,285	9,959	179,9
41,0	2,080	93,601	29,929	22,110	9,959	155,6
42,0	1,975	88,877	24,329	20,994	9,959	144,2
43,0	1,876	84,391	23,101	17,066	9,959	134,5
44,0	1,781	80,132	21,935	16,205	9,959	128,2
45,0	1,691	76,088	20,828	15,387	9,959	122,3
46,0	1,606	72,248	19,777	14,610	9,959	116,6
47,0	1,525	68,601	18,779	13,873	9,959	111,2
48,0	1,448	65,139	17,831	13,173	9,959	106,1
49,0	1,375	61,851	16,931	12,508	9,959	101,2
50,0	1,305	58,730	16,076	11,877	9,959	96,6
51,0	1,295	58,288	15,265	11,277	9,959	94,8
52,0	1,239	55,766	15,150	10,708	9,959	91,6
53,0	1,205	54,238	14,495	10,628	9,959	89,3
54,0	1,160	52,172	14,098	10,168	9,959	86,4
55,0	1,115	50,184	13,560	9,889	9,959	83,6
56,0	1,073	48,272	13,044	9,512	9,959	80,8
57,0	1,032	46,433	12,547	9,150	9,959	78,1
58,0	0,993	44,664	12,069	8,801	9,959	75,5
59,0	0,955	42,963	11,609	8,466	9,959	73,0
60,0	0,918	41,326	11,167	8,144	9,959	70,6
61,0	0,883	39,752	10,741	7,833	9,959	68,3
62,0	0,850	38,237	10,332	7,535	9,959	66,1
63,0	0,817	36,780	9,939	7,248	9,959	63,9
64,0	0,786	35,379	9,560	6,972	9,959	61,9
65,0	0,756	34,031	9,196	6,706	9,959	59,9
66,0	0,728	32,735	8,845	6,451	9,959	58,0
67,0	0,700	31,488	8,509	6,205	9,959	56,2
68,0	0,673	30,288	8,184	5,969	9,959	54,4
69,0	0,648	29,134	7,873	5,741	9,959	52,7
70,0	0,623	28,025	7,573	5,522	9,959	51,1
71,0	0,599	26,957	7,284	5,312	9,959	49,5
72,0	0,576	25,930	7,007	5,110	9,959	48,0

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.3 Debit Banjir Rencana 10 Tahun (3/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		44,994	11,695	8,204		
73,0	0,554	24,942	6,740	4,915	9,959	46,6
74,0	0,533	23,992	6,483	4,728	9,959	45,2
75,0	0,513	23,078	6,236	4,548	9,959	43,8
76,0	0,493	22,199	5,998	4,374	9,959	42,5
77,0	0,475	21,353	5,770	4,208	9,959	41,3
78,0	0,456	20,540	5,550	4,047	9,959	40,1
79,0	0,439	19,757	5,339	3,893	9,959	38,9
80,0	0,422	19,004	5,135	3,745	9,959	37,8
81,0	0,406	18,280	4,940	3,602	9,959	36,8
82,0	0,391	17,584	4,751	3,465	9,959	35,8
83,0	0,376	16,914	4,570	3,333	9,959	34,8
84,0	0,362	16,270	4,396	3,206	9,959	33,8
85,0	0,348	15,650	4,229	3,084	9,959	32,9
86,0	0,335	15,054	4,068	2,966	9,959	32,0
87,0	0,322	14,480	3,913	2,853	9,959	31,2
88,0	0,310	13,929	3,764	2,745	9,959	30,4
89,0	0,298	13,398	3,620	2,640	9,959	29,6
90,0	0,286	12,888	3,482	2,540	9,959	28,9
91,0	0,276	12,397	3,350	2,443	9,959	28,1
92,0	0,265	11,924	3,222	2,350	9,959	27,5
93,0	0,255	11,470	3,099	2,260	9,959	26,8
94,0	0,245	11,033	2,981	2,174	9,959	26,1
95,0	0,236	10,613	2,868	2,091	9,959	25,5
96,0	0,227	10,208	2,758	2,012	9,959	24,9
97,0	0,218	9,820	2,653	1,935	9,959	24,4
98,0	0,210	9,445	2,552	1,861	9,959	23,8
99,0	0,202	9,086	2,455	1,790	9,959	23,3
100,0	0,194	8,739	2,362	1,722	9,959	22,8
101,0	0,187	8,407	2,272	1,657	9,959	22,3
102,0	0,180	8,086	2,185	1,593	9,959	21,8
103,0	0,173	7,778	2,102	1,533	9,959	21,4
104,0	0,166	7,482	2,022	1,474	9,959	20,9
105,0	0,160	7,197	1,945	1,418	9,959	20,5
106,0	0,154	6,923	1,871	1,364	9,959	20,1
107,0	0,148	6,659	1,799	1,312	9,959	19,7
108,0	0,142	6,405	1,731	1,262	9,959	19,4
109,0	0,137	6,161	1,665	1,214	9,959	19,0

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.3 Debit Banjir Rencana 10 Tahun (4/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		44,994	11,695	8,204		
110,0	0,132	5,927	1,601	1,168	9,959	18,7
111,0	0,127	5,701	1,540	1,123	9,959	18,3
112,0	0,122	5,484	1,482	1,081	9,959	18,0
113,0	0,117	5,275	1,425	1,039	9,959	17,7
114,0	0,113	5,074	1,371	1,000	9,959	17,4
115,0	0,108	4,880	1,319	0,962	9,959	17,1
116,0	0,104	4,695	1,269	0,925	9,959	16,8
117,0	0,100	4,516	1,220	0,890	9,959	16,6
118,0	0,097	4,344	1,174	0,856	9,959	16,3
119,0	0,093	4,178	1,129	0,823	9,959	16,1
120,0	0,089	4,019	1,086	0,792	9,959	15,9
121,0	0,086	3,866	1,045	0,762	9,959	15,6
122,0	0,083	3,719	1,005	0,733	9,959	15,4
123,0	0,079	3,577	0,967	0,705	9,959	15,2
124,0	0,076	3,441	0,930	0,678	9,959	15,0
125,0	0,074	3,310	0,894	0,652	9,959	14,8
126,0	0,071	3,184	0,860	0,627	9,959	14,6
127,0	0,068	3,062	0,827	0,603	9,959	14,5
128,0	0,065	2,946	0,796	0,580	9,959	14,3
129,0	0,063	2,833	0,766	0,558	9,959	14,1
130,0	0,061	2,725	0,736	0,537	9,959	14,0
131,0	0,058	2,622	0,708	0,517	9,959	13,8
132,0	0,056	2,522	0,681	0,497	9,959	13,7
133,0	0,054	2,426	0,655	0,478	9,959	13,5
134,0	0,052	2,333	0,630	0,460	9,959	13,4
135,0	0,050	2,244	0,606	0,442	9,959	13,3
136,0	0,048	2,159	0,583	0,425	9,959	13,1
137,0	0,046	2,077	0,561	0,409	9,959	13,0
138,0	0,044	1,997	0,540	0,394	9,959	12,9
139,0	0,043	1,921	0,519	0,379	9,959	12,8
140,0	0,041	1,848	0,499	0,364	9,959	12,7
141,0	0,040	1,778	0,480	0,350	9,959	12,6
142,0	0,038	1,710	0,462	0,337	9,959	12,5
143,0	0,037	1,645	0,444	0,324	9,959	12,4
144,0	0,035	1,582	0,428	0,312	9,959	12,3
145,0	0,034	1,522	0,411	0,300	9,959	12,2
146,0	0,033	1,464	0,396	0,288	9,959	12,1

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.3 Debit Banjir Rencana 10 Tahun (5/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		44,994	11,695	8,204		
147,0	0,031	1,408	0,381	0,277	9,959	12,0
148,0	0,030	1,355	0,366	0,267	9,959	11,9
149,0	0,029	1,303	0,352	0,257	9,959	11,9
150,0	0,028	1,253	0,339	0,247	9,959	11,8
151,0	0,027	1,206	0,326	0,238	9,959	11,7
152,0	0,026	1,160	0,313	0,229	9,959	11,7
153,0	0,025	1,115	0,301	0,220	9,959	11,6
154,0	0,024	1,073	0,290	0,211	9,959	11,5
155,0	0,023	1,032	0,279	0,203	9,959	11,5
156,0	0,022	0,993	0,268	0,196	9,959	11,4
157,0	0,021	0,955	0,258	0,188	9,959	11,4
158,0	0,020	0,919	0,248	0,181	9,959	11,3
159,0	0,020	0,884	0,239	0,174	9,959	11,3
160,0	0,019	0,850	0,230	0,167	9,959	11,2
161,0	0,018	0,818	0,221	0,161	9,959	11,2
162,0	0,017	0,786	0,212	0,155	9,959	11,1
163,0	0,017	0,756	0,204	0,149	9,959	11,1
164,0	0,016	0,728	0,197	0,143	9,959	11,0
165,0	0,016	0,700	0,189	0,138	9,959	11,0
166,0	0,015	0,673	0,182	0,133	9,959	10,9
167,0	0,014	0,648	0,175	0,128	9,959	10,9
168,0	0,014	0,623	0,168	0,123	9,959	10,9
169,0	0,013	0,599	0,162	0,118	9,959	10,8
170,0	0,013	0,576	0,156	0,114	9,959	10,8
171,0	0,012	0,554	0,150	0,109	9,959	10,8
172,0	0,012	0,533	0,144	0,105	9,959	10,7
173,0	0,011	0,513	0,139	0,101	9,959	10,7
174,0	0,011	0,493	0,133	0,097	9,959	10,7
175,0	0,011	0,475	0,128	0,094	9,959	10,7
176,0	0,010	0,457	0,123	0,090	9,959	10,6
177,0	0,010	0,439	0,119	0,087	9,959	10,6
178,0	0,009	0,422	0,114	0,083	9,959	10,6
179,0	0,009	0,406	0,110	0,080	9,959	10,6
180,0	0,009	0,391	0,106	0,077	9,959	10,5
181,0	0,008	0,376	0,102	0,074	9,959	10,5
182,0	0,008	0,362	0,098	0,071	9,959	10,5
183,0	0,008	0,348	0,094	0,069	9,959	10,5
184,0	0,007	0,335	0,090	0,066	9,959	10,4

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.3 Debit Banjir Rencana 10 Tahun (6/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		44,994	11,695	8,204		
185,0	0,007	0,322	0,087	0,063	9,959	10,4
186,0	0,007	0,310	0,084	0,061	9,959	10,4
187,0	0,007	0,298	0,080	0,059	9,959	10,4
188,0	0,006	0,286	0,077	0,056	9,959	10,4
189,0	0,006	0,276	0,074	0,054	9,959	10,4
190,0	0,006	0,265	0,072	0,052	9,959	10,3
191,0	0,006	0,255	0,069	0,050	9,959	10,3
192,0	0,005	0,245	0,066	0,048	9,959	10,3
193,0	0,005	0,236	0,064	0,046	9,959	10,3
194,0	0,005	0,227	0,061	0,045	9,959	10,3
195,0	0,005	0,218	0,059	0,043	9,959	10,3
196,0	0,005	0,210	0,057	0,041	9,959	10,3
197,0	0,004	0,202	0,055	0,040	9,959	10,3
198,0	0,004	0,194	0,052	0,038	9,959	10,2
199,0	0,004	0,187	0,050	0,037	9,959	10,2
200,0	0,004	0,180	0,049	0,035	9,959	10,2
201,0	0,004	0,173	0,047	0,034	9,959	10,2
202,0	0,004	0,166	0,045	0,033	9,959	10,2
203,0	0,004	0,160	0,043	0,032	9,959	10,2
204,0	0,003	0,154	0,042	0,030	9,959	10,2
205,0	0,003	0,148	0,040	0,029	9,959	10,2
206,0	0,003	0,142	0,038	0,028	9,959	10,2
207,0	0,003	0,137	0,037	0,027	9,959	10,2
208,0	0,003	0,132	0,036	0,026	9,959	10,2
209,0	0,003	0,127	0,034	0,025	9,959	10,1
210,0	0,003	0,122	0,033	0,024	9,959	10,1
211,0	0,003	0,117	0,032	0,023	9,959	10,1
212,0	0,003	0,113	0,030	0,022	9,959	10,1
213,0	0,002	0,108	0,029	0,021	9,959	10,1
214,0	0,002	0,104	0,028	0,021	9,959	10,1
215,0	0,002	0,100	0,027	0,020	9,959	10,1
216,0	0,002	0,097	0,026	0,019	9,959	10,1
217,0	0,002	0,093	0,025	0,018	9,959	10,1
218,0	0,002	0,089	0,024	0,018	9,959	10,1
219,0	0,002	0,086	0,023	0,017	9,959	10,1
220,0	0,002	0,083	0,022	0,016	9,959	10,1
221,0	0,002	0,080	0,021	0,016	9,959	10,1
222,0	0,002	0,076	0,021	0,015	9,959	10,1

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.3 Debit Banjir Rencana 10 Tahun (7/8)

t (jam)	Q ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
		44,994	11,695	8,204		
223,0	0,002	0,074	0,020	0,014	9,959	10,1
224,0	0,002	0,071	0,019	0,014	9,959	10,1
225,0	0,002	0,068	0,018	0,013	9,959	10,1
226,0	0,001	0,065	0,018	0,013	9,959	10,1
227,0	0,001	0,063	0,017	0,012	9,959	10,1
228,0	0,001	0,061	0,016	0,012	9,959	10,0
229,0	0,001	0,058	0,016	0,011	9,959	10,0
230,0	0,001	0,056	0,015	0,011	9,959	10,0
231,0	0,001	0,054	0,015	0,011	9,959	10,0
232,0	0,001	0,052	0,014	0,010	9,959	10,0
233,0	0,001	0,050	0,013	0,010	9,959	10,0
234,0	0,001	0,048	0,013	0,009	9,959	10,0
235,0	0,001	0,046	0,012	0,009	9,959	10,0
236,0	0,001	0,044	0,012	0,009	9,959	10,0
237,0	0,001	0,043	0,012	0,008	9,959	10,0
238,0	0,001	0,041	0,011	0,008	9,959	10,0
239,0	0,001	0,040	0,011	0,008	9,959	10,0
240,0	0,001	0,038	0,010	0,007	9,959	10,0
241,0	0,001	0,037	0,010	0,007	9,959	10,0
242,0	0,001	0,035	0,010	0,007	9,959	10,0
243,0	0,001	0,034	0,009	0,007	9,959	10,0
244,0	0,001	0,033	0,009	0,006	9,959	10,0
245,0	0,001	0,031	0,008	0,006	9,959	10,0
246,0	0,001	0,030	0,008	0,006	9,959	10,0
247,0	0,001	0,029	0,008	0,006	9,959	10,0
248,0	0,001	0,028	0,008	0,005	9,959	10,0
249,0	0,001	0,027	0,007	0,005	9,959	10,0
250,0	0,001	0,026	0,007	0,005	9,959	10,0
251,0	0,001	0,025	0,007	0,005	9,959	10,0
252,0	0,001	0,024	0,006	0,005	9,959	10,0
253,0	0,001	0,023	0,006	0,005	9,959	10,0
254,0	0,000	0,022	0,006	0,004	9,959	10,0
255,0	0,000	0,021	0,006	0,004	9,959	10,0
256,0	0,000	0,020	0,006	0,004	9,959	10,0
257,0	0,000	0,020	0,005	0,004	9,959	10,0
258,0	0,000	0,019	0,005	0,004	9,959	10,0
259,0	0,000	0,018	0,005	0,004	9,959	10,0
260,0	0,000	0,017	0,005	0,003	9,959	10,0

## LAMPIRAN C

Tabel C.4.3 Debit Banjir Rencana 10 Tahun (8/8)

t (jam)	Q ( $m^3/d$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Base Flow ( $m^3/d$ )	Debit Banjir ( $m^3/d$ )
		44,994	11,695	8,204		
261,0	0,000	0,017	0,005	0,003	9,959	10,0
262,0	0,000	0,016	0,004	0,003	9,959	10,0
263,0	0,000	0,016	0,004	0,003	9,959	10,0
264,0	0,000	0,015	0,004	0,003	9,959	10,0
265,0	0,000	0,014	0,004	0,003	9,959	10,0
266,0	0,000	0,014	0,004	0,003	9,959	10,0
267,0	0,000	0,013	0,004	0,003	9,959	10,0
268,0	0,000	0,013	0,003	0,003	9,959	10,0
269,0	0,000	0,012	0,003	0,002	9,959	10,0
270,0	0,000	0,012	0,003	0,002	9,959	10,0
271,0	0,000	0,011	0,003	0,002	9,959	10,0
272,0	0,000	0,011	0,003	0,002	9,959	10,0
273,0	0,000	0,011	0,003	0,002	9,959	10,0
274,0	0,000	0,010	0,003	0,002	9,959	10,0
275,0	0,000	0,010	0,003	0,002	9,959	10,0
276,0	0,000	0,009	0,003	0,002	9,959	10,0
277,0	0,000	0,009	0,002	0,002	9,959	10,0
278,0	0,000	0,009	0,002	0,002	9,959	10,0
279,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
280,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
281,0	0,000	0,008	0,002	0,002	9,959	10,0
282,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
283,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
284,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
285,0	0,000	0,007	0,002	0,001	9,959	10,0
286,0	0,000	0,006	0,002	0,001	9,959	10,0
<b>Debit banjir rancangan periode ulang 10 tahun</b>						<b>1013,0</b>

## LAMPIRAN C

### Lampiran C.4.4 Perhitungan Distribusi Normal

No	Tahun	X	X - X <sub>bar</sub>	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>2</sup>	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>3</sup>	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>4</sup>
1	2005	106	-25.549	652.766	-16677.705	426103.45
2	2006	107	-24.549	602.667	-14795.055	363208.03
3	2007	135	3.451	11.907	41.089	141.787
4	2008	100	-31.549	995.357	-31402.816	990736.41
5	2009	100	-31.549	995.357	-31402.816	990736.41
6	2010	100.5	-31.049	964.058	-29933.317	929408.1
7	2011	105	-26.549	704.865	-18713.651	496834.07
8	2012	106.5	-25.049	627.467	-15717.593	393714.48
9	2013	85.5	-46.049	2120.537	-97649.201	4496676
10	2014	146	14.451	208.823	3017.644	43607.105
11	2015	172.7	41.151	1693.381	69683.849	2867540.2
12	2016	193.8	62.251	3875.151	241230.94	15016799
13	2017	203.99	72.441	5247.657	380144.03	27537905
14	2018	179.7	48.151	2318.491	111637.01	5375401.8
Jumlah		1841.69	0	21018.486	549462.41	59928811
Rata – rata		131.54929	0	1501.32	39247.315	4280629.4

Berikut ini adalah langkah-langkah menghitung sebaran distribusi Normal :

- Menghitung Standar Deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{21028.486}{14 - 1}}$$

- Standar deviasi nilai X

$$S_d = 40.20953$$

- Koefisien variasi

$$C_v = \frac{s}{x} = \frac{40.210}{131.54929} = 0.306$$

- Nilai a

$$\frac{n}{n-1} \times (n-2) \times (X_i - \bar{X})^3 = \frac{14}{14-1} \times (14-2) \times 549462.41 = 49310.729$$

- Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{14 \times 549462.41}{(14-1)(14-2)11.155^3} = 0.758$$

## LAMPIRAN C

- Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^3} = \frac{14^2 \times 59928811}{(14-1)(14-2)(14-3)11.155^3} = 2.618$$

### Lampiran C.4.5 Perhitungan Distribusi Log Normal

No	Tahun	X	y = log X	(X - X <sub>bar</sub> )	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>2</sup>	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>3</sup>	(X - X <sub>bar</sub> ) <sup>4</sup>
1	2005	106	2.025	-0.076	0.006	-0.0004	0.000034
2	2006	107	2.029	-0.072	0.005	-0.0004	0.000027
3	2007	135	2.13	0.029	0.001	0	0.000001
4	2008	100	2	-0.101	0.01	-0.001	0.000106
5	2009	100	2	-0.101	0.01	-0.001	0.000106
6	2010	100.5	2.002	-0.099	0.01	-0.001	0.000097
7	2011	105	2.021	-0.08	0.006	-0.0005	0.000042
8	2012	106.5	2.027	-0.074	0.005	-0.0004	0.00003
9	2013	85.5	1.932	-0.17	0.029	-0.0049	0.000826
10	2014	146	2.164	0.063	0.004	0.0002	0.000016
11	2015	172.7	2.237	0.136	0.018	0.0025	0.00034
12	2016	193.8	2.287	0.186	0.035	0.0064	0.001193
13	2017	203.99	2.31	0.208	0.043	0.009	0.001876
14	2018	179.7	2.255	0.153	0.023	0.0036	0.000549
Jumlah		1841.69	29.421	0	0.207	0.012	0.005
Rata – rata		131.549	2.101	0	0.015	0.001	0

Berikut ini adalah langkah-langkah menghitung sebaran distribusi Log Normal :

- Menghitung standar deviasi

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.207}{14-1}} = 0.0350$$

- Standar deviasi nilai X

$$S_d = 0.126$$

- Koefisien variasi

$$C_v = \frac{s}{\log x} = \frac{0.126}{29.421} = 0.060$$

## LAMPIRAN C

- Nilai a

$$\frac{n(X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)} = \frac{14 \times 0.005}{(14-1)(14-2)} = 0.001$$

- Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{a}{Sd^3} = 0.535$$

- Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{14^2 \times 0.005}{(14-1)(14-2)(14-3)0.126^4} = 2.252$$

### Lampiran C.4.6 Perhitungan Distribusi Gumbel

No	Tahun	X	x - x̄	(x - x̄) <sup>2</sup>	(x - x̄) <sup>3</sup>	(x - x̄) <sup>4</sup>
1	2005	106	-25.549	652.766	-16677.705	426103.45
2	2006	107	-24.549	602.667	-14795.055	363208.03
3	2007	135	3.451	11.907	41.089	141.787
4	2008	100	-31.549	995.357	-31402.816	990736.41
5	2009	100	-31.549	995.357	-31402.816	990736.41
6	2010	100.5	-31.049	964.058	-29933.317	929408.1
7	2011	105	-26.549	704.865	-18713.651	496834.07
8	2012	106.5	-25.049	627.467	-15717.593	393714.48
9	2013	85.5	-46.049	2120.537	-97649.201	4496676
10	2014	146	14.451	208.823	3017.644	43607.105
11	2015	172.7	41.151	1693.381	69683.849	2867540.2
12	2016	193.8	62.251	3875.151	241230.94	15016799
13	2017	203.99	72.441	5247.657	380144.03	27537905
14	2018	179.7	48.151	2318.491	111637.01	5375401.8
Jumlah		1841.69	0	21018.486	549462.41	59928811
Rata – rata		131.549	0	1501.32	39247.315	4280629.4

Berikut ini adalah langkah-langkah menghitung sebaran distribusi Gumbel :

- Menghitung standar deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{21028.486}{14-1}} = 40.210$$

## LAMPIRAN C

- Koefisien variasi

$$C_v = \frac{S_x}{X_{\text{rerata}}} = \frac{40.210}{131.549} = 0.306$$

- Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{14 \times 549462.41}{(14-1)(14-2)11.155^3} = 0.758$$

- Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{14^2 \times 59928811}{(14-1)(14-2)(14-3)40.210^4} = 0.187$$

### Lampiran C.4.7 Perhitungan Distribusi Log Person III

No	Tahun	X	log X	(logx - log x <sub>bar</sub> )	(logx - log x <sub>bar</sub> ) <sup>2</sup>	(logx - log x <sub>bar</sub> ) <sup>3</sup>	(logx - log x <sub>bar</sub> ) <sup>4</sup>
1	2005	106	2.025	-0.076	0.0058	-0.000442	0.0000337
2	2006	107	2.029	-0.072	0.0052	-0.000375	0.000027
3	2007	135	2.13	0.029	0.0008	0.000024	0.0000007
4	2008	100	2	-0.101	0.0103	-0.001045	0.0001061
5	2009	100	2	-0.101	0.0103	-0.001045	0.0001061
6	2010	100.5	2.002	-0.099	0.0099	-0.00098	0.0000973
7	2011	105	2.021	-0.08	0.0064	-0.000518	0.0000416
8	2012	106.5	2.027	-0.074	0.0055	-0.000408	0.0000302
9	2013	85.5	1.932	-0.17	0.0287	-0.004872	0.0008259
10	2014	146	2.164	0.063	0.004	0.000248	0.0000156
11	2015	172.7	2.237	0.136	0.0184	0.002505	0.0003401
12	2016	193.8	2.287	0.186	0.0345	0.006421	0.0011934
13	2017	203.99	2.31	0.208	0.0433	0.009014	0.0018761
14	2018	179.7	2.255	0.153	0.0234	0.003586	0.0005488
Jumlah		1841.69	29.421	0	0.207	0.012	0.005
Rata – rata		131.549	2.101	0	0.015	0.001	0

Berikut ini adalah langkah-langkah menghitung sebaran distribusi Log Person III :

- Menghitung simpangan baku

$$S_{Log} = \frac{(\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{(n-1)^{0.5}} = 0.126$$

## LAMPIRAN C

- Koefisien variasi

$$C_v = \frac{S_{Log}}{\text{LogX rerata}} = \frac{0.126}{131.549} = 0.060$$

- Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{n \sum (\text{LogX} - \text{Log}\bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Slog^3} = \frac{14 \times 0.012}{(14-1)(14-2)0.126^3} = 0.536$$

- Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n \sum (\text{LogX} - \text{Log}\bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Slog^3} = \frac{14 \times 0.005}{(14-1)(14-2)(14-3)0.126^3} = 0.0001$$

Lampiran C.4.8 Perhitungan Uji Keselarasan Chi-Kuadrat

Perhitungan Uji Keselarasan Chi-Kuadrat dapat dilihat dibawah ini :

1. Penentuan jumlah sub kelompok G

$$G = 1 + 3.322 \text{ Log } n$$

$$G = 1 + 3.322 \text{ Log } 14 = 4.782222518 \sim 5$$

2. Penentuan derajat kebebasan (DK)

$$DK = G(P+1)$$

$$DK = 5(2+1) = 2$$

3. Hitung nilai teoritis

$$E_i = \frac{n}{G} = \frac{14}{5} = 2.8$$

4. Hitung nilai interval kelas

$$\Delta x = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{G - 1}$$

$$= \frac{203.99}{85.5} = 29.6225$$

No	Tahun	Urut Data Besar - Kecil
1	2005	203.99
2	2006	193.8
3	2007	179.7
4	2008	172.7
5	2009	146
6	2010	135
7	2011	107
8	2012	106.5
9	2013	106
10	2014	105
11	2015	100.5
12	2016	100
13	2017	100
14	2018	85.5

$$X_{\text{awal}} = X_{\text{min}} - 0.5\Delta x = 85.5 - 0.5(29.6225) = 70.5$$

$$X_{\text{akhir}} = X_{\text{max}} + 0.5\Delta x = 203.99 + 0.5(29.6225) = 218.99$$

## LAMPIRAN C

### 5. Perhitungan akhir

Kelas	Interval	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
1	70,5 - 100,1225	3	2,8	0,2	0,04	0,01
2	100,1125 - 129,745	5	2,8	2,2	4,84	1,73
3	129,745 - 159,3675	2	2,8	-0,8	0,64	0,23
4	159,3675 - 188,99	2	2,8	-0,8	0,64	0,23
5	188,99 - 218,99	2	2,8	-0,8	0,64	0,23
$\Sigma$						2,43

Dengan menggunakan tabel Chi-Kuadrat pada dapat diketahui bahwa nilai DK=2 dan alpha= 0,05, maka Cr tabel/Cr kritis = 5,991. Dapat disimpulkan bahwa Cr hitung = 2,43 < Cr kritis 5,991.

### Lampiran C.4.9 Perhitungan Metode HSS Nakayasu

Diketahui :

$$R_2 = 122,982 \text{ mm}$$

$$R_5 = 159,439 \text{ mm}$$

$$R_{10} = 185,409 \text{ mm}$$

$$L \text{ sungai} = 132,92 \text{ km}$$

$$\alpha = 2$$

$$A_{DAS} = 995,86 \text{ km}^2$$

Penyelesaian :

- Mencari nilai waktu konsentrasi (tg) untuk L > 15 km

$$tg = 0,4 + 0,058 \cdot L$$

$$= 0,4 + 0,057 (132,92) = 7,749 \text{ jam}$$

- Mencari nilai satuan waktu dari curah hujan (tr)

$$tr = 0,75 \times tg$$

$$= 0,75 \times 7,749 = 5,812 \text{ jam}$$

- Mencari waktu permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir (tp)

$$tp = tg + 0,8 \cdot tr$$

$$= 7,749 + 0,8 (5,812) = 12,399 \text{ jam}$$

- Mencari waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali puncak banjir (T<sub>0,3</sub>)

$$T_{0,3} = \alpha \times tg$$

## LAMPIRAN C

$$= 2 \times 7,749 = 15,498 \text{ jam}$$

- Mencari debit puncak hidrograf satuan sintetik ( $Q_p$ )

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left( \frac{A \times R_o}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$= \frac{1}{3,6} \left( \frac{995,86 \times 1}{0,3 (12,399) + 15,498} \right) = 14,394 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan kurva naik dan turun

- a. Pada kurva naik ( $0 < t < t_p = 12,399$ )

$$Q_t = Q_p \left[ \frac{t}{t_p} \right]^{2,4}$$

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)
0.000	0.000	8.000	5.029
1.000	0.034	9.000	6.672
2.000	0.181	10.000	8.591
3.000	0.478	11.000	10.799
4.000	0.953	12.000	13.307
5.000	1.628	13.000	16.126
6.000	2.521	12.399	14.394
7.000	3.650		

- b. Pada kurva turun ( $t_p = 12,399 < t < (t_p + T_{0,3}) = 27,898$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-t_p}{T_{0,3}}\right)}$$

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)
14.000	12.711	22.000	6.828
15.000	11.761	23.000	6.317
16.000	10.882	24.000	5.845
17.000	10.068	25.000	5.408
18.000	9.316	26.000	5.004
19.000	8.619	27.000	4.630
20.000	7.975	28.000	4.284
21.000	7.379	27.890	4.322

## LAMPIRAN C

c. Pada Kurva Turun ( $tp + t_{0,3} = 27.898 < t < tp + t_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3} = 51.146$  )

$$Qt = QP \times 0,3^{\wedge}((t-tp)+(0,5 \times T_{0,3})) / (1,5 \times T_{0,3})$$

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)
29.000	4.079	42.000	2.080
30.000	3.873	43.000	1.975
31.000	3.677	44.000	1.876
32.000	3.492	45.000	1.781
33.000	3.315	46.000	1.691
34.000	3.148	47.000	1.606
35.000	2.989	48.000	1.525
36.000	2.838	49.000	1.448
37.000	2.695	50.000	1.375
38.000	2.559	51.000	1.305
39.000	2.430	52.000	1.239
40.000	2.307	51.146	1.295
41.000	2.191		

d. Pada Kurva Turun ( $T t > tp + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3} = 70$ )

$$Qt = QP \times 0,3^{\wedge}((t-tp)+(1,5 \times T_{0,3})) / (25 \times T_{0,3})$$

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)
53.000	1.205	131.000	0.058	209.000	0.003
54.000	1.160	132.000	0.056	210.000	0.003
55.000	1.115	133.000	0.054	211.000	0.003
56.000	1.073	134.000	0.052	212.000	0.003
57.000	1.032	135.000	0.050	213.000	0.002
58.000	0.993	136.000	0.048	214.000	0.002
59.000	0.955	137.000	0.046	215.000	0.002
60.000	0.918	138.000	0.044	216.000	0.002
61.000	0.883	139.000	0.043	217.000	0.002
62.000	0.850	140.000	0.041	218.000	0.002
63.000	0.817	141.000	0.040	219.000	0.002
64.000	0.786	142.000	0.038	220.000	0.002
65.000	0.756	143.000	0.037	221.000	0.002
66.000	0.728	144.000	0.035	222.000	0.002
67.000	0.700	145.000	0.034	223.000	0.002
68.000	0.673	146.000	0.033	224.000	0.002
69.000	0.648	147.000	0.031	225.000	0.002
70.000	0.623	148.000	0.030	226.000	0.001
71.000	0.599	149.000	0.029	227.000	0.001

## LAMPIRAN C

<b>t (jam)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/dt)</b>	<b>t (jam)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/dt)</b>	<b>t (jam)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/dt)</b>
72.000	0.576	150.000	0.028	228.000	0.001
73.000	0.554	151.000	0.027	229.000	0.001
74.000	0.533	152.000	0.026	230.000	0.001
75.000	0.513	153.000	0.025	231.000	0.001
76.000	0.493	154.000	0.024	232.000	0.001
77.000	0.475	155.000	0.023	233.000	0.001
78.000	0.456	156.000	0.022	234.000	0.001
79.000	0.439	157.000	0.021	235.000	0.001
80.000	0.422	158.000	0.020	236.000	0.001
81.000	0.406	159.000	0.020	237.000	0.001
82.000	0.391	160.000	0.019	238.000	0.001
83.000	0.376	161.000	0.018	239.000	0.001
84.000	0.362	162.000	0.017	240.000	0.001
85.000	0.348	163.000	0.017	241.000	0.001
86.000	0.335	164.000	0.016	242.000	0.001
87.000	0.322	165.000	0.016	243.000	0.001
88.000	0.310	166.000	0.015	244.000	0.001
89.000	0.298	167.000	0.014	245.000	0.001
90.000	0.286	168.000	0.014	246.000	0.001
91.000	0.276	169.000	0.013	247.000	0.001
92.000	0.265	170.000	0.013	248.000	0.001
93.000	0.255	171.000	0.012	249.000	0.001
94.000	0.245	172.000	0.012	250.000	0.001
95.000	0.236	173.000	0.011	251.000	0.001
96.000	0.227	174.000	0.011	252.000	0.001
97.000	0.218	175.000	0.011	253.000	0.001
98.000	0.210	176.000	0.010	254.000	0.000
99.000	0.202	177.000	0.010	255.000	0.000
100.000	0.194	178.000	0.009	256.000	0.000
101.000	0.187	179.000	0.009	257.000	0.000
102.000	0.180	180.000	0.009	258.000	0.000
103.000	0.173	181.000	0.008	259.000	0.000
104.000	0.166	182.000	0.008	260.000	0.000
105.000	0.160	183.000	0.008	261.000	0.000
106.000	0.154	184.000	0.007	262.000	0.000
107.000	0.148	185.000	0.007	263.000	0.000
108.000	0.142	186.000	0.007	264.000	0.000

## LAMPIRAN C

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /dt)
109.000	0.137	187.000	0.007	265.000	0.000
110.000	0.132	188.000	0.006	266.000	0.000
111.000	0.127	189.000	0.006	267.000	0.000
112.000	0.122	190.000	0.006	268.000	0.000
113.000	0.117	191.000	0.006	269.000	0.000
114.000	0.113	192.000	0.005	270.000	0.000
115.000	0.108	193.000	0.005	271.000	0.000
116.000	0.104	194.000	0.005	272.000	0.000
117.000	0.100	195.000	0.005	273.000	0.000
118.000	0.097	196.000	0.005	274.000	0.000
119.000	0.093	197.000	0.004	275.000	0.000
120.000	0.089	198.000	0.004	276.000	0.000
121.000	0.086	199.000	0.004	277.000	0.000
122.000	0.083	200.000	0.004	278.000	0.000
123.000	0.079	201.000	0.004	279.000	0.000
124.000	0.076	202.000	0.004	280.000	0.000
125.000	0.074	203.000	0.004	281.000	0.000
126.000	0.071	204.000	0.003	282.000	0.000
127.000	0.068	205.000	0.003	283.000	0.000
128.000	0.065	206.000	0.003	284.000	0.000
129.000	0.063	207.000	0.003	285.000	0.000
130.000	0.061	208.000	0.003	286.000	0.000

## LAMPIRAN C

### Lampiran C.4.10 Desain Ekohidrolik

#### 1. Perhitungan Desain Ekohidrolik untuk 2 tahun

Diameter Vegetasi	Parameter Vegetasi	Koefisien Vegetasi
Dp (m)	B (m)	C (m)
	$\left[ \frac{ax}{dp} - 1 \right]^2 \cdot \frac{ay}{dp}$	$1,2 - 0,3 \left( \frac{B}{1000} \right) + 0,06 \left( \frac{B}{1000} \right)^{1,5}$
0	0	0
0.05	7220.000	0.198
0.10	810.000	1.001
0.15	214.074	1.142
0.2	80.000	1.177

Nilai Kekasaran	Luas tampang aliran	Keliling Basah	Jari-jari Hidraulis
Ks (m)	A (m)	P	R
$K_s = C_b + 1,5dp$	$bh + mh^2$	$P = b + 2h \sqrt{1+m^2}$	$R = A/P$
120	450.125	185.001	2.433
19.876	450.125	185.001	2.433
100.224	450.125	185.001	2.433
114.397	450.125	185.001	2.433
118.036	450.125	185.001	2.433

Koefisien hambatan	Kecepatan	Debit
$\lambda$ (m)	V (m/det)	Q (m <sup>3</sup> /det)
$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,03 \log(12,27 \frac{R}{K_s})$	$\left( \frac{1}{\lambda} 8 g R I \right)^{0,5}$	$Q = AxV$
0.665	2.306	675,3
7.774	1.014	456,630
0.877	3.020	1359.423
0.713	3.350	1507.891
0.681	2.428	1543.039

## LAMPIRAN C

### 2. Perhitungan Desain Ekohidrolik untuk 5 tahun

Diameter Vegetasi	Parameter Vegetasi	Koefisen Vegetasi
Dp (m)	B (m)	C (m)
	$\left[ \frac{ax}{dp} - 1 \right]^2 \cdot \frac{ay}{dp}$	$1,2 - 0,3 \left( \frac{B}{1000} \right) + 0,06 \left( \frac{B}{1000} \right)^{1,5}$
0	0	0
0.05	7220.000	0.198
0.10	810.000	1.001
0.15	214.074	1.142
0.2	80.000	1.177

Nilai Kekasaran	Luas tampang aliran	Keliling Basah	Jari-jari Hidraulis
Ks (m)	A (m)	P	R
$K_s = C_b + 1,5dp$	$bh + mh^2$	$P = b + 2h \sqrt{1+m^2}$	$R = A/P$
120	410.504	184.561	2.224
19.876	410.504	184.561	2.224
100.224	410.504	184.561	2.224
114.397	410.504	184.561	2.224
118.036	410.504	184.561	2.224

Koefisen hambatan	Kecepatan	Debit
$\lambda (m)$	V (m/det)	Q (m <sup>3</sup> /det)
$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,03 \log(12,27 \frac{R}{K_s})$	$\left( \frac{1}{\lambda} 8 g R I \right)^{0,5}$	$Q = AxV$
0.587	2.071	872.5
12.800	0.756	310.309
0.760	3.102	1273.205
0.626	3.417	1402.663
0.600	3.492	1433.310

## LAMPIRAN C

### 3. Perhitungan Desain Ekohidrolik untuk 10 tahun

Diameter Vegetasi	Parameter Vegetasi	Koefisen Vegetasi
Dp (m)	B (m)	C (m)
	$\left[ \frac{ax}{dp} - 1 \right]^2 \cdot \frac{ay}{dp}$	$1,2 - 0,3 \left( \frac{B}{1000} \right) + 0,06 \left( \frac{B}{1000} \right)^{1,5}$
0	0	0
0.05	7220.000	0.198
0.10	810.000	1.001
0.15	214.074	1.142
0.2	80.000	1.177

Nilai Kekasaran	Luas tampang aliran	Keliling Basah	Jari-jari Hidraulis
Ks (m)	A (m)	P	R
$Ks = Cb + 1,5dp$	$bh + mh^2$	$P = b + 2h \sqrt{1+m^2}$	$R = A/P$
120	394.296	184.381	2.138
19.876	394.296	184.381	2.138
100.224	394.296	184.381	2.138
114.397	394.296	184.381	2.138
118.036	394.296	184.381	2.138

Koefisen hambatan	Kecepatan	Debit
$\lambda$ (m)	V (m/det)	Q (m <sup>3</sup> /det)
$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,03 \log(12,27 \frac{R}{Ks})$	$\left( \frac{1}{\lambda} 8 g R I \right)^{0,5}$	$Q = AxV$
0.557	1.979	1013
16.679	0.649	256.022
0.716	3.133	1235.368
0.593	3.442	1357.294
0.569	3.516	1386.158

Hasil Perhitungan Ekohidrolik dengan lebar bantaran dan diameter vegetasi yang berbeda juga menghasilkan nilai debit yang berbeda. Untuk debit banjir 2 tahun sebelum penataan bantaran sungai sebesar 675,3 m<sup>3</sup>/d dan setelah dilakukan penataan bantaran sungai dengan desain bantarnya selebar 100 m dan

## **LAMPIRAN C**

vegetasi berdiameter 5 cm menghasilkan debit sebesar  $456,630 \text{ m}^3/\text{d}$ . Sehingga desain ekohidrolik sungai tersebut layak digunakan karena dapat meredam energi banjir yang sampai ke hilir dan memperkecil debit banjir yang terjadi.