

ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA TERHADAP LEBAR MELINTANG JEMBATAN

(Studi Kasus: Jembatan Lubok Sukon,
Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar)

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat-syarat
yang Diperlukan untuk Memperoleh
Ijazah Sarjana Teknik

Oleh

ALDI RIZKY
NIM: 1703120122



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH
2021

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

Tugas Akhir dengan judul “Analisis Debit Banjir Rencana Terhadap Lebar Melintang Jembatan (Studi Kasus: Jembatan Lubok Sukon, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar”, disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Aldi Rizky
NIM : 1703120122
Program Studi : Teknik Sipil

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh, telah lulus pada tanggal 13 Agustus 2021.

Banda Aceh, 13 Agustus 2021

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN. 1308068301



Ir. Tamalkhani, ST, M.Eng.Sc, IPM, ASEAN Eng
NIDN. 1327108201

Menyetujui/Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh



Dr. Ir. Hafidat A. Rani, ST, MM, IPU, ASEAN Eng, ACPE
NIDN. 0104037002

LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI

Analisis Debit Banjir Rencana Terhadap Lebar Melintang Jembatan
(Studi Kasus: Jembatan Lubok Sukon, Kecamatan Ingin Jaya,
Kabupaten Aceh Besar)

Disusun oleh

Nama Mahasiswa : Aldi Rizky
NIM : 1703120122
Program Studi : Teknik Sipil

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata-1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh.

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji untuk disahkan.

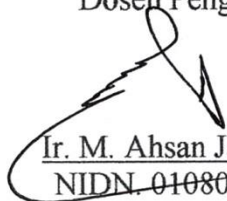
Banda Aceh, 13 Agustus 2021

Dosen Pembimbing



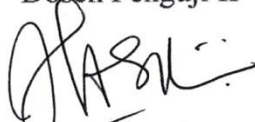
Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN. 1308068301

Dosen Penguji I



Ir. M. Ahsan Jass, ME
NIDN. 0108055301

Dosen Penguji II



Keumala Citra S.Z, ST, MT, IPM
NIDN. 0126108201



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Tamal Khan, ST, M.Eng.Sc, IPM, ASEAN Eng
NIDN. 1327108201

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : Aldi Rizky

Npm : 1703120122

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Di dalam tugas akhir saya tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari tugas akhir/skripsi, tesis, disertasi, buku, atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan.

2. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah saya tulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri.

3. Apabila ternyata terdapat tugas akhir saya bagian – bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan atau seluruhnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Bathoh, 13 Agustus 2021
Saya yang membuat pernyataan

Aldi Rizky
NIM: 1703120122

KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT, yang melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis tugas akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya.

Tugas akhir ini berjudul “Analisis Debit Banjir Rencana Terhadap Lebar Melintang Jembatan (Studi Kasus : Jembatan Lubok Sukon, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar)”, ditulis dalam rangka melengkapi dan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil pada Universitas Muhammadiyah Aceh.

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 tulus kepada Bapak Akmal, ST., M.Eng, IPM sebagai pembimbing.

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

1. Ibu Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh (Dr. Ir. Hafnidar A. Rani, ST., MM, IPU, ASEAN Eng, ACPE).
2. Bapak Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh (Ir. Tamalkhani, ST, M.Eng. Sc, IPM, ASEAN Eng).
3. Tenaga pengajar pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh.
4. Bapak dan Ibu Penguji Bapak Ir. M. Ahsan Jass, ME dan Ibu Keumala Citra Sarina Zein, ST, MT, IPM yang telah memberikan banyak masukan untuk perbaikan tulisan ini.
5. almarhum ayahanda dan Ibunda tercinta yang selalu berdoa dan memberikan dorongan untuk keberhasilan penulis.
6. Rekan-rekan mahasiswa pada Prodi Teknik Sipil yang telah banyak membantu penulis hingga selesainya penulisan.

Akhirnya kepada ALLAH SWT jugalah penulis berserah diri dan berharap semoga tulisan ini dapat berguna bagi pembaca, Amin.

Bathoh, 13 Agustus 2021
Penulis

Aldi Rizky
NPM: 1703120122

ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA TERHADAP LEBAR MELINTANG JEMBATAN

(Studi Kasus: Jembatan Lubok Sukon,
kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar)

Oleh :
Aldi Rizky
NIM : 1703120122

Pembimbing
Akmal, ST., M.Eng, IPM

ABSTRAK

Berdasarkan analisis hidrologis lebar jembatan melintang pada Sungai Krueng Aceh dipengaruhi oleh data debit periode ulang banjir tahunan. Penelitian ini dilaksanakan di Jembatan Lubok Sukon, kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar merupakan penghubung antara Gampong Lubok Sukon dengan Gampong Lambarih Bak Mee, Data eksisting saat ini dilokasi tersebut panjang jembatan Lubok Sukon ini 308 meter, banyaknya pilar pada jembatan ini adalah 9 buah dengan jarak pada setiap pilarnya 30 meter. Permasalahan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh debit banjir untuk periode ulang tahun terhadap jembatan Lubok Sukon, mengetahui bagaimana analisis hidrologis untuk lebar jembatan melintang Sungai Krueng Aceh berdasarkan debit periode ulang banjir menggunakan metode *Haspers*, mengetahui data debit banjir periode ulang yang akan menjadi Perbandingan dengan penampang normal yang dilokasi penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan debit banjir dan tinggi muka air banjir pada sungai Krueng Aceh di jembatan Lubok Sukon, mengetahui data debit banjir periode ulang yang akan menjadi Perbandingan dengan debit penampang normal yang dilokasi penelitian. Berdasarkan hasil perhitungan data debit banjir menggunakan metode *Haspers* periode ulang selama 25 tahun adalah 1563,13 m³/det, periode ulang 50 tahun 1741,00 m³/det dan untuk periode ulang banjir selama 100 tahun 1917,58 m³/det, dengan luas DAS Krueng Aceh (A) 1700 Km², panjang sungai (L) 17,04 Km, dan kemiringan sungai 0,000293 dengan menggunakan Metode *Haspers* didapatkan nilai dengan debit banjir tertinggi yaitu periode 100 tahun 1917,58 m³/det, dengan durasi waktu (t) = 11,095 jam. Untuk perhitungan debit berdasarkan penampang di jembatan Lubok Sukon dengan tinggi air maksimum yaitu pada pias ukuran 7 meter dari dasar sungai diperoleh 1451,10 m³/detik dan untuk hasil perhitungan debit banjir Metode *Haspers* yang mendekati tinggi air maksimum pada penampang terdapat diperiode ulang 15 tahun dengan debit 1415,39 m³/detik, untuk penampang yang ada dilokasi tergolong aman dari banjir.

Kata Kunci : Banjir, Dimensi Sungai, Metode *Haspers*.

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGESAHAN FAKULTAS	i
PENGESAHAN PROGRAM STUDI.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Sungai	4
2.2 Jembatan	5
2.3 Hujan Rencana.....	5
2.4 Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan Maksimum.....	6
2.4.1 Perhitungan parameter statistik	6
2.4.2 Distribusi normal	8
2.4.3 Distribusi log normal	8
2.4.4 Distribusi log pearson type III	9
2.4.5 Distribusi gumbel	9
2.4.6 Uji keselarasan chi-kuadrat	10
2.5 Analisis Debit Banjir Rencana (<i>design flood</i>)	11
2.5.1 Analisis debit banjir rencana metode <i>haspers</i>	12
2.6 Gerusan (<i>Scouring</i>).....	13
2.6.1 Gerusan umum (<i>general scour</i>).....	13
2.6.2 Gerusan lokal (<i>local scour</i>)	14
2.6.3 Gerusan total (<i>total scour</i>).....	14

2.7	Perhitungan Debit Aliran Sungai Pada Jembatan Lubok Sukon	15
2.7.1	Perhitungan luas penampang basah (A).....	15
2.7.2	Perhitungan keliling basah (P).....	16
2.7.3	Perhitungan jari-jari hidrolis (R).....	17
2.7.4	Perhitungan kecepatan aliran (V)	17
BAB III METODE PENELITIAN		19
3.1	Lokasi Penelitian	19
3.2	Metode Pengumpulan Data	19
3.2.1	Data skunder	19
3.2.2	Data primer	21
3.3	Metode Analisis Data	21
3.3.1	Pengolahan data.....	21
3.3.2	Langkah-langkah perhitungan	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Hasil Analisis Curah Hujan	25
4.1.1	Hasil perhitungan curah hujan bulanan maksimum.....	25
4.1.2	Pembahasan perhitungan curah hujan bulanan maksimum	26
4.2	Analisis Frekuensi	26
4.2.1	Hasil perhitungan distribusi normal	27
4.2.2	Pembahasan perhitungan distribusi normal.....	27
4.2.3	Hasil perhitungan distribusi log normal	28
4.2.4	Pembahasan perhitungan distribusi log normal.....	28
4.2.5	Hasil perhitungan distribusi gumbel.....	28
4.2.6	Pembahasan perhitungan distribusi gumbel	29
4.2.7	Hasil perhitungan distribusi log pearson III	29
4.2.8	Pembahasan perhitungan distribusi log pearson III.....	29
4.2.9	Hasil jenis – jenis distribusi.....	29
4.2.10	Pembahasan jenis – jenis distribusi	30

4.2.11	Hasil uji keselarasan chi-kuadrat.....	30
4.3	Debit Rata-Rata Banjir Tahunan Metode <i>Haspers</i>	31
4.3.1	Hasil perhitungan debit periode ulang banjir metode <i>haspers</i>	31
4.3.2	Hasil perhitungan debit banjir tahunan dalam periode ulang (T).....	31
4.3.3	Hasil rekapitulasi perhitungan metode <i>haspers</i>	32
4.3.4	Pembahasan rekapitulasi perhitungan metode <i>haspers</i> ...	33
4.4	Perhitungan Debit Sungai Pada Penampang Jembatan Lubok Sukon	33
4.4.1	Hasil perhitungan penampang melintang sungai pada jembatan.....	33
4.4.2	Pembahasan perhitungan luas penampang melintang sungai pada jembatan	34
4.5	Penentuan Debit air Pada Keliling basah penampang Sungai ...	34
4.5.1	Hasil perhitungan debit air pada keliling basah penampang sungai.....	34
4.5.2	Pembahasan perhitungan debit air pada keliling basah penampang sungai	35
4.5.3	Hasil perencanaan penampang basah melintang sungai di jembatan Lubok Sukon.....	35
4.5.4	Pembahasan perencanaan penampang pada sungai	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41
DAFTAR KEPUSTAKAAN		43
LAMPIRAN A		
Gambar A.1 Bagan Alir Penelitian		44

Gambar A.2 Peta Provinsi Aceh	45
Gambar A.3 Peta Kabupaten Aceh Besar	46
Gambar A.4 Peta Lokasi Penelitian	47
Gambar A.5 Peta Lokasi Lebih Dekat	48
Gambar A.6 Dokumentasi jembatan lubok sukun	49
Gambar A.7 Dokumentasi pengukuran langsung jarak pilar ke pilar	49
Gambar A.8 Dokumentasi pengukuran langsung panjang jembatan	50
Gambar A.9 Dokumentasi kondisi sungai setelah hujan lebat	50
Gambar A.10 Dokumentasi mewawancarai masyarakat yang tinggal dekat dengan lokasi penelitian	51
Gambar A.11 Dokumentasi pilar pada sungai yang sudah miring sedikit akibat banjir	51
Gambar A.10 Peta daerah aliran sungai aceh	52
Gambar A.11 Peta topografi daerah aliran sungai aceh	53

LAMPIRAN B

Tabel B.1 Nilai variable reduksi Gauss	54
Tabel B.2 Nilai K untuk distribusi log-pearson type III	54
Tabel B.3 <i>Reduced Mean</i> (Y_n)	55
Tabel B.4 <i>Reduced Standard Deviation</i> (S_n)	56
Tabel B.5 <i>Reduced variate</i> (Y_{tr})	56
Tabel B.6 Nilai kritis untuk distribusi chi-kuadrat	56
Tabel B.7 Jenis Sebaran	57
Tabel B.8 Koefisien Manning	58
Tabel B.9 Data curah hujan	59

LAMPIRAN C

1. Menghitung Analisis Frekuensi	69
2. Menghitung Debit Banjir Periode Ulang Metode <i>Haspers</i>	83
3. Menghitung Debit Aliran Sungai Pada Jembatan Lubok Sukon	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Sungai	16
Gambar 2.2 keliling basah pada penampang sungai	17
Gambar 4.1 Grafik hasil perhitungan curah hujan bulanan maksimum.....	26
Gambar 4.2 Grafik hasil perhitungan debit banjir metode <i>haspers</i>	32
Gambar 4.3 Penampang melintang sungai untuk ketinggian air tujuh meter	36
Gambar 4.4 Penampang melintang sungai untuk ketinggian air enam meter.....	37
Gambar 4.5 Penampang melintang sungai untuk ketinggian air lima meter	38
Gambar 4.6 Penampang melintang sungai untuk ketinggian air empat meter ...	38
Gambar 4.7 Penampang melintang sungai untuk ketinggian air tiga meter	39

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil perhitungan curah hujan bulanan maksimum.....	25
Tabel 4.2 Hasil perhitungan standar deviasi dan perhitungan periode ulang curah hujan rencana distribusi.....	27
Tabel 4.3 Hasil perhitungan jenis distribusi.....	30
Tabel 4.4 Hasil perhitungan debit periode ulang metode <i>Haspers</i>	31
Tabel 4.5 Hasil rekapitulasi perhitungan metode <i>Haspers</i>	32
Tabel 4.6 Hasil rekapitulasi perhitungan nilai besarnya curah hujan (r) dan nilai besarnya intensitas hujan (I).....	33
Tabel 4.7 Hasil perhitungan luas penampang sungai (A)	34
Tabel 4.8 Hasil perhitungan debit air pada keliling basah penampang sungai	35
Tabel C.1 Curah hujan bulanan maksimum.....	69
Tabel C.2 Perhitungan standar deviasi distribusi normal.....	69
Tabel C.3 Perhitungan curah hujan periode ulang distribusi normal.....	71
Tabel C.4 Perhitungan standar deviasi distribusi log normal	72
Tabel C.5 Perhitungan curah hujan periode ulang distribusi log normal.....	74
Tabel C.6 Perhitungan standar deviasi distribusi log pearson III	74
Tabel C.7 Interpolasi nilai Cs yang digunakan untuk kebutuhan nilai K untuk distribusi log pearson III	75
Tabel C.8 Perhitungan curah hujan periode ulang distribusi log Pearson III ...	79
Tabel C.9 Perhitungan standar deviasi distribusi gumbel	79
Tabel C.10 Perhitungan curah hujan periode ulang distribusi gumbel	82
Tabel C.11 Jenis sebaran untuk didapatkan satu distribusi yang akan digunakan	82
Tabel C.12 Perhitungan chi-kuadrat X^2_{hitung}	83
Tabel C.13 Perhitungan debit banjir rencana metode <i>haspers</i>	87
Tabel C.14 Perhitungan debit aliran sungai pada jembatan Lubok Sukon	94

BAB I

PENDAHULUAN

Sungai adalah air tawar dari sumber alamiah yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan menuju atau bermuara ke laut, danau atau sungai yang lebih besar. Sungai memegang peranan yang sangat penting bagi perkembangan peradaban manusia di seluruh dunia. Manfaat sungai antara lain sebagai sumber air, sarana transportasi, pembangkit tenaga listrik, air untuk kebutuhan irigasi, penyediaan air minum, kebutuhan industri, pariwisata, pengembangan perikanan, dan juga sebagai saluran pembuangan untuk menampung air selokan dan air buangan dari areal pertanian, dan lain-lain.

Banjir luapan sungai bersifat musiman atau tahunan dan bisa berlangsung selama sehari-hari atau berminggu-minggu tanpa berhenti. Penyebabnya adalah hutan gundul, kelongsoran daerah-daerah yang biasanya mampu menahan kelebihan air, ataupun perubahan musim, atau terkadang akibat kedua hal itu sekaligus.

Sungai Krueng Aceh merupakan salah satu sungai di Kabupaten Aceh Besar dan memiliki banyak anak sungai sebagai penyumbang debit aliran air baik untuk kebutuhan distribusi masyarakat di bantaran sungai maupun untuk pihak-pihak terkait. Berdasarkan analisis hidrologis lebar jembatan melintang pada Sungai Krueng Aceh dipengaruhi oleh data debit periode ulang banjir tahunan, karena terjadinya kecepatan aliran sungai dari tinggi ke rendah, mengakibatkan bentuk sungai yang tidak teratur dan sering terjadi pembentukan alur sungai yang baru jika banjir datang yang mengakibatkan jembatan akan cepat rusak jika dinding sungai terkikis air banjir dan membahayakan konstruksi jembatan tersebut. Jembatan Lubok Sukon merupakan penghubung antara Gampong Lubok Sukon dengan Gampong Lambarih Bak Mee, panjang jembatan Lubok Sukon ini 308 meter, banyaknya pilar pada jembatan ini sekitar 9 buah dan jarak pada setiap pilarnya 30 meter. Peran jembatan ini sangat penting bagi masyarakat yang ingin ke Gampong Lubok Sukon. Pada jembatan ini telah terjadi sedikit kemiringan pada pilar jembatan yang diakibatkan oleh banjir maka apabila dibiarkan akan

terjadi kehancuran pada jembatan dan jembatan tidak dapat dipergunakan lagi oleh masyarakat.

Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh debit banjir untuk periode ulang tahun terhadap jembatan Lubok Sukon, mengetahui bagaimana analisis hidrologis untuk lebar jembatan melintang Sungai Krueng Aceh berdasarkan debit periode ulang banjir menggunakan metode *Haspers*, mengetahui data debit banjir periode ulang yang akan menjadi perbandingan dengan penampang normal yang dilokasi penelitian

Tujuan penelitian yaitu untuk mendapatkan debit banjir dan tinggi muka air banjir pada sungai Krueng Aceh di jembatan Lubok Sukon, mengetahui data debit banjir periode ulang yang akan menjadi perbandingan dengan debit penampang normal yang dilokasi penelitian.

Manfaat penelitian ini dari data debit banjir periode ulang yang diperoleh akan dijadikan perhitungan beberapa aspek perencanaan jembatan. Sesuai dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai informasi untuk perencanaan bentang jembatan, pilar serta bentuk abutmen yang dapat mencegah terjadinya *scouring* dan hasil penelitian dapat memberi informasi penting bagi instansi terkait hal berkaitan dengan pelaksanaan pembangunan jembatan.

Batasan dalam lingkup penelitian analisis lebar jembatan melintang sungai berdasarkan debit periode ulang banjir ini adalah sebagai berikut, pengumpulan data primer berupa dokumentasi lokasi penelitian dan wawancara masyarakat, data sekunder berupa gambar dan laporan teknis, melakukan studi pustaka yang berasal dari *textbook* dan jurnal, melakukan analisis debit banjir untuk periode ulang dengan data curah hujan.

Berdasarkan hasil perhitungan data debit banjir menggunakan metode *Haspers* periode ulang selama 5 tahun $1133,58 \text{ m}^3/\text{det}$, periode ulang selama 10 tahun $1323,56 \text{ m}^3/\text{det}$, periode ulang selama 15 tahun $1415,39 \text{ m}^3/\text{det}$, periode ulang selama 20 tahun $1507,43 \text{ m}^3/\text{det}$, periode ulang selama 25 tahun adalah $1563,13 \text{ m}^3/\text{det}$, periode ulang 50 tahun $1741,00 \text{ m}^3/\text{det}$ dan untuk periode ulang banjir selama 100 tahun $1917,58 \text{ m}^3/\text{det}$, dengan luas DAS Krueng Aceh (A) 1700 Km^2 , panjang sungai (L) $17,04 \text{ Km}$, dan kemiringan sungai $0,000293$ dengan

menggunakan Metode Haspers didapatkan nilai dengan debit banjir tertinggi yaitu periode 100 tahun $1917,58 \text{ m}^3/\text{det}$, dengan durasi waktu $(t) = 11,095 \text{ jam}$. Perhitungan debit berdasarkan penampang normal di jembatan Lubok Sukun dari muka air normal dengan kenaikan setiap 1 meter dari muka air normal dan terjadi perubahan debit, dan untuk tinggi minimum 3 meter dari dasar sungai diperoleh debit $158,53 \text{ m}^3/\text{detik}$, kemudian naik ketinggian maksimum air 7 meter diperoleh debit $1451,10 \text{ m}^3/\text{detik}$ posisi ini adalah ketinggian maksimum air pada penampang, maka hasil perhitungan debit maksimum penampang normal di jembatan Lubok Sukun yang mendekati pada metode Haspers berada di periode ulang 15 tahun dengan debit banjir $1415,39 \text{ m}^3/\text{detik}$, untuk penampang yang ada di lokasi tergolong aman dari banjir.

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini akan dikemukakan beberapa landasan teori dan rumus – rumus yang berkaitan dengan penelitian. Teori dan rumus – rumus yang dikemukakan diperlukan untuk mendukung kegiatan penelitian dan menjadi dasar rumusan untuk mencapai hasil penelitian yang diinginkan.

2.1 Sungai

Menurut Syarifuddin, dkk. (2000) sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadam. Sungai juga bisa diartikan sebagai bagian permukaan bumi yang letaknya lebih rendah dari tanah disekitarnya dan tempat menjadi tempat mengalirnya air tawar menuju ke laut, danau, rawa atau ke sungai yang lain.

Sungai berfungsi untuk pembangkit tenaga listrik (PLTA), kegiatan pertanian dan perkebunan, sebagai prasarana lalu lintas air, dan juga sebagai kebutuhan rumah tangga seperti untuk mandi dan mencuci pakaian. Pada penelitian ini penulis meninjau berdasarkan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terletak di Lubuk Sukon. Berdasarkan SNI 2415:2016 DAS merupakan suatu wilayah daratan yang 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 di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

2.2 Jembatan

Supriyadi dan Muntohar (2007) berpendapat, jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan melintang sungai/saluran air, lembah atau melintang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi : Aspek lalu lintas, Aspek teknis, Aspek estetika.

Jembatan berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, aliran sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang yang tidak sebanding dan lain-lain. Pentingnya jembatan dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara yaitu dapat meningkatkan pertahanan dan keamanan suatu negara, ketika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan dan dapat mengganggu stabilitas daerah maupun nasional.

Dalam perencanaan jembatan harus diperhitungkan beberapa aspek seperti letak jembatan, aspek hidrolik dengan menghitung debit banjir periode ulang sungai serta bentuk abutmen yang akan memberikan pola aliran di sekitarnya. Struktur jembatan umumnya terdiri dari dua bangunan penting, yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Salah satu struktur utama bangunan bawah jembatan adalah abutmen jembatan yang selalu berhubungan langsung dengan aliran sungai.

2.3 Hujan Rencana

Menurut Julfachri (2012), untuk menghitung besar debit banjir di sungai data hujan yang diperlukan berupa hujan dalam satu hari atau 24 jam (R24 dalam mm). dalam menghitung debit rencana tidak langsung yang diperlukan adalah curah hujan maksimum (Rmaks) dari data hujan masa lampau yang cukup panjang.

2.4 Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan Maksimum

Menurut Suripin (2004), tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim (hujan lebat, banjir, dan kekeringan) yang berkaitan dengan frekuensi terjadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan, dalam ilmu statistic dikenal beberapa macam distribusi yang umum digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Normal Pearson Type III
4. Distribusi Gumbel

2.4.1 Perhitungan parameter statistik

Adapun parameter statistic yang digunakan untuk menentukan jenis distribusi data adalah sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$\bar{X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

X_i = curah hujan di stasiun hujan ke I (mm)

n = jumlah data

2. Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

X_i = curah hujan di stasiun hujan ke I (mm)

n = jumlah data

3. Koefisien *Skewness* (C_s)

Koefisien kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksamaan dari suatu bentuk distribusi.

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (S)^3} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

C_s = Koefisien *Skewness*

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

X_i = curah hujan di stasiun hujan ke I (mm)

n = jumlah data

4. Koefisien *Kurtosis* (C_k)

Koefisien *Kurtosis* digunakan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot (S)^4} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

C_k = Koefisien *Kurtosis*

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

X_i = curah hujan di stasiun hujan ke I (mm)

n = jumlah data

5. Koefisien Variasi (C_v)

Koefisien variasi menunjukan perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rerata hitung suatu distribusi.

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

C_v = koefisien variasi

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

2.4.2 Distribusi normal

Suripin (2004) berpendapat, distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertical yang memiliki nilai koefisien kemencengan (*skewness*) $C_s \approx 0$; dan nilai koefisien kurtosis $C_k \approx 3$. Terkadang distribusi normal disebut juga dengan distribusi Gauss. Jika data yang digunakan berupa sampel, maka perhitungan hujan rencana dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

- X_T = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun (mm)
- $\bar{X}$ = Curah hujan rata-rata dari data (mm)
- S = Deviasi standar nilai variat
- K_T = Faktor frekuensi, (nilai variable reduksi Gauss)

Untuk lebih jelasnya Tabel *nilai variable reduksi Gauss* pada Distribusi Normal dapat dilihat pada Lampiran B. Tabel B.1 halaman 54

2.4.3 Distribusi log normal

Suripin (2004) berpendapat, Distribusi log normal digunakan apabila nilai dari variable random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal. sifat distribusi log normal yaitu nilai kemencengan (*skewnes*) $C_s = C_v^3 + 3C_v$ dan nilai kurtosis) $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$. Rumus yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \cdot S \log X) \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

- $\text{Log } X_T$ = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun (mm)
- $\text{Log } \bar{X}$ = Curah hujan rata – rata dari $\log X_i$
- $S \log X$ = Standar deviasi dari $\log X$.

K_T = Faktor frekuensi, (nilai variable reduksi Gauss)

Untuk lebih jelasnya Tabel *nilai variable reduksi Gauss* pada Distribusi Normal dapat dilihat pada Lampiran B. Tabel B.1 halaman 54

2.4.4 Distribusi log pearson type III

Suripin (2004) berpendapat, Distribusi Log Pearson III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan transformasi variat menjadi nilai log. Distribusi ini banyak digunakan dalam hidrologi terutama dalam analisis data maksimum. Distribusi log pearson III digunakan apabila parameter statistik C_s dan C_k mempunyai nilai selain dari parameter statistik untuk distribusi yang lain (normal, log normal, dan Gumbel). dengan persamaan metode Log Pearson Type III adalah:

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K \times S \text{ Log } x \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

$\text{Log } X_T$ = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun (mm)

$\overline{\text{Log } X}$ = Curah hujan rata – rata dari data (mm)

$S \text{ Log } X$ = Standar deviasi

K = Variable standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan C_s .

Untuk lebih jelasnya Tabel harga K untuk distribusi Log Pearson III, dan harga C_s untuk distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada Lampiran B, Tabel B.2 halaman 54

2.4.5 Distribusi gumbel

Suripin (2004) berpendapat, Distribusi gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti untuk analisis frekuensi banjir. Distribusi umbel mempunyai sifat bahwa, koefisien skewness $C_s = 1,1396$ dan koefisien kurtosis

$C_k = 5,4002$. persamaan distribusi Gumbel menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K \times s \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

- X_T = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun (mm)
- $\bar{X}$ = Curah hujan rata – rata dari data (mm)
- s = Standar deviasi
- K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (*return period*) dan tipe frekuensi

Untuk menghitung faktor frekuensi Gumbel mengambil harga :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

- Y_{Tr} = *reduced variate* sebagai fungsi dari probabilitas
- Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n
- S_n = *reduced standard deviation* yang tergantung pada jumlah sampel/data n

Untuk lebih jelasnya Tabel *Reduced mean* (Y_n), *Reduced Standard Deviation* (S_n), dan *Reduced Variate* (Y_{Tr}), dapat dilihat pada Lampiran B. Tabel B.3, B.4, B.5 pada halaman 55 dan 56

2.4.6 Uji keselarasan chi-kuadrat

Suripin (2004) berpendapat, untuk menentukan pola distribusi data curah hujan rata-rata yang paling sesuai dari beberapa metode distribusi statistik yang telah dilakukan maka dilakukan uji keselarasan. Uji keselarasan chi-kuadrat menggunakan rumus:

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

- x_h^2 = Harga chi-kuadrat terhitung
- O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i
- E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i
- G = Jumlah sub kelompok

Untuk menentukan nilai $x_{h\text{ kritis}}^2$ dapat diperoleh berdasarkan nilai derajat kebebasan (dk) dan derajat kepercayaan (α) . Untuk nilai derajat kepercayaan pada Uji Chi-Kuadrat biasa digunakan nilai 5% dan dalam perhitungan derajat kebebasan (dk) dapat digunakan rumus berikut :

$$dk = G - R - 1 \dots \dots \dots (2.12)$$

$$G = 1 + 3,3 \log n \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

- dk = Derajat kebebasan.
- R = Jumlah kelas distribusi, untuk pengujian uji Chi-Kuadrat adalah 2
- G = Jumlah kelas distribusi.
- n = Banyak data.

Untuk lebih jelasnya Tabel nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat dapat dilihat pada Lampiran B, Tabel B.6 pada halaman 56

2.5 Analisis Debit Banjir Rencana (*design flood*)

Menurut Nasution (2004), debit banjir rencana atau *design flood* adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang yang sudah ditentukan. Debit banjir rancangan dihitung berdasarkan hubungan antara hujan

dan aliran, metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana adalah metode Haspers.

2.5.1 Analisis debit banjir rencana metode *Haspers*

Menurut Kamiana (2012), untuk menghitung debit maksimum dengan metode *Haspers* didasarkan pada rumus berikut ini:

$$Q_{maks} = a \times \beta \times I \times A \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

- Q_{maks} = Debit maksimum (m^3/dt)
- α = Koefisien Pengaliran
- β = Koefisien reduksi
- A = Luas daerah pengaliran (km^2)
- I = Besarnya intensitas hujan ($m^3/dt/Km^2$)

Koefisien pengaliran (α) ditentukan dengan rumus :

$$\alpha = \frac{1+0,012xA^{0,7}}{1+0,075xA^{0,7}} \dots\dots\dots (2.15)$$

Koefisien reduksi (β) ditentukan dengan rumus :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{1+(3,7 \cdot 10^{-0,4 \cdot t})}{(t^2 + 15)} \times \frac{A^{0,75}}{12} \dots\dots\dots (2.16)$$

Waktu kosentrasi (t_c) ditentukan dengan rumus :

$$t_c = 0,1 \times L^{0,8} \times S^{-0,3} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

- L = Panjang sungai utama (Km)
- S = Kemiringan dasar sungai rata-rata.

Besarnya curah hujan (r dalam satuan mm) untuk lamanya hujan tertentu ($t = t_c$ dalam rumus satuan jam) dan hujan harian maksimum (R_{24} dalam satuan mm) yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Untuk $t < 2$ jam

$$r = \frac{t \times R_{24}}{t \times 1 - 0,0008 \times (260 - R_{24}) \times (2 - t)^2} \dots\dots\dots (2.18)$$

2. Untuk $2 \text{ jam} < t < 19 \text{ jam}$

$$r = \frac{t \times R_{24}}{t + 1} \dots\dots\dots (2.19)$$

3. Untuk $19 \text{ jam} < t < 30 \text{ hari}$

$$r = 0,707 \times R_{24} \times (t + 1)^{1/2} \dots\dots\dots (2.20)$$

Besarnya intensitas hujan (I dalam satuan $m^3/dt/Km^2$) ditentukan berdasarkan hubungan antara r (mm) dan t (jam) dengan rumus:

$$I = \frac{r}{3,6 \times t} \dots\dots\dots (2.21)$$

2.6 Gerusan (*Scouring*)

Hanwar (1999) berpendapat, gerusan sebagai pembesaran dari suatu aliran yang disertai pemindahan material melalui aksi gerakan fluida. Gerusan lokal (*lokal scouring*) terjadi pada suatu kecepatan aliran dimana sedimen ditransport lebih besar dari sedimen yang disuplai. Transport sedimen bertambah dengan meningkatnya tegangan geser sedimen, gerusan terjadi ketika perubahan kondisi aliran menyebabkan peningkatan tegangan geser dasar. Beberapa jenis *scouring* Adalah:

2.6.1 Gerusan umum (*general scour*)

Gerusan umum ini merupakan suatu proses alami yang terjadi pada sungai sehingga akan menimbulkan degradasi dasar. Gerusan Umum disebabkan oleh

energi dari aliran air. Gerusan ini terjadi akibat penyempitan di alur sungai (*contraction scour*)

2.6.2 Gerusan lokal (*local scour*)

Gerusan lokal ini pada umumnya diakibatkan oleh adanya bangunan air, misal tiang atau pilar jembatan. Gerusan local disebabkan oleh sistem pusaran air (*vortex system*) karena adanya gangguan pola aliran akibat rintangan.

Ada dua macam gerusan lokal yaitu:

1. *Clear Water Scour*

Pergerakan sedimen hanya terjadi pada sekitar pilar. Ada dua macam:

- Gerusan lokal tidak terjadi dan proses transfortasi sedimen tidak terjadi.
- Gerusan lokal terjadi menerus dan proses transfortasi sedimen tidak terjadi.

2. *Live Bed Scour*

Terjadi karena adanya perpindahan sedimen. Yaitu jika:

Gerusan terlokalisir terjadi karena penyempitan penampang sungai oleh adanya penempatan bangunan hidraulika.

2.6.3 Gerusan total (*total scour*)

Merupakan kombinasi antara gerusan lokal (*local scour*) dan gerusan umum (*general scour*). Bisa juga kombinasi antara gerusan lokal, gerusan umum dan gerusan terlokalisir (*localized scour/contraction scour*).

Berdasarkan pengamatan tentang analisa ini, maka tipe scouring yang terjadi pada struktur bawah jembatan dapat dibedakan menjadi:

1. Gerusan yang terjadi pada pilar yang terletak pada saluran lurus adalah gerusan local.

2. Gerusan yang terjadi pada pilar yang terletak pada bagian tikungan saluran adalah gerusan local ditambah dengan gerusan umum akibat tikungan saluran.
3. Gerusan yang terjadi pada abutmen jembatan adalah gerusan total, yaitu kombinasi antara gerusan local, gerusan umum dan gerusan penyempitan

2.7 Perhitungan Debit Aliran Sungai Pada Jembatan Lubok Sukon

Bambang Triatmodjo (2006) berpendapat, Debit sungai adalah volume air mengalir melalui suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Biasanya debit dinyatakan dalam satuan $m^3/detik$ atau liter/detik. Pada dasarnya untuk mengetahui debit suatu aliran sungai kita harus mengetahui terlebih dahulu kecepatan aliran sungai dan luas penampang sungai. Dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = A \cdot V \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

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

A = Luas Penampang (m^2)

V = Kecepatan Aliran (m/d)

2.7.1 Perhitungan luas penampang basah (A)

Bambang Triatmodjo (2006) berpendapat, luas penampang basah dihitung dengan interpolasi garis lurus antara elevasi pada kedua tebing saluran/sungai. Luas dihitung dengan cara menjumlahkan hasil perkalian antara kedalaman aliran rata-rata dengan lebar di antara setiap dua titik pengukuran yang berdekatan dalam suatu penampang melintang, dengan rumus sebagai berikut :

untuk Pias 1

$$A_1 = \left(\frac{b_1 + b_2}{2} \right) h_1 \dots \dots \dots (2.23)$$

untuk Pias 2

$$A_2 = \left(\frac{b_3+b_4}{2}\right) h_2 \dots\dots\dots(2.24)$$

Untuk total pias

$$A_{Total} = A_1 + A_2 \dots\dots\dots(2.25)$$

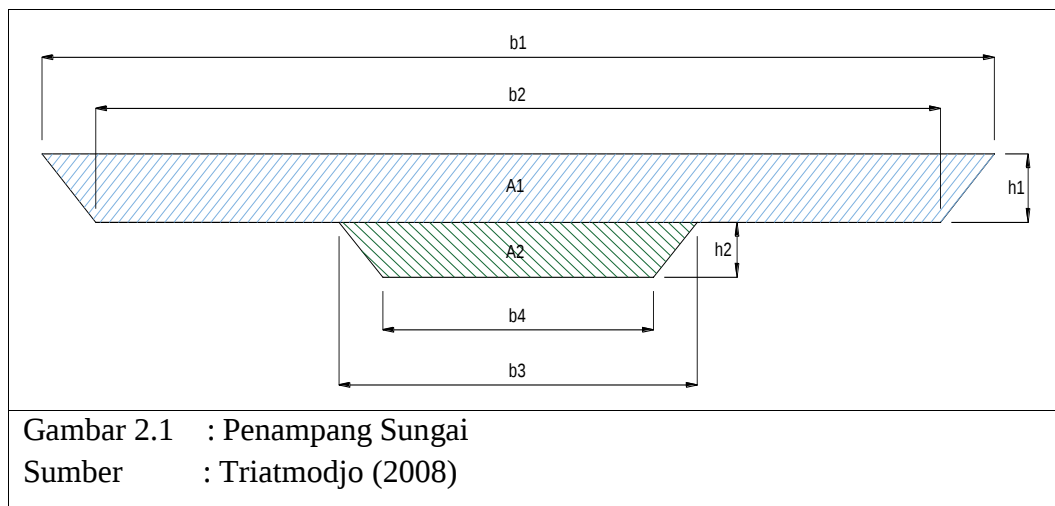
Dimana :

A = Luas penampang basah (m²)

b1, b3, = Lebar atas basah (m)

b2, b4 = Lebar bawah saluran (m)

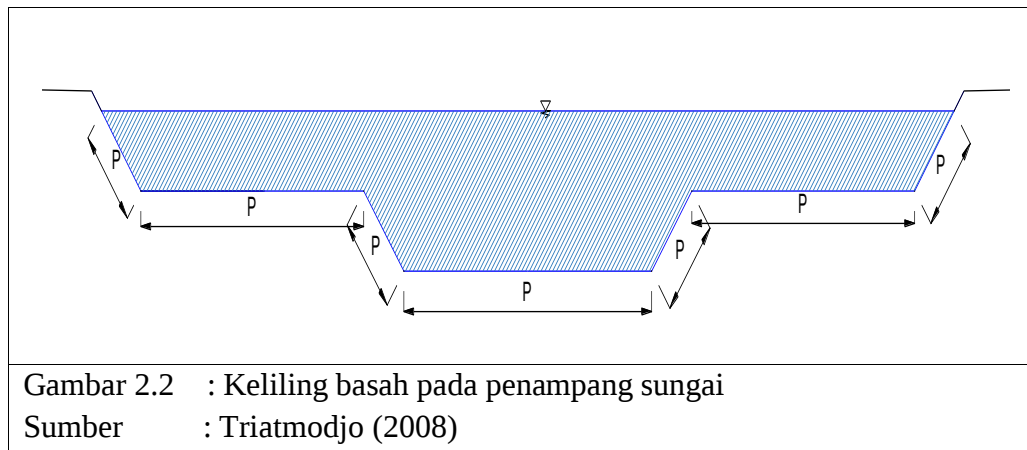
h1, h2 = Kedalaman air (m)



2.7.2 Perhitungan keliling basah (P)

Bambang Triatmodjo (2006) berpendapat, Keliling basah dari penampang sungai/saluran yaitu panjang dasar tebing sungai/saluran yang terkena aliran air pada penampang melintang sungai dari suatu kejadian banjir, dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \text{Jumlah keseluruhan penampang yang terkena air} \dots\dots\dots(2.26)$$



2.7.3 Perhitungan jari-jari hidrolis (R)

Bambang Triatmodjo (2006) berpendapat, Luas penampang melintang atau sub penampang melintang yang dibagi dengan keliling basah, dengan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana :

R = Jari-jari hidrolis (m)

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)

2.7.4 Perhitungan kecepatan aliran (V)

Bambang Triatmodjo (2006) berpendapat, Kecepatan Aliran merupakan komponen aliran yang sangat penting. Hal ini disebabkan karena pengukuran debit secara langsung tidak dapat dilakukan. Kecepatan diukur dalam dimensi satuan panjang suatu waktu, umumnya dinyatakan dalam satuan meter/detik (m/detik), dengan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/detik)

R = Jari-jari hidrolik (m)

S = Kemiringan sungai

n = Koefisien Manning dapat dilihat pada lampiran B. tabel B.8 halaman 58

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini penulis menjelaskan secara lengkap dan sistematis mengenai rancangan penelitian, sumber data, proses pengumpulan data, alat serta analisa rencana dan pembahasan untuk menghasilkan kesimpulan dan saran.

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah Jembatan Lubuk Sukon, Jembatan Lubuk Sukon terbentang pada Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh, Jembatan Lubuk Sukon ini merupakan penghubung antara Gampong Lambarih Bak Mee dan Desa Lubuk Sukon, Peran jembatan tersebut sangat dibutuhkan oleh masyarakat sekitar sebagai jalur penghubung antar desa. Krueng Aceh merupakan salah satu sungai di Kabupaten Aceh Besar dan memiliki banyak anak sungai sebagai penyumbang debit aliran air, baik untuk kebutuhan masyarakat maupun pihak yang terkait. DAS Krueng Aceh mengalir dari daerah Kabupaten Aceh Besar hingga ke Kota Banda Aceh. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran A.3 dan A4, halaman 47-48

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini didapatkan dari Instansi-instansi terkait dan data yang diambil langsung dari tempat yang terkait.

3.2.1 Data sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung dalam perhitungan penelitian yang akan dilakukan. Pada penelitian ini data sekunder diperoleh dari Badan Wilayah Sungai Sumatera I.

1. Data curah hujan

Data hidrologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan yang tercatat mewakili DAS Krueng Aceh yang ditinjau berasal dari Badan Wilayah Sungai Sumatera I Kota Banda Aceh (BWSS) dengan jumlah data curah hujan 10 tahun, tercatat dari tahun 2010 sampai tahun 2019 meliputi data curah hujan bulanan. Untuk lebih lengkapnya data curah hujan bulanan selama 10 tahun dapat dilihat pada lampiran B. tabel B.8 halaman 40-49. data ini diperlukan untuk mendapatkan suatu curah hujan rencana dengan debit banjir rencana di suatu kawasan tersebut dengan periode ulang tertentu.

2. Peta topografi

Peta topografi adalah jenis peta yang ditandai dengan skala besar dan detail, dalam pemetaan modern sebuah peta topografi biasanya terdiri dari dua atau lebih peta yang bergabung untuk membentuk keseluruhan bentuk. Peta topografi berfungsi untuk mengetahui ketinggian suatu tempat dan untuk memperkirakan tingkat kecuraman atau kemiringan lereng. Peta topografi diperoleh dari Badan Wilayah Sungai Sumatera I (BWSS). Untuk lebih lengkapnya data curah hujan bulanan selama 10 tahun dapat dilihat pada lampiran A.7 halaman 32

3. Peta DAS Krueng Aceh

DAS adalah suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air yang berasal dari air hujan yang jatuh, terkumpul dalam kawasan tersebut. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai. Peta DAS merupakan peta yang memberi informasi mengenai letak dan kondisi DAS tersebut. Pada penelitian ini peta DAS juga digunakan untuk mengetahui kondisi sungai DAS Krueng Aceh. Peta DAS diperoleh dari Badan Wilayah Sungai Sumatera I. Untuk lebih lengkapnya data curah hujan bulanan selama 10 tahun dapat dilihat pada lampiran A.7 halaman 34.

3.2.2 Data primer

Data Primer adalah data yang diambil langsung dari lokasi penelitian, data ini berfungsi sebagai data pendukung dalam proses penelitian ini perhitungan dalam perencanaan debit banjir terhadap lebar melintang jembatan.

1. Foto lokasi penelitian

Foto yang didapatkan langsung dari lokasi adalah suatu gambaran kondisi tinjauan dilapangan, foto yang diambil pada bagian jembatan, abutmen jembatan, pilar jembatan, dan sungai yang berfungsi untuk mendukung proses penelitian, foto sungai dan jembatan yang ada dilokasi sebagai dokumentasi. Untuk lebih lengkapnya foto lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran A.6 halaman 31.

2. Mewawancarai masyarakat

Mewawancarai masyarakat yang tinggal dekat dengan sungai Krueng Aceh dan hasil dari wawancara sebagai informasi dan juga sebagai dokumentasi.

3.3 Metode Analisis Data

Analisis data merupakan proses pengolahan data yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan seperti analisis data-data yang dipergunakan untuk menghitung debit periode ulang banjir dengan menggunakan Metode *Haspers*.

3.3.1 Pengolahan data

Dalam tahap ini yang dilakukan adalah mengolah data yang sudah didapat untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisis dan perhitungan. Perhitungan yang dilakukan berkaitan dengan debit periode ulang banjir rencana dengan menggunakan Metode *Haspers*. Data ini diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* yang dihitung secara manual. Setelah mendapatkan hasil dari metode tersebut kemudian dapatlah diketahui hasil dari debit tersebut, sehingga bisa

digunakan untuk perbandingan lebar jembatan melintang sungai pada jembatan Lubok Sukon.

3.3.2 Langkah-langkah perhitungan

Sebelum melakukan perhitungan maka terlebih dahulu dilakukan adalah melengkapi dan memeriksa data-data yang sudah dikumpulkan, setelah semua data telah terkumpul maka dilakukan perhitungan. Adapun tahap perhitungan yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Menghitung curah hujan harian rata-rata, menghitung curah hujan harian rata-rata maka perlu melakukan analisis frekuensi dengan beberapa distribusi sebagai berikut:
 - 1) Melakukan perhitungan analisis frekuensi distribusi normal dengan persamaan 2.6 halaman 8.
 - 2) Melakukan perhitungan analisis frekuensi distribusi log normal dengan persamaan 2.7 halaman 8.
 - 3) Melakukan perhitungan analisis frekuensi distribusi log pearson type III dengan persamaan 2.8 halaman 9.
 - 4) Melakukan perhitungan analisis frekuensi distribusi gumbel dengan persamaan 2.9 pada halaman 10.
 - 5) Setelah melakukan keempat distribusi tersebut maka akan dilakukan pencocokan pada tabel jenis sebaran untuk mendapatkan satu distribusi yang akan digunakan pada perhitungan yang akan dipakai. Untuk tabel jenis sebaran dengan lampiran B. tabel B.7 halaman 57.
 - 6) Kemudian dilakukan lagi pengujian kecocokan, uji kecocokan menggunakan metode uji Chi-Kuadrat dilakukan dengan tahap-tahapan sebagai berikut:
 - a. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya
 - b. Menghitung jumlah kelas.

- c. Menghitung derajat kebebasan (dk) dengan persamaan 2.12 pada halaman 12, sedangkan nilai pada $x_{h\text{ kritis}}^2$ terdapat pada lampiran B. pada tabel B.6 halaman 38.
 - d. Menghitung sub kelompok (G) dengan persamaan 2.13 pada halaman 11.
 - e. Menghitung interval kelas.
 - f. Perhitungan nilai $x_{h\text{ hitung}}^2$ dengan persamaan 2.11 pada halaman 11.
 - g. Melakukan perbandingan nilai $x_{h\text{ hitung}}^2$ terhadap $x_{h\text{ kritis}}^2$, dan jika $x_{h\text{ hitung}}^2 < x_{h\text{ kritis}}^2$ maka distribusi dapat di terima.
- 7) Melakukan perhitungan debit banjir rancangan periode ulang 5, 10, 15, 20, 25, 50 dan 100 tahun menggunakan metode Haspers:
- a. Menghitung nilai koefisien pengaliran (α) dengan persamaan 2.15 halaman 12.
 - b. Menghitung nilai waktu kosentrasi (t_c) dengan persamaan 2.17 halaman 12.
 - c. Menghitung nilai koefisien reduksi (β) dengan persamaan 2.16 halaman 12.
 - d. Menghitung nilai curah hujan harian maksimum (r) dengan persamaan 2.18, 2.19, 2.20 halaman 13.
 - e. Menghitung nilai intensitas hujan (I) dengan persamaan 2.21 halaman 13.
 - f. Menghitung nilai debit banjir rencana (Q_{maks}) periode ulang T tahun dengan persamaan 2.14 halaman 12.
- 8) Melakukan perhitungan debit aliran sungai dilokasi penelitian dengan metode ketinggian air maksimum hingga normal sebagai berikut :
- a. Menghitung nilai penampang sungai (A) dengan persamaan 2.23, 2.24, 2.25 halaman 15 dan 16.
 - b. Menghitung keliling basah (P) dengan persamaan 2.26 halaman 16

- c. Menghitung jari jari hidrolis (R) dengan persamaan 2.27 halaman 17
- d. Menghitung keepatan aliran (V) dengan persamaan 2.28 halaman 17
- e. Menghitung debit aliran (Q) dengan persamaan 2.22 halaman 15

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini disajikan hasil perhitungan dan pembahasan yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan. Pembahasan dilakukan berdasarkan teori dan rumus-rumus yang telah dikemukakan sebelumnya.

4.1 Hasil Analisis Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan bulanan maksimum tiap tahun dari stasiun penakar hujan.

4.1.1 Hasil perhitungan curah hujan bulanan maksimum

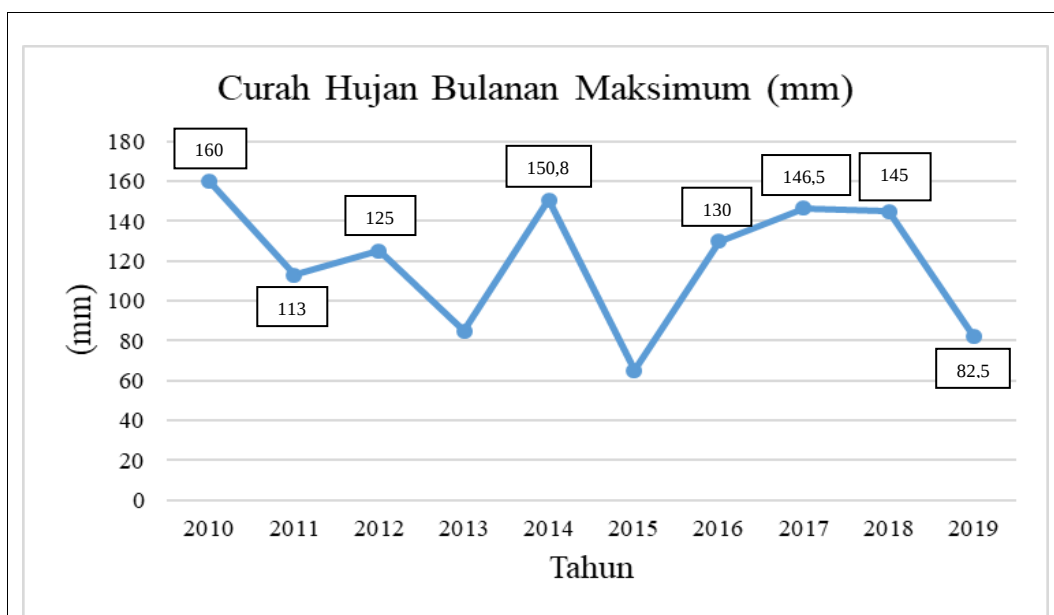
Curah hujan bulanan maksimum selama 10 tahunan yaitu dari 2010-2019. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Bulanan Maksimum

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
1	2010	160
2	2011	113
3	2012	125
4	2013	85
5	2014	150.8
6	2015	65
7	2016	130
8	2017	146.5
9	2018	145
10	2019	82.5

4.1.2 Pembahasan perhitungan curah hujan bulanan maksimum

Perhitungan curah hujan bulanan maksimum di lakukan secara manual yaitu dengan cara mengambil curah hujan maksimum bulanan selama 10 tahunan yaitu dari 2010 – 2019. Tujuan menghitung curah hujan maksimum ini yaitu untuk mendapatkan debit air hujan maksimum yang nantinya digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan. Dari Tabel 4.1 dapat kita lihat curah hujan bulanan maksimum yang paling tinggi terjadi pada tahun 2010 hingga mencapai 160 mm/dt. Tinggi curah hujan bulanan maksimum dapat dilihat pada Gambar 4.1 grafik tingi rendahnya curah hujan bulanan dalam jangka 10 tahunan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C Tabel C.1. Halaman 52.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Perhitungan Curah Hujan Bulanan Maksimum

4.2 Analisis Frekuensi

Untuk meramal curah hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi data hujan. Berikut adalah hasil dari beberapa metode analisis frekuensi yaitu:

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan Rencana Distribusi

No	Nama	Distribusi Normal	Distribusi Log Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Pearson Type III
1	Hasil Perhitungan Standar Deviasi				
	S	32,839	-	32,839	-
	S log	-	0,133	-	0,133
	Cv	-	0,064	-	-
	C _s	-0,557	-0,870	-0,557	-
	C _k	2,924	3,484	2,924	-
	Sn	-	-	0,9496	-
	Yn	-	-	0,4952	-
	Cs log	-	-	-	-0,870
2	Hasil Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan Rencana Distribusi				
	Periode Ulang	Xt (mm)	Log Xt (mm)	Xt (mm)	Xt (mm)
	5	147,86	2,175	155,04	150,28
	10	162,31	2,233	181,00	164,65
	15	168,22	2,257	193,59	169,18
	20	174,14	2,281	206,17	173,86
	25	176,43	2,291	213,79	178,66
	50	187,60	2,336	238,12	186,87
	100	196,79	2,373	262,27	193,64

4.2.1 Hasil 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. Hasil perhitungan standar deviasi distribusi normal dan perhitungan periode ulang curah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

4.2.2 Pembahasan perhitungan distribusi normal

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.2 yang telah dilakukan didapat hasil perhitungan standar deviasi $C_s = -0,557$ dan nilai $C_k = 2,924$ dan hasil perhitungan periode ulang curah hujan rencana selama 5 = 147,86 dan 10 =

162,31 dan 15 = 168,22 dan 20 = 174,14 dan 25 = 176,43 dan 50 = 187,60 dan 100 = 196,79. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada perhitungan lampiran C.2 dan C.3. Halaman 65 – 67.

4.2.3 Hasil 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 kemencengan $CS = 0,00$. Hasil perhitungan standar deviasi distribusi log normal dan perhitungan periode ulang curah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

4.2.4 Pembahasan perhitungan distribusi log normal

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapat hasil $C_s = -0,870$ dan nilai $C_k = 3,484$. Jika Distribusi Log Normal memenuhi syarat maka Distribusi ini yang akan digunakan dalam perhitungan intensitas curah hujan dan hasil perhitungan periode ulang curah hujan rencana selama 5 = 2,175 dan 10 = 2,233 dan 15 = 2,257 dan 20 = 2,281 dan 25 = 2,291 dan 50 = 2,336 dan 100 = 2,373. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada perhitungan lampiran C.4 dan C.5 Halaman 68 – 70.

4.2.5 Hasil perhitungan distribusi gumbel

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Distribusi Gumbel mempunyai koefisien kemencengan (*Coefisien of skwennes*) atau $CS < 1,1396$ dan koefisien kurtosis (*Coeficient Curtosis*) atau $C_k < 5,4002$ yang sudah sudah ditentukan pada nilai sebaran. Hasil perhitungan standar deviasi distribusi gumbel dan perhitungan periode ulang curah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

4.2.6 Pembahasan perhitungan distribusi gumbel

Dari Tabel 4.2 dapat dilihat nilai perhitungan standar deviasi Metode Gumbel dengan nilai $S_x = 32,839$ $C_s = -0,557$ dan $C_k = 2,924$ dan untuk debit hujan dalam periode ulang (T). Pada Tabel ini dapat dilihat debit hujan yang paling tinggi terjadi pada periode ulang 100 tahunan yaitu mencapai 262,27 mm/jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C Tabel C.9 dan C.10. Halaman 75 – 78.

4.2.7 Hasil perhitungan distribusi log pearson III

Distribusi Log Pearson Tipe III atau Distribusi Extrim 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 skwennes*) atau $CS \neq 0$. Pada Tabel 4.8 merupakan perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapat hasil $C_s = -0,870$. Setelah melakukan perhitungan ini kemudian menghitung curah hujan rencana distribusi log person III. Hasil perhitungan standar deviasi distribusi log pearson III dan perhitungan periode ulang curah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

4.2.8 Pembahasan perhitungan distribusi log pearson III

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat besarnya debit hujan dalam periode ulang (T). Pada Tabel tersebut juga menjelaskan debit hujan yang paling tinggi terjadi pada periode ulang 100 tahunan yaitu mencapai 193,64 mm/jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C Tabel C.6, C.7 dan C.8 Halaman 70 – 75.

4.2.9 Hasil jenis – jenis distribusi

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

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Jenis Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Normal	$C_s \approx 0$	$C_s \approx -0.557$	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 3$	$C_k \approx 2.924$	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	$C_s = C_v^2 + 3C_v = 0.196$	$CS = -0.870$	Tidak Memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3.066$	$CK = 3.484$	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	$C_s \leq 1.1396$	$CS = -0.557$	Memenuhi
		$C_k \leq 5.4002$	$CK = 2.924$	Memenuhi
4	Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s \neq -0.870$	Tidak Memenuhi

4.2.10 Pembahasan perhitungan jenis – jenis distribusi

Dari hasil perhitungan diatas yang memenuhi syarat adalah Distribusi Gumbel dengan syarat $C_s \leq 1,1396$ hasil $C_s = -0,557$ dan syarat $C_k \leq 5,4002$ hasil $C_k = 2,924$.

4.2.11 Hasil uji keselarasan chi-kuadrat

Untuk menentukan pola distribusi data curah hujan rata-rata yang paling sesuai dari beberapa metode distribusi statistic yang telah dilakukan maka dilakukan uji keselarasan. Dari perhitungan sebaran yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan $X^2_{hitung} = 3 < X^2_{tabel} = 5,991$ maka distribusi yang dilakukan memenuhi syarat dan dapat digunakan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada hasil perhitungan lampiran C.12 halaman 79

Untuk menentukan curah hujan yang akan dipakai dalam perencanaan ini, maka perhitungan curah hujan rencana periode T tahun pada tiga metode tersebut harus dianalisis dengan syarat-syarat jenis sebaran pada tabel 4.3 halaman 24

Dari hasil perhitungan uji keselarasan Chi-Kuadrat perhitungan di atas memenuhi syarat adalah sebaran Gumbel dengan syarat $C_s < 1,1396$ dan $C_k < 5,4002$ dan hasil yang didapat $C_s = -0,557$ dan $C_k = 2,924$.

4.3 Debit Rata-Rata Banjir Tahunan Metode *Haspers*

Perhitungan Metode *Haspers* dilakukan untuk menghitung debit rata-rata banjir tahunan dengan periode ulang pada Krueng Aceh, periode ulang yang dihitung adalah periode ulang 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, maka dihitung intensitas hujan untuk mendapatkan nilai debit banjir rencana dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai debit rata-rata banjir tahunan dengan Metode *Haspers* sebagai berikut.

4.3.1 Hasil perhitungan debit periode ulang banjir metode *Haspers*

Hasil Perhitungan debit periode ulang banjir yang menggunakan Metode *Haspers* pada DAS Krueng Aceh dapat dilihat pada Tabel 4.4

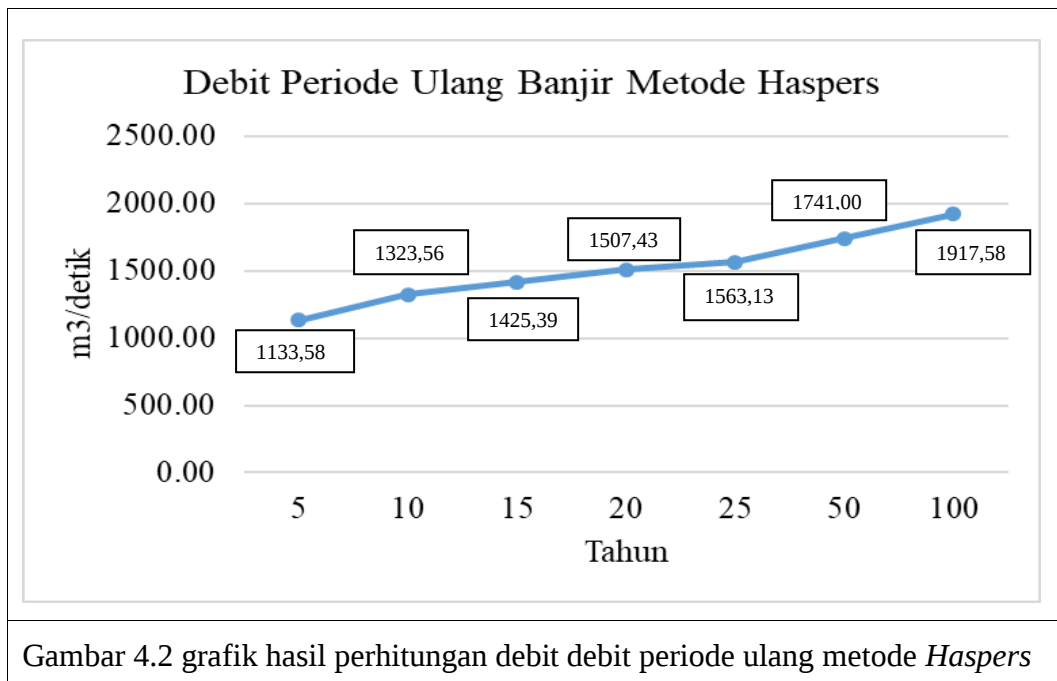
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Debit Periode Ulang Metode *Haspers* ($Q_{\max}$).

No	Periode	Debit Periode Ulang Banjir
1	5	1133,58 m ³ /detik
2	10	1323,56 m ³ /detik
3	15	1415,39 m ³ /detik
4	20	1507,43 m ³ /detik
5	25	1563,13 m ³ /detik
6	50	1741,00 m ³ /detik
7	100	1917,58 m ³ /detik

4.3.2 Hasil perhitungan debit banjir tahunan dalam periode ulang (T)

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.5 dijelaskan bahwa hasil perhitungan periode ulang banjir 5 tahun sampai 100 tahun dengan debit terendah terjadi pada

periode ulang 5 tahun yaitu sebesar 1133,58 m³/detik dan debit tertinggi terjadi pada periode ulang 100 tahun yaitu sebesar 1917,58 m³/detik. Tinggi debit periode ulang banjir di Kreung Aceh dapat dilihat pada Gambar 4.2 grafik debit periode ulang banjir dengan Metode Haspers.



4.3.3 Hasil rekapitulasi perhitungan metode *Haspers*

Hasil rekapitulasi perhitungan debit periode ulang banjir menggunakan Metode Haspers pada DAS Krueng Aceh dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.6

Tabel: 4.5 Hasil rekapitulasi perhitungan metode *Haspers*.

No	Uraian	Volume	Satuan	Keterangan
1	(A)	1700	Km ²	Luas DAS Krueng Aceh
2	(S)	0,000293		Kemiringan Dasar Sungai
3	(L)	17,04	Km	Panjang Sungai
4	(tc)	11,095	Jam	Lamanya Hujan
5	(β)	0,86		Menentukan Koefisien Reduksi
6	(α)	0,217		Menentukan Koefisien Pengaliran

Tabel: 4.6 Hasil rekapitulasi perhitungan nilai besarnya curah hujan (R) dan nilai besarnya intensitas hujan (I)

Periode Ulang (Tahun)	Besarnya Curah Hujan (r)	Besarnya Intensitas Hujan (I)
	(mm)	(m ³ /detik/km ²)
5	142.222	3.56
10	166.033	4.16
15	177.580	4.45
20	189.127	4.74
25	196.115	4.91
50	218.432	5.47
100	240.587	6.02

4.3.4 Pembahasan rekapitulasi perhitungan metode *Haspers*

Dari hasil perhitungan Metode *Haspers* di peroleh pada Tabel 4.6 dan 4.7 yang dipakai untuk menghitung debit banjir. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran C halaman 80 – 84.

4.4 Perhitungan Debit Sungai Pada Penampang di Jembatan Lubok Sukon

Perhitungan debit sungai pada jembatan Lubok Sukon ini diperlukan data Panjang sungai (L), , Kemiringan Sungai (S), panjang jembatan dan Koefisien Manning.

4.4.1 Hasil perhitungan penampang melintang sungai pada jembatan

Hasil perhitungan luas limpasan banjir periode ulang pada DAS Krueng di jembatan Lubok Sukon dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil perhitungan luas penampang sungai (A)

No.	Luas Pias	$A_1 \text{ (m}^2\text{)}$	$A_2 \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{\text{total}} \text{ (m}^2\text{)}$
1.	Pias 1 (7 meter)	903,12	196,2	1099,32
2.	Pias 2 (6 meter)	600,1	196,2	769,3
3.	Pias 3 (5 meter)	299,05	196,2	495,25
4.	Pias 4 (4 meter)	-	196,2	196,2
5.	Pias 5 (3 meter)	-	144,12	144,12

4.4.2 Pembahasan perhitungan luas penampang melintang sungai pada jembatan

Dari hasil perhitungan luas penampang sungai pada Das Krueng Aceh di peroleh pada tabel 4.7, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C halaman 84 – 90.

4.5 Penentuan Debit Air Pada Keliling Basah Penampang Sungai

Hasil perhitungan luas penampang sungai pada DAS Krueng Aceh digunakan untuk menentukan debit banjir pada keliling basah penampang sungai, maka didapatkan hasil debit air pada keliling basah penampang sungai sebagai berikut.

4.5.1 Hasil perhitungan debit air pada keliling basah penampang sungai

Perhitungan ini dilakukan untuk membandingkan hasil dari Metode Haspers dengan hasil perhitungan langsung dilokasi penelitian, dengan menggunakan ketinggian air dari 7 meter hingga 3 meter dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil perhitungan debit air pada keliling basah penampang sungai

tinggi air dari bawah (meter)	Keliling Basah (P)	Jari -jari Hidrolis (R)	Kecepatan Aliran (V)	Debit Aliran (Q)
	(m)		(m/detik)	(m ³ /detik)
7	309,8	3,54	1,32	1451,10
6	306,98	2,50	1,05	807,76
5	304,16	1,62	0,78	386,29
4	56,38	3,47	1,30	255,06
3	53,54	2,69	1,10	158,53

Hasil perhitungan pada tabel 4.8 dapat dilihat bahwa setiap air yang naik mengalami peningkatan debit pada sungai, hal ini oleh setiap kenaikan 1 meter pada air sungai, maka diketahui nilai debit tertinggi pada ketinggian maksimum dengan nilai debit yaitu 1451,10 (m³/detik), dan untuk tinggi sungai normal dengan nilai debit yaitu 158,53 (m³/detik).

4.5.2 Pembahasan perhitungan debit air pada keliling basah penampang sungai

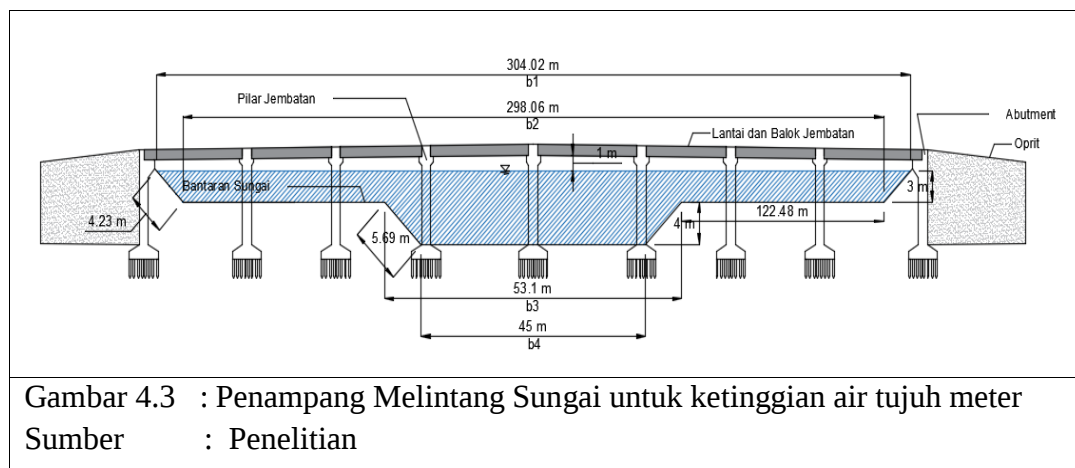
Dari hasil perhitungan air pada keliling basah penampang sungai pada DAS Krueng Aceh dapat dilihat pada tabel 4.8. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C. halaman 84 – 90

4.5.3 Hasil perencanaan penampang basah melintang sungai di jembatan Lubok Sukon

Untuk mengetahui debit dan tinggi air pada suatu penampang maka dilakukan perencanaan penampang basah terhadap lebar melintang jembatan di sungai.

1. Gambar Perencanaan Penampang Basah Melintang Sungai Berdasarkan Ukuran Pias 1 (7 meter).

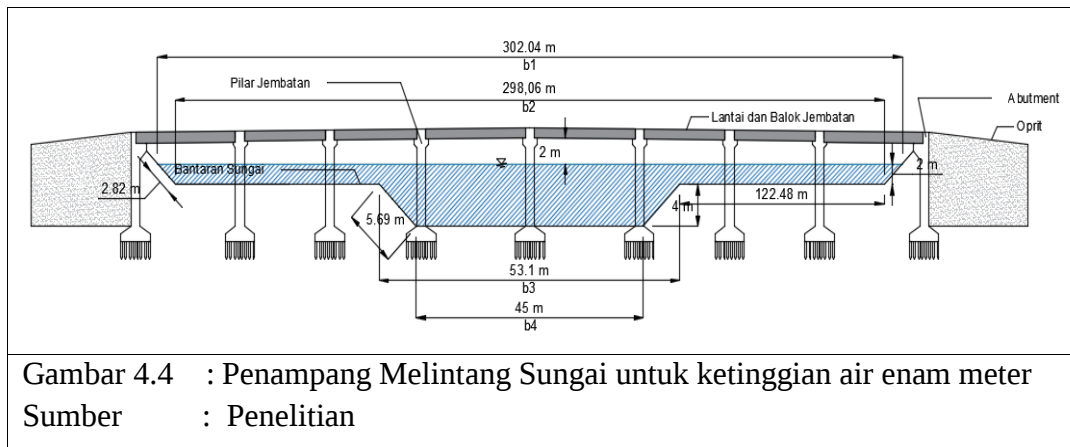
Dari hasil perhitungan luas penampang melintang pada jembatan di Sungai Krueng Aceh didapatkan hasil penentuan penampang basah melintang sungai untuk Luas Penampang (A) = 1099,32 m², dan total Keliling Basah (P) = 309,8 m, dan Jari – jari Hidrolik (R) = 3,54 m, dan Kecepatan Aliran (V) = 1,32 m/detik menggunakan koefisien Manning dengan nilai 0.030 (saluran alam dengan daratan banjir berumput pendek – tinggi), dan mendapatkan hasil debit air (Q) = 1451,10 m³/detik dengan lebar muka air 304,02 meter, lebar dasar sungai 45 meter, kemiringan pada dinding penampang 45 derajat pada penampang di Jembatan Lubok Sukon pada ketinggian air maksimum 7 meter dari dasar sungai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C halaman 84 -85.



2. Gambar Perencanaan Penampang Basah Melintang Sungai Berdasarkan Ukuran Pias 2 (6 meter).

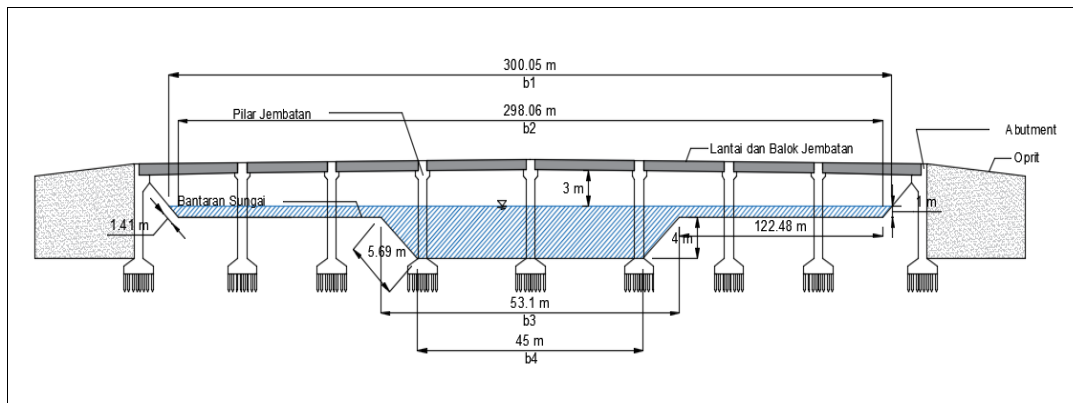
Dari hasil perhitungan luas penampang melintang sungai pada jembatan di Sungai Krueng Aceh didapatkan hasil penentuan penampang basah melintang sungai untuk Luas Penampang (A) = 769,3 m², dan total Keliling Basah (P) = 306,98 m, dan Jari – jari Hidrolik (R) = 2,50 m, dan Kecepatan Aliran (V) = 1,05 m/detik menggunakan koefisien Manning dengan nilai 0.030 (saluran alam dengan daratan banjir berumput pendek – tinggi), dan mendapatkan hasil debit air

(Q) = 807,76 m³/detik dengan lebar 302,04 meter, lebar dasar sungai 45 meter, kemiringan pada dinding penampang sungai 45 derajat, pada penampang di Jembatan Lubok Sukon dengan ketinggian air 6 meter dari dasar sungai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C halaman 85 -86.



3. Gambar Perencanaan Penampang Basah Melintang Sungai Berdasarkan Ukuran Pias 3 (5 meter).

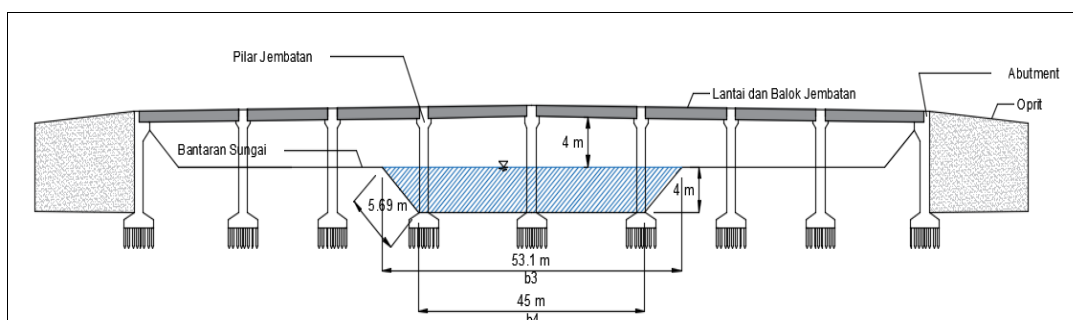
Dari hasil perhitungan luas penampang melintang sungai pada jembatan di Sungai Krueng Aceh didapatkan hasil penentuan penampang basah melintang sungai untuk Luas Penampang (A) = 496,25 m², dan total Keliling Basah (P) = 304,16 m, dan Jari – jari Hidrolik (R) = 1,62 m, dan Kecepatan Aliran (V) = 0,78 m/detik menggunakan koefisien Manning dengan nilai 0.030 (saluran alam dengan daratan banjir berumput pendek – tinggi), dan mendapatkan hasil debit air (Q) = 386,29 m³/detik dengan lebar 300,05 meter, lebar dasar sungai 45 meter, kemiringan pada dinding penampang 45 derajat, pada penampang di Jembatan Lubok Sukon dengan ketinggian air 5 meter dari dasar sungai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C halaman 87 -88.



Gambar 4.5 : Penampang Melintang Sungai untuk ketinggian air lima meter
Sumber : Penelitian

4. Gambar Perencanaan Penampang Basah Melintang Sungai Berdasarkan Ukuran Pias 4 (4 meter).

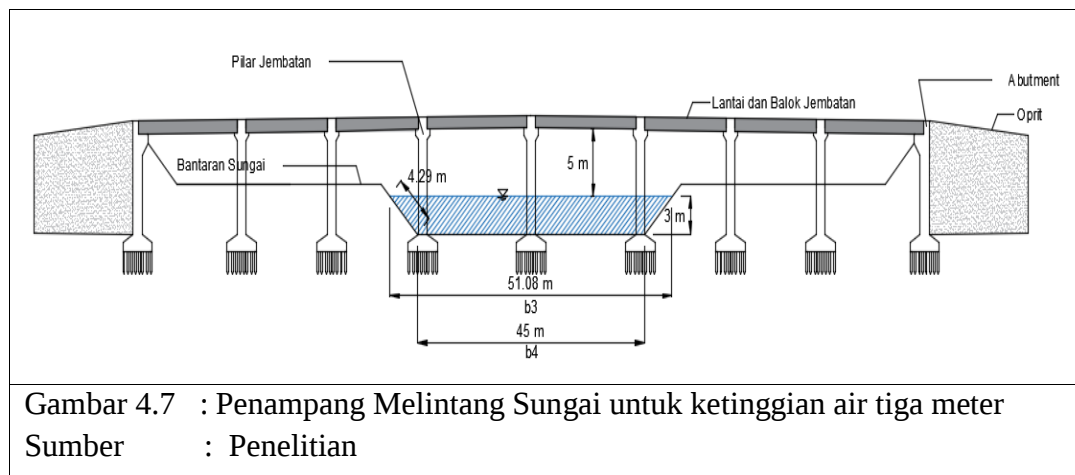
Dari hasil perhitungan luas penampang melintang sungai pada jembatan di Sungai Krueng Aceh didapatkan hasil penentuan penampang basah melintang sungai untuk Luas Penampang (A) = 196,2 m², dan total Keliling Basah (P) = 56,38 m, dan Jari – jari Hidrolik (R) = 3,47 m, dan Kecepatan Aliran (V) = 1,30 m/detik menggunakan koefisien Manning dengan nilai 0.030 (saluran alam dengan daratan banjir berumput pendek – tinggi), dan mendapatkan hasil debit air (Q) = 255,06 m³/detik dengan lebar 53,1 meter, lebar dasar dasar sungai 45 meter, kemiringan pada dinding penampang 45 derajat, pada penampang di Jembatan Lubok Sukon dengan ketinggian air 4 meter dari dasar sungai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C halaman 88 -89.



Gambar 4.6 : Penampang Melintang Sungai untuk ketinggian air empat meter
Sumber : Penelitian

5. Gambar Perencanaan Penampang Basah Melintang Sungai Berdasarkan Ukuran Pias 5 (3 meter).

Dari hasil perhitungan luas penampang melintang sungai pada jembatan di Sungai Krueng Aceh didapatkan hasil penentuan penampang basah melintang sungai untuk Luas Penampang (A) = 144,12 m², dan total Keliling Basah (P) = 53,54 m, dan Jari – jari Hidrolik (R) = 2,69 m, dan Kecepatan Aliran (V) = 1,10 m/detik menggunakan koefisien Manning dengan nilai 0.030 (saluran alam dengan daratan banjir berumput pendek – tinggi), dan mendapatkan hasil debit air (Q) = 158,53 m³/detik dengan lebar muka air 31,07 meter dan lebar dasar dasar sungai 45 meter, mempunyai kemiringan penampang 45 derajat, kemiringan pada dinding penampang sungai 45 derajat, pada penampang di Jembatan Lubok Sukon dengan ketinggian air normal 3 meter dari dasar sungai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C halaman 89 - 90.



4.5.4 Pembahasan perencanaan penampang pada sungai

Berdasarkan tabel 4.8 dengan luas daerah aliran sungai Krueng Aceh, Kabupaten Aceh Besar (A) yaitu 1700 Km², Panjang sungai (L) yaitu 17,04 Km, Kemiringan Sungai 0,000293, lebar penampang 308 meter, tinggi penampang dari dasar sungai 7 meter, kemiringan dinding penampang 45 derajat, lebar bantaran pada sungai 122,48 meter, menggunakan koefisien Manning dengan nilai 0.030 (saluran alam dengan daratan banjir berumput pendek – tinggi), Perhitungan debit

berdasarkan penampang normal di jembatan Lubok Sukun dari muka air normal dengan kenaikan setiap 1 meter dari muka air normal dan terjadi perubahan debit, dan untuk tinggi minimum 3 meter dari dasar sungai diperoleh debit 158,53 m³/detik, kemudian naik ketinggian air menjadi 4 meter diperoleh debit 255,06 m³/detik dimana ketinggian ini telah terjadi banjir pada penampang sungai, kemudian naik ketinggian air 5 meter diperoleh debit 386,29 m³/detik, kemudian naik ketinggian air 6 meter diperoleh debit 809,76 m³/detik, kemudian naik ketinggian maksimum air 7 meter diperoleh debit 1451,10 m³/detik posisi ini adalah ketinggian maksimum air pada penampang, maka hasil perhitungan debit maksimum penampang normal di jembatan Lubok Sukun yang mendekati pada metode Haspers berada di periode ulang 15 tahun dengan debit banjir 1415,39 m³/detik, untuk penampang yang ada dilokasi tergolong aman dari banjir.

Pada penelitian perhitungan debit pada keliling basah penampang sungai berdasarkan ukuran masing-masing pias yang ditentukan mendapatkan hasil yang berbeda-beda sesuai dengan perencanaan. Dimana hasil dari debit penampang basah harus mendekati angka yang didapatkan dari debit periode ulang banjir untuk mengetahui seberapa aman tingi muka air yang didapat terhadap debit periode ulang banjir. Dan untuk mencegah terjadinya scouring dilakukan dengan penempatan batuan (*grounted riprap*) pada dasar sungai, dan pilar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran pada penelitian ini diambil berdasarkan dari hasil perhitungan dan pembahasan yang telah di uraikan pada bab sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa, analisis debit banjir terhadap lebar melintang jembatan berdasarkan debit banjir periode ulang adalah:

1. Hasil perhitungan debit pada penampang di jembatan Lubok Sukon untuk ketinggian air normal 3 meter dari dasar sungai diperoleh dengan 158,53 m³/detik.
2. Pada ketinggian 4 meter dari dasar sungai dengan debit 255,06 m³/detik dimana ketinggian ini telah terjadi banjir pada penampang sungai.
3. Maka debit maksimum pada penampang di jembatan Lubok Sukon untuk ketinggian air maksimum 7 meter dari dasar sungai diperoleh 1451,10 m³/detik,
4. Untuk hasil perhitungan debit banjir metode *Haspers* yang mendekati tinggi air maksimum pada penampang di jembatan Lubok Sukon didapat pada periode ulang 15 tahun sebesar 1415,39 m²/detik. untuk penampang yang ada dilokasi tergolong aman dari banjir.

5.2 Saran

Berdasarkan seluruh hasil penelitian yang di dapat, maka penulis ingin menyarankan beberapa hal mengenai aspek jembatan secara hidraulika.

1. Bagi Pemerintah dan masyarakat harus saling bekerja sama untuk menjaga keseimbangan alam dan memanfaatkan lahan sesuai dengan fungsi kawasan yang telah ditetapkan di daerah tersebut, seperti melakukan kegiatan pemeliharaan pada jembatan dan sungai.
2. Bagi Peneliti yang ingin melanjutkan penelitian ini, disarankan untuk menganalisa penampang untuk 100 tahun keatas dan sebaiknya tidak hanya menggunakan metode Haspers, akan tetapi dapat menggunakan metode yang lainnya. Hal ini bertujuan agar titik permasalahan dan hasil yang lebih terperinci.
3. Bagi Pemerintah agar melakukan tindakan tegas kepada penambang liar agar tidak terjadi banjir besar yang mengakibatkan air melewati penampang dan kepada masyarakat, instansi terkait, serta pejabat desa agar kita saling menjaga sungai dari pembuangan sampah sembarangan pada sungai.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Anonim, 2008. *Kriteria Perencanaan Jembatan dan Pembebanan Jembatan*.
- Anik Sarminingsih, 2018. *Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan*, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Bambang Triatmodjo, 2006. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Ditjen Bina Marga, Dit BinteK., 2008 *Prinsip Dasar Teknik Jembatan dan Alikasinya*.
- Hanwar, S. 1999. *Gerusan Lokal di Sekitar Abutmen Jembatan*. Tesis. Yogyakarta: PPS UGM
- Julfachri, K. 2012. *Analisis Hidrograf Sungai Dengan Menggunakan Hss Di Daerah Aliran Sungai Saddang Kabupaten Pinrang*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Kamiana, 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Malinda Kamase Liany Amelia Hendratta, Jeffry Singly F. Sumarauw, 2017. *Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano Di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.
- Nasution, Ridwan, Ichwan., 2004 *Hidrologi Untuk Perencanaan Jembatan*, University Sumatera Utara.
- SNI 2415:2016. *Tata cara perhitungan debit banjir rencana*.
- Syarifuddin, dkk. 2000. *Sains Geografi*. Jakarta: Bumi Aksara
- Supriyadi, Muntohar., 2007 *Aspek Perencanaan Jembatan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suripin., 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, ANDI, Yogyakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrolog Jilid 1*, NOVA, Bandung.

BERITA ACARA SEMINAR SIDANG TUGAS AKHIR

Telah dilaksanakan Seminar Sidang Tugas Akhir Tahun Ajaran 2020 / 2021.

Hari / Tanggal : Jumat / 13 Agustus 2021
Tempat : RKU New Zealand – Ruang 8A
Universitas Muhammadiyah Aceh
Nama Mahasiswa : Aldi Rizky
NIM : 1703120122
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Proposal : Analisis Debit Banjir Rencana Terhadap Lebar
Melintang Jembatan (Studi Kasus: Jembatan Lubok
Sukon, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh
Besar)

Dengan hasil seminar Sidang Tugas Akhir :

1. Seminar cukup satu kali
- ②. Seminar cukup satu kali dengan perbaikan

Mengetahui dan menilai :

1. Dosen Pembimbing :
Akmal, ST, M.Eng, IPM TTD :
2. Dosen Pembahas I
Ir. M. Ahsan Jass, ME TTD :
3. Dosen Pembahas II
Keumala Citra S.Z, ST, MT, IPM TTD :

Mengetahui,
Pimpinan Seminar

Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

RESUME PEMBAHASAN SIDANG TUGAS AKHIR

Penguji I: **Ir. M. Ahsan Jass, ME**

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Hal 9, ada tulisan tabel halaman 36, di susaikan	Sudah disesuaikan menurut arahan
2.	Buat sketsa gambar jembatan yang lengkap did BAB 4	Sudah disesuaikan menurut arahan.
3.	Perbaiki pada kesimpulan dan saran	Sudah disesuaikan menurut arahan.
4.	Hal 22 kata “pada” diganti “dengan”, pada no 5 “untuk mendapatkan” bukan “didapatkan”, kemudian pada no 7 ditambahkan lagi periode ulangnya	Sudah disesuaikan menurut arahan
5.	Pada kepala tabel jangan diberi warna, agar waktu dicopy tidak hitam	Sudah disesuaikan menurut arahan
6.	Pada point ketiga dikesimpulan dipecahkan lagi menjadi 2	Sudah disesuaikan menurut arahan
7.	Menurut kamu periode ulang 100 tahun itu bagaimana? Apa ada luapan atau tidak?	Menurut dari saya tidak terjadi luapan pada penampang dikarenakan ada batas aman (Clearence) 1 meter pada penampang.
8.	Apa yang berhubungan dengan terjadinya banjir?	Berkurannya tutupan pohon atau penebangan pohon, cuaca ektrem, dan pembuangan sampah kesungai.
9.	Keseimbangan alam dengan banjir ?	Dengan menjaga hutan dari penebangan liar dan melakukan sosialisasi kepada masyarakat yang tinggal dekat dengan sungai agar tidak membuang sampah ke sungai

RESUME PEMBAHASAN SIDANG TUGAS AKHIR

Penguji II: **Keumala Citra S.Z, ST, MT, IPM**

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Kata pengantar dari “bismillah” masih ada jarak yang terlalu jauh dan pada kata “segala puji” spasi diubah menjadi 1,5	Sudah disesuaikan menurut arahan
2.	Perbaiki kata kunci abstrak di ubah	Sudah disesuaikan menurut arahan
3.	Kenapa menggunakan metode hasper	Karena metode ini berasal dari luar negeri yang dimana digunakan untuk sungai luar negeri, untuk itu peneliti tertarik untuk menggunakan metode ini di lokasi penelitian dan belum ada peneliti terdahulu yang menggunakan metode ini
4.	Apa kelebihan metode Haspers dengan metode Nakayasu	Kelebihan dari metode hasper dengan nakayasu adalah dimana metode hasper ini tidak memiliki banyak item yang harus dicari dan data yang digunakan hanya sedikit, sedangkan untuk nakayasu terlalu banyak item yang harus di hitung dan menggunakan data yang banyak
5.	Hasil yang diperoleh dari menggunakan Metode Hasper	Hasil yang diperoleh dalam menggunakan metode hasper ini masih kurang efektif maka dari itu peneliti berharap kepada penelitian berkelanjutan yang meneliti daerah ini agar menggunakan metode lain supaya mendapatkan hasil yang efektif
6.	Latar belakang dicek kembali halaman sesuaikan dengan buku panduan	Sudah disesuaikan menurut arahan

7.	Tambahkan nilai pada grafik halaman 32	Sudah disesuaikan menurut arahan
8.	Kesimpulan dan saran masih terlalu sedikit, coba ditambahkan lagi apa yang diperoleh	Sudah disesuaikan menurut arahan

Dirangkum oleh,
Mahasiswa

Aldi Rizky
NIM. 1703120122

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN: 1308068301

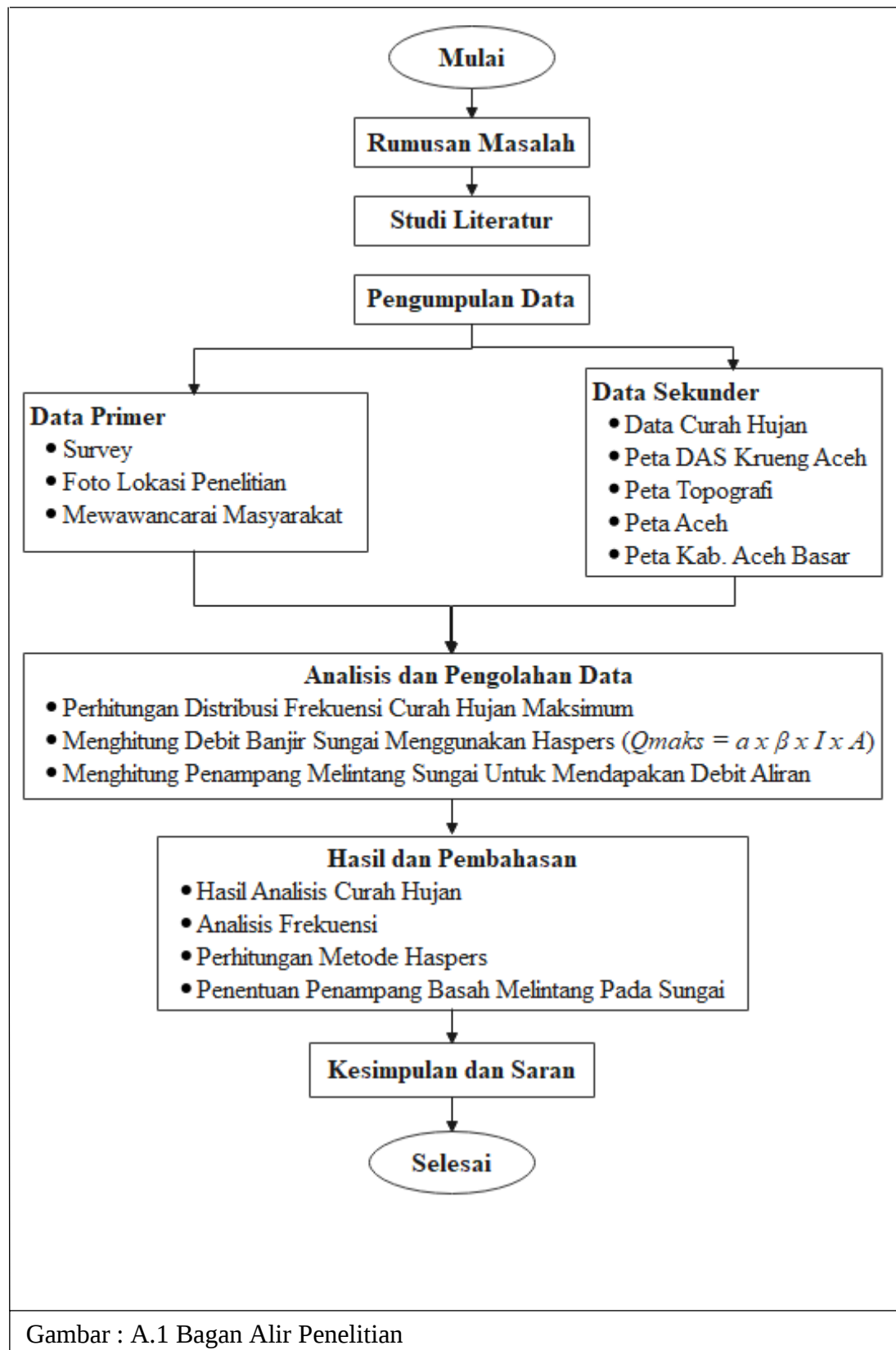
Mengetahui,
Dosen Penguji I

Mengetahui,
Dosen Penguji II

Ir. M. Ahsan Jass, ME
NIDN: 0108055301

Keumala Citra S.Z, ST, MT, IPM
NIDN: 0126108201

LAMPIRAN A

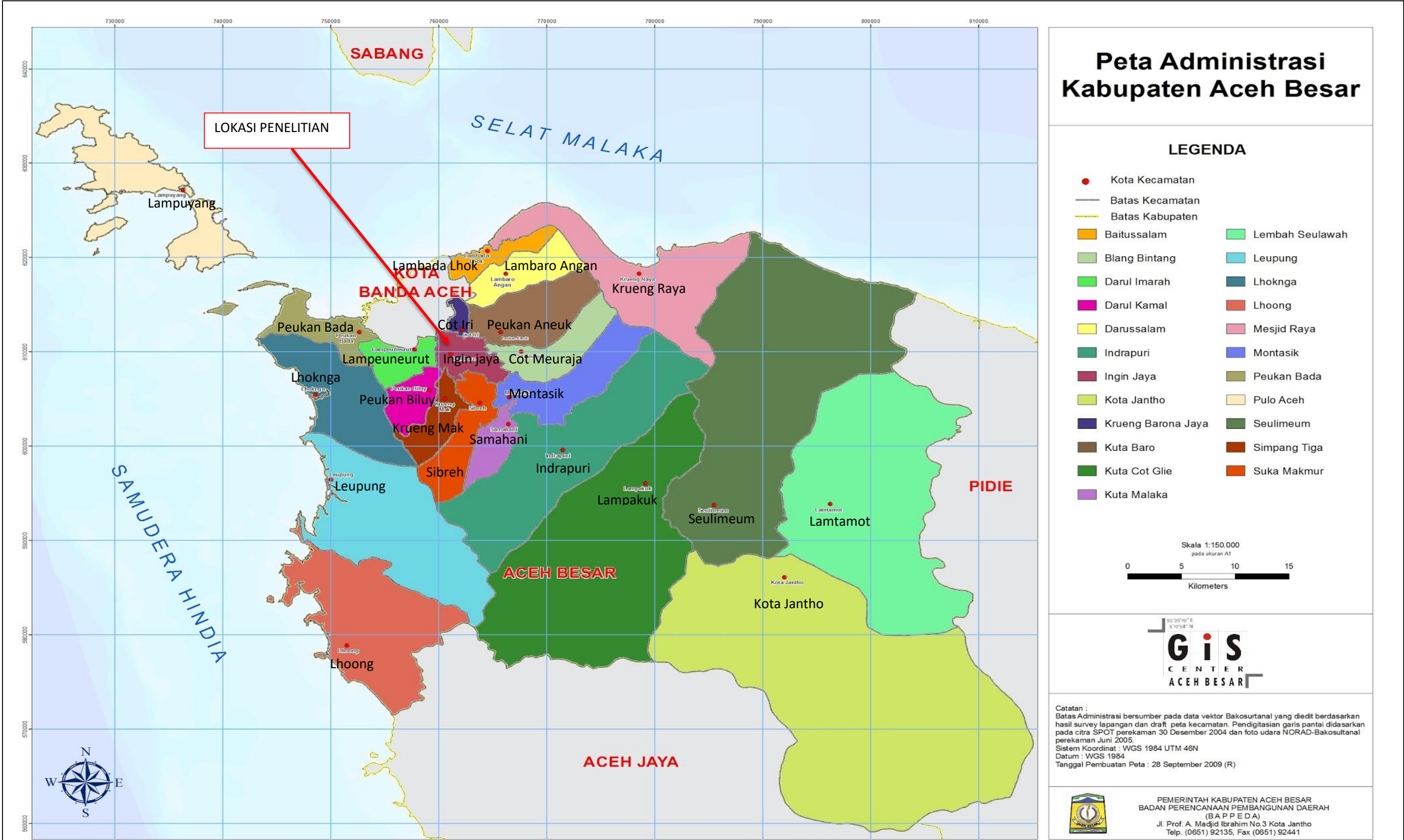


LAMPIRAN A

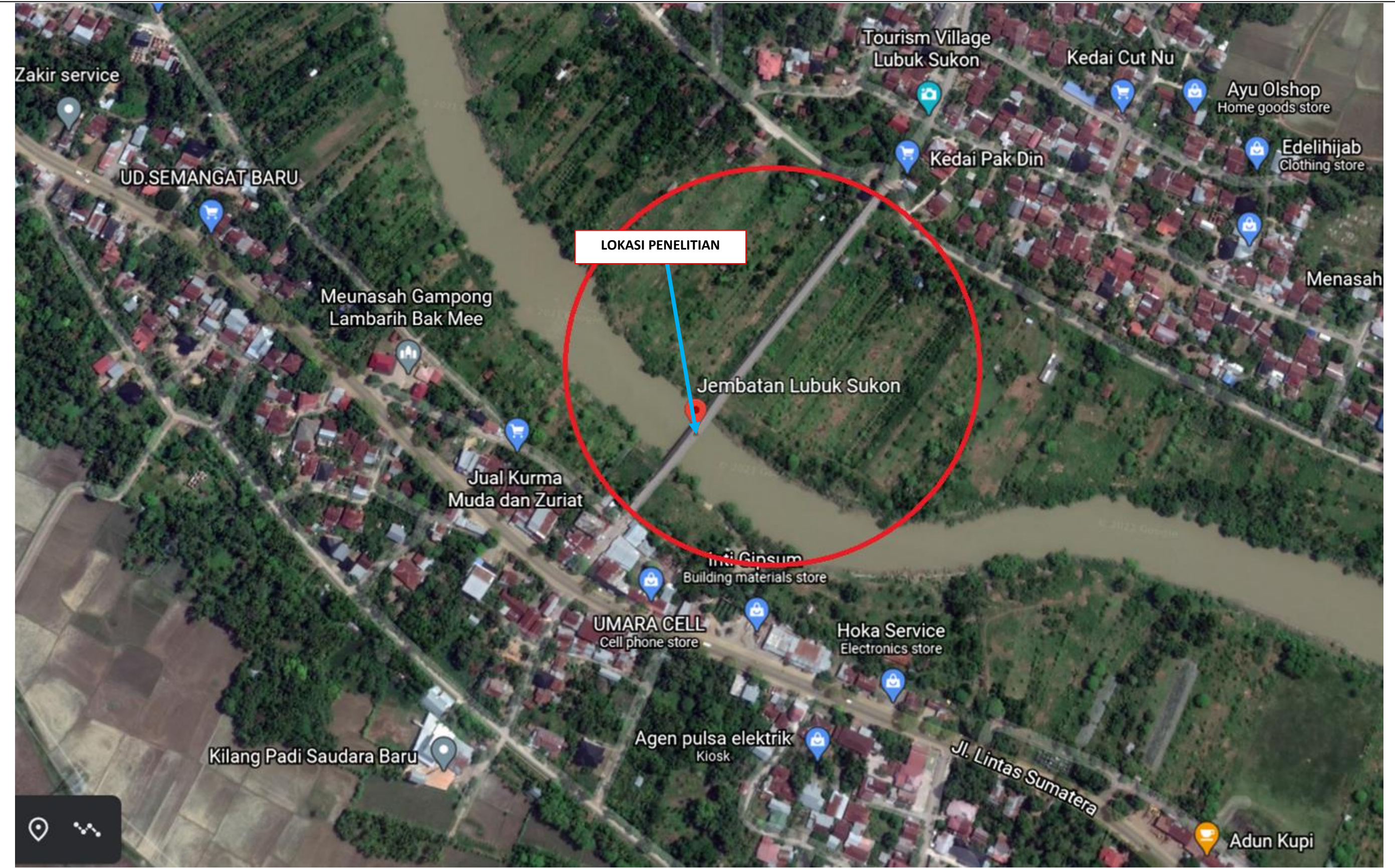


Gambar A.2 : Peta Provinsi Aceh

Sumber : Dishub Aceh, 2020



Gambar A.3 : Peta Kabupaten Aceh Besar
Sumber : Bappeda Aceh Besar, 2021



Gambar A.4 : Lokasi Penelitian
Sumber : Google earth, 2021

LAMPIRAN A



LAMPIRAN A



Gambar A.6 : Jembatan Lubok Sukun
Sumber : Lokasi Penelitian (2021)



Gambar A.7 : Pengukuran langsung panjang pilar ke pilar
Sumber : Lokasi Penelitian (2021)



Gambar A.8 : Pengukuran langsung panjang jembatan

Sumber : Lokasi Penelitian (2021)



Gambar A.9 : Kondisi sungai setelah Hujan Lebat

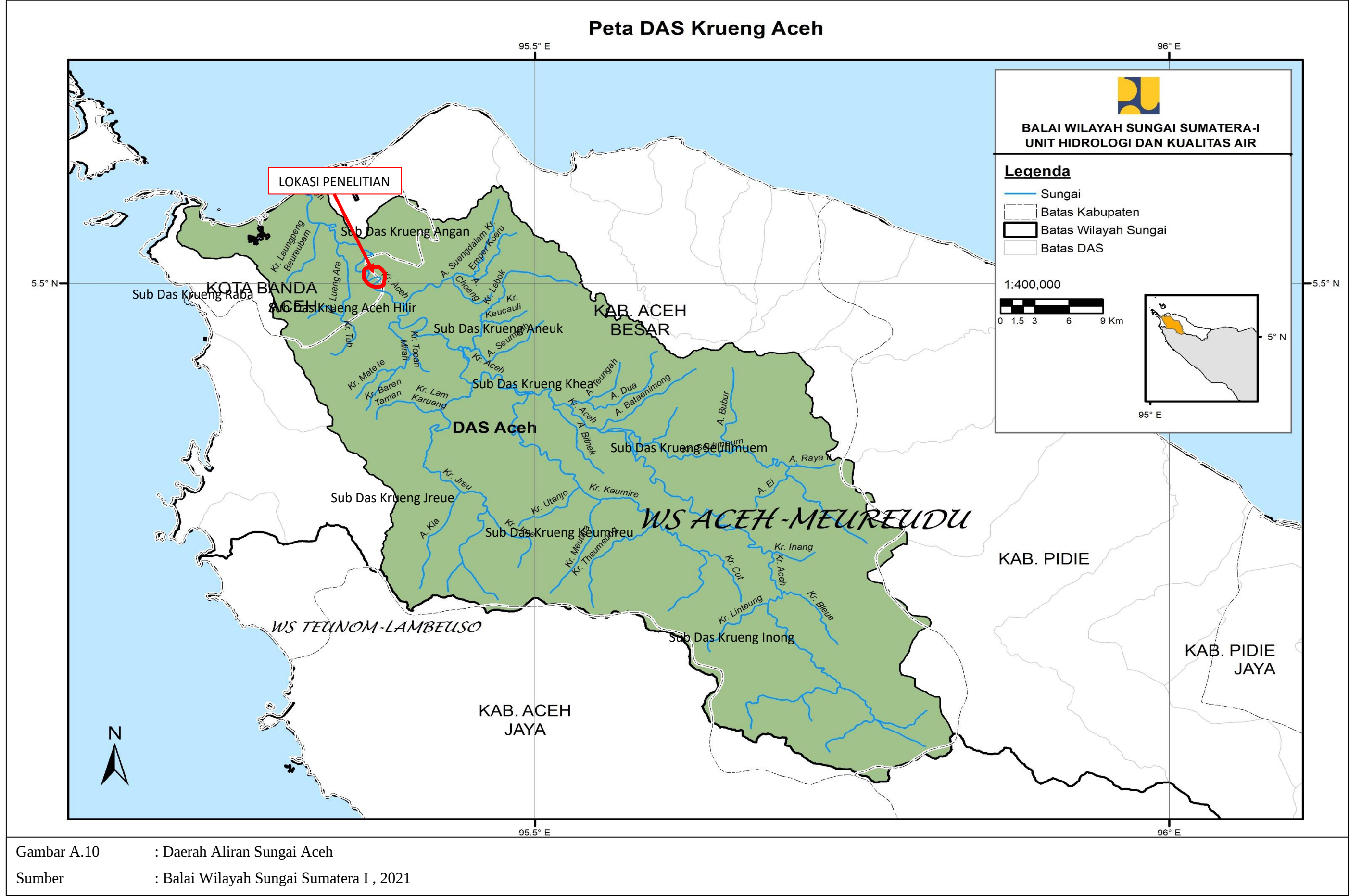
Sumber : Lokasi Penelitian (2021)



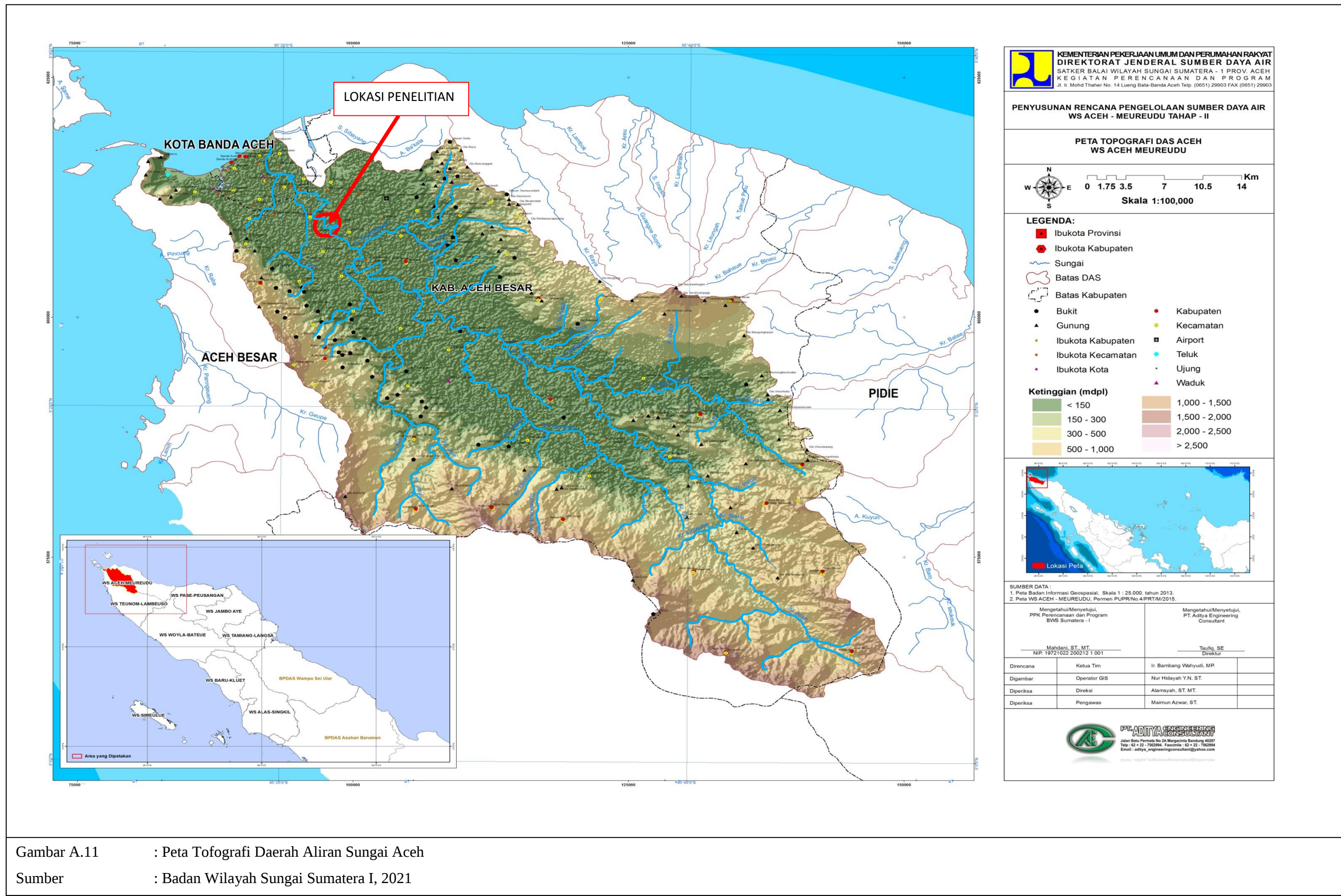
Gambar A.10 : Mewawancarai masyarakat yang tinggal dekat dengan lokasi
Sumber : Lokasi Penelitian (2021)



Gambar A.11: Pilar pada sungai yang sudah miring sedikit di akibatkan banjir
Sumber : Lokasi Penelitian (2021)



LAMPIRAN A



Gambar A.11 : Peta Tofografi Daerah Aliran Sungai Aceh
Sumber : Badan Wilayah Sungai Sumatera I, 2021

Tabel B.1 Nilai variable reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	K _T
1	1,001	0,999	-3.05
2	1,005	0,995	-2.58
3	1,010	0,990	-2.33
4	1,050	0,950	-1.64
5	1,110	0,900	-1.28
6	1,250	0,800	-0.84
7	1,330	0,750	-0.67
8	1,430	0,700	-0.52
9	1,670	0,600	-0.25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0.25
12	3,330	0,300	0.52
13	4,000	0,250	0.67
14	5,000	0,200	0.84
15	10,000	0,100	1.28
16	20,000	0,050	1.64
17	25,000	0,040	1,71
18	50,000	0,020	2.05
19	100,000	0,010	2.33
20	200,000	0,005	2.58
21	500,000	0,002	2.88
22	1.000,000	0,001	3.09

(Sumber: Suripin 2004)

Tabel B.2 Nilai K untuk distribusi Log-Person type III

Koef. CS	Interval Kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1.0101	1.2500	2	5	10	25	50	100
	Presentase Peluang terlampaui (<i>Precent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800
2.2	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705
2.0	-0.990	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388

1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1.0	-1.558	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
0.8	-1.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891
0.6	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.2	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.0	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.051	2.326
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.2	-2.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.6	-2.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2.0	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.2	-3.705	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905
-2.4	-3.800	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832
-2.6	-3.899	-0.490	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769
-2.8	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-3.0	-7.051	-0.420	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667

(Sumber: Suripin 2004)

Tabel B.3 *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	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567

(Sumber: Suripin 2004)

Tabel B.4 *Reduced Standard Deviation (Sn)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0864	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.148	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.198	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

(Sumber: Suripin 2004)

Tabel B.5 *Reduced variate (Y_{tr})*

Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, Y_{tr}
2	1.3668
5	1.5004
10	2.2510
20	2.9790
25	3.1993
50	3.9028
75	4.3117
100	4.6012
200	5.2969
250	5.5206
500	6.2149
1000	6.9087

(Sumber: Suripin 2004)

Tabel B.6 Nilai kritis untuk distribusi Chi-kuadrat

dk	α Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000039	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955

9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,41	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,683	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,67

(Sumber: Suripin 2004)

Tabel B.7 Jenis Sebaran

No.	Jenis Distribusi	Syarat
1.	Normal	$C_s \approx 0$
		$C_k \approx 3$
2.	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3.	Gumbel	$C_s = 1,1396$
		$C_k = 5,4002$
4.	Log Pearson III	$C_s \neq 0$

(Sumber: Suripin 2004)

Tabel B.8 Koefisien Manning

No.	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari			
	• kotoran	0.010	0.011	0.013
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan			
	• sedikit	0.011	0.013	0.014
2	kotoran gangguan			
	• Beton dipoles	0.011	0.012	0.014
	• Saluran pembuang dengan bak kontrol	0.013	0.015	0.017
	Tanah, lurus dan seragam			
	• Bersih baru	0.016	0.018	0.020
3	• Bersih telah melapuk	0.018	0.022	0.025
	• Berkerikil	0.022	0.025	0.030
	Berumput pendek, sedikit tanaman			
	• pegganggu	0.022	0.027	0.033
	Saluran Alam			
	• Bersih lurus	0.025	0.030	0.033
	• Bersih, berkelok-kelok	0.033	0.040	0.045
	• Banyak tanaman pengganggu	0.050	0.070	0.080
	Dataran banjir berumput pendek -			
	• tinggi	0.025	0.030	0.035
	• Saluran di belukar	0.035	0.050	0.070

(Sumber: Soewarno,1995)

LAMPIRAN C

1. Perhitungan Analisis Frekuensi

A. Curah Hujan Bulanan Maksimum

Tabel C.1 Data Curah Hujan Bulanan Maksimum

Tahun	Bulan												R Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
2010	150	50	50	97	3	71	75	30	0	88	142	160	160
2011	50	35	62	4	35	12	46	50	113	41	65	65	113
2012	72	55	25	30	56	24	9	50	125	48	80	44	125
2013	85	42	14.6	41	32	61.9	23.1	18.8	60.5	24.5	27.5	40	85
2014	71.5	49.9	3.4	27.6	45.6	54.5	6.9	49.9	35.6	100	150.8	120	150.8
2015	19	17.5	32	60	22	16	14	34	65	46	60	46	65
2016	130	60	45	21	32	9	11	68	15	47	77	36	130
2017	76.7	62.8	87	11.9	29.5	8	28.9	10.5	51.3	63	86	146.5	146.5
2018	60	24.5	34	35	145	40	12	28	33.7	23	59.5	85	145
2019	12.4	82.5	36	22	62.5	12.2	31	11.5	35	30.6	57.9	26.5	82.5

Setelah mendapatkan nilai curah hujan bulanan maksimum baru dilakukan analisis frekuensi. Dari analisis frekuensi ini dapat diketahui distribusi mana yang cocok digunakan pada penelitian ini. Untuk itu dilakukan beberapa perhitungan distribusi berikut:

B. Distribusi Normal

Tabel C.2 Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Normal

Distribusi Normal						
No.	Tahun	X	(X - Xrata-rata)	(X - Xrata-rata) ²	(X - Xrata-rata) ³	(X - Xrata-rata) ⁴
1	2010	160	39.72	1577.68	62665.39	2489069.13
2	2011	113	-7.280	53.00	-385.83	2808.83
3	2012	125	4.720	22.28	105.15	496.33
4	2013	85	-35.28	1244.68	-43912.25	1549224.32
5	2014	150.8	30.52	931.47	28428.48	867637.11
6	2015	65	-55.28	3055.88	-168928.96	9338392.80
7	2016	130	9.720	94.48	918.33	8926.17
8	2017	146.5	26.22	687.49	18025.95	472640.30
9	2018	145	24.72	611.08	15105.86	373416.81
10	2019	82.5	-37.78	1427.33	-53924.47	2037266.36
Jumlah		1202.8	0.000	9705.36	-141902.36	17139878.15
Rata-rata		120.28				
S		32.839				
C _s		-0.557				
C _k		2.924				

Langkah-langkah perhitungan curah hujan periode ulang dengan Distribusi Normal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{a. Nilai rata-rata } \bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \\ &= \frac{1202,8}{10} \\ &= \mathbf{120,28}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. Standar Deviasi } S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{9705,36}{10-1}} \\ &= \mathbf{32,839}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. Koefisien Skewness } C_s &= \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (S)^3} \\ &= \frac{10 \cdot (-141902,36)}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (32,839)^3} \\ &= \mathbf{-0,557}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{d. Koefisien Kurtosis } C_k &= \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot (S)^4} \\ &= \frac{10^2 \cdot 17139878,15}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (10-3) \cdot (32,839)^4} \\ &= \mathbf{2,924}\end{aligned}$$

e. Hitung curah hujan dalam periode ulang tahun (X_T)

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S$$

$$\begin{aligned}1. X_{T\ 5\ \text{tahun}} &= \bar{X} + K_T \times S \\ X_{T\ 5\ \text{tahun}} &= 120,28 + 0,84 \times 32,839 \\ X_{T\ 5\ \text{tahun}} &= \mathbf{147,86}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}2. X_{T\ 10\ \text{tahun}} &= \bar{X} + K_T \times S \\ X_{T\ 10\ \text{tahun}} &= 120,28 + 1,28 \times 32,839 \\ X_{T\ 10\ \text{tahun}} &= \mathbf{162,31}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3. X_{T\ 15\ \text{tahun}} &= \bar{X} + K_T \times S \\ X_{T\ 15\ \text{tahun}} &= 120,28 + 1,46 \times 32,839\end{aligned}$$

$$X_{T\ 15\ \text{tahun}} = \mathbf{168,22}$$

$$4. X_{T\ 20\ \text{tahun}} = \bar{X} + K_T \times S$$

$$X_{T\ 20\ \text{tahun}} = 120,28 + 1,64 \times 32,839$$

$$X_{T\ 20\ \text{tahun}} = \mathbf{174,14}$$

$$5. X_{T\ 25\ \text{tahun}} = \bar{X} + K_T \times S$$

$$X_{T\ 25\ \text{tahun}} = 120,28 + 1,71 \times 32,839$$

$$X_{T\ 25\ \text{tahun}} = \mathbf{176,43}$$

$$6. X_{T\ 50\ \text{tahun}} = \bar{X} + K_T \times S$$

$$X_{T\ 50\ \text{tahun}} = 120,28 + 2,05 \times 32,839$$

$$X_{T\ 50\ \text{tahun}} = \mathbf{187,60}$$

$$7. X_{T\ 100\ \text{tahun}} = \bar{X} + K_T \times S$$

$$X_{T\ 100\ \text{tahun}} = 120,28 + 2,33 \times 32,839$$

$$X_{T\ 100\ \text{tahun}} = \mathbf{196,79}$$

Tabel C.3 Perhitungan curah hujan periode ulang Distribusi Normal

No.	Periode Ulang	Xrata-rata (mm)	S (mm)	K _T	X _T
	(Tahun)				(mm)
1	5	120.28	32.839	0.84	147.86
2	10			1.28	162.31
3	15			1.46	168.22
4	20			1.64	174.14
5	25			1.71	176.43
6	50			2.05	187.60
7	100			2.33	196.79

C. Distribusi Log Normal

Tabel C.4 Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal							
No.	tahun	X	log X	(log X - Log Xrata)	(log X - Log Xrata) ²	(log X - Log Xrata) ³	(log X - Log Xrata) ⁴
1	2010	160	2.20	0.141	0.0198	0.00280	0.00039
2	2011	113	2.05	-0.010	0.0001	0.00000	0.00000
3	2012	125	2.10	0.034	0.0011	0.00004	0.00000
4	2013	85	1.93	-0.134	0.0179	-0.00240	0.00032
5	2014	150.8	2.18	0.115	0.0133	0.00153	0.00018
6	2015	65	1.81	-0.250	0.0627	-0.01569	0.00393
7	2016	130	2.11	0.051	0.0026	0.00013	0.00001
8	2017	146.5	2.17	0.103	0.0105	0.00108	0.00011
9	2018	145	2.16	0.098	0.0096	0.00094	0.00009
10	2019	82.5	1.92	-0.147	0.0215	-0.00316	0.00046
Jumlah		1202.8	20.6	0.000	0.1592	-0.01473	0.00549
Xrata		120.28	2.06				
S log		0.133					
C _S		-0.870					
C _K		3.484					
C _V		0.064					

Langkah-langkah perhitungan curah hujan periode ulang dengan Distribusi Log Normal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Nilai rata-rata } \bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n \cdot \text{Log } \bar{X}}{n} \\
 &= \frac{20,6}{10} \\
 &= \mathbf{2,06}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Standar Deviasi } S_{\log} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,1592}{10-1}} \\
 &= \mathbf{0,133}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Koefisien Skewness } C_s &= \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (S)^3} \\
 &= \frac{10 \cdot (-0.01473)}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (0,133)^3} \\
 &= \mathbf{-0,870}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Koefisien Kurtosis } C_k &= \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot (S \text{Log})^4} \\
 &= \frac{10^2 \cdot 0,00549}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (10-3) \cdot (0,133)^4} \\
 &= \mathbf{3,484}
 \end{aligned}$$

e. Koefisien Variasi $C_v = \frac{S \log}{\log \bar{X}}$

$$= \frac{0,133}{2,06}$$

$$= \mathbf{0,064}$$

f. Hitung curah hujan dalam periode ulang tahun ($\log X_T$)

$$\log X_T = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$$

1. $\log X_{T \text{ 5 tahun}} = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$

$$\log X_{T \text{ 5 tahun}} = 2,063 + (0,84 \cdot 0,133)$$

$$\log X_{T \text{ 5 tahun}} = \mathbf{2,175}$$

2. $\log X_{T \text{ 10 tahun}} = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$

$$\log X_{T \text{ 10 tahun}} = 2,063 + (1,28 \cdot 0,133)$$

$$\log X_{T \text{ 10 tahun}} = \mathbf{2,233}$$

3. $\log X_{T \text{ 15 tahun}} = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$

$$\log X_{T \text{ 15 tahun}} = 2,063 + (1,46 \cdot 0,133)$$

$$\log X_{T \text{ 15 tahun}} = \mathbf{2,257}$$

4. $\log X_{T \text{ 20 tahun}} = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$

$$\log X_{T \text{ 20 tahun}} = 2,063 + (1,64 \cdot 0,133)$$

$$\log X_{T \text{ 20 tahun}} = \mathbf{2,281}$$

5. $\log X_{T \text{ 25 tahun}} = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$

$$\log X_{T \text{ 25 tahun}} = 2,063 + (1,71 \cdot 0,133)$$

$$\log X_{T \text{ 25 tahun}} = \mathbf{2,291}$$

6. $\log X_{T \text{ 50 tahun}} = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$

$$\log X_{T \text{ 50 tahun}} = 2,063 + (2,05 \cdot 0,133)$$

$$\log X_{T \text{ 50 tahun}} = \mathbf{2,336}$$

7. $\log X_{T \text{ 100 tahun}} = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$

$$\log X_{T \text{ 100 tahun}} = 2,063 + (2,33 \cdot 0,133)$$

$$\log X_{T \text{ 100 tahun}} = \mathbf{2,373}$$

Tabel C.5 Perhitungan curah hujan periode ulang Distribusi Log Normal

NO.	Periode Ulang (Tahun)	Log Xrata-rata (mm)	S Log (mm)	K _T	Log X _T (mm)
1	5	2.063	0.133	0.84	2.175
2	10			1.28	2.233
3	15			1.46	2.257
4	20			1.64	2.281
5	25			1.71	2.291
6	50			2.05	2.336
7	100			2.33	2.373

D. Distribusi Log Pearson III

Tabel C.6 Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III						
No.	tahun	X	log X	(log X - Log Xrata)	(log X - Log Xrata) ²	(log X - Log Xrata) ³
1	2010	160	2.20	0.141	0.0198	0.0028
2	2011	113	2.05	-0.010	0.0001	0.0000
3	2012	125	2.10	0.034	0.0011	0.0000
4	2013	85	1.93	-0.134	0.0179	-0.0024
5	2014	150.8	2.18	0.115	0.0133	0.0015
6	2015	65	1.81	-0.250	0.0627	-0.0157
7	2016	130	2.11	0.051	0.0026	0.0001
8	2017	146.5	2.17	0.103	0.0105	0.0011
9	2018	145	2.16	0.098	0.0096	0.0009
10	2019	82.5	1.92	-0.147	0.0215	-0.0032
Jumlah		1202.8	20.63	0.000	0.1592	-0.0147
Xrata		120.28	2.063			
S log		0.133				
C _s		-0.870				

Langkah-langkah perhitungan curah hujan periode ulang dengan Distribusi Log Pearson III adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Nilai rata-rata } \bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n \cdot \text{Log } \bar{X}}{n} \\
 &= \frac{20,6}{10} \\
 &= \mathbf{2,06}
 \end{aligned}$$

$$\text{b. Standar Deviasi } S_{\log} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,1592}{10-1}}$$

$$= \mathbf{0,133}$$

$$\text{c. Koefisien Skewness } C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (S)^3}$$

$$= \frac{10 \cdot (-0.01473)}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (0,133)^3}$$

$$= \mathbf{-0,870}$$

Tabel C.7 interpolasi nilai C_s yang digunakan untuk kebutuhan nilai K untuk distribusi Log Pearson III

PUH	5	10	15	20	25	50	100
-0.8	0.856	1.166	1.260	1.354	1.448	1.606	1.733
-0.870	0.855	1.153	1.242	1.331	1.419	1.566	1.682
-1.0	0.852	1.128	1.207	1.287	1.366	1.492	1.588

$$y = y_1 + \left[\left(\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right) x (y_2 - y_1) \right]$$

5 tahun

$$X_1 = -0,8 \quad Y_1 = 0,856$$

$$X = -0,870 \quad Y = ?$$

$$X_2 = -1,0 \quad Y_2 = 0,852$$

$$y = 0,856 + \left[\left(\frac{(-0,870) - (-0,8)}{(-1,0) - (-0,8)} \right) x (0,852 - 0,856) \right]$$

$$y = 0,856 + [(0,35) x (-0,004)]$$

$$y = 0,856 + [(-0,0014)]$$

$$y = \mathbf{0,855}$$

10 tahun

$$X_1 = -0,8 \quad Y_1 = 1,166$$

$$X = -0,870 \quad Y = ?$$

$$X_2 = -1,0 \quad Y_2 = 1,128$$

$$y = 1,166 + \left[\left(\frac{(-0,870) - (-0,8)}{(-1,0) - (-0,8)} \right) x (1,128 - 1,166) \right]$$

$$y = 1,166 + [(0,35) x (-0,038)]$$

$$y = 1,166 + [(-0,0133)]$$

$$y = \mathbf{1,153}$$

15 tahun

$$X_1 = -0,8 \qquad Y_1 = 1,260$$

$$X = -0,870 \qquad Y = ?$$

$$X_2 = -1,0 \qquad Y_2 = 1,207$$

$$y = 1,260 + \left[\left(\frac{(-0,870) - (-0,8)}{(-1,0) - (-0,8)} \right) x (1,207 - 1,260) \right]$$

$$y = 1,260 + [(0,35) \times (-0,053)]$$

$$y = 1,260 + [(-0,01855)]$$

$$y = \mathbf{1,242}$$

20 tahun

$$X_1 = -0,8 \qquad Y_1 = 1,354$$

$$X = -0,870 \qquad Y = ?$$

$$X_2 = -1,0 \qquad Y_2 = 1,287$$

$$y = 1,354 + \left[\left(\frac{(-0,870) - (-0,8)}{(-1,0) - (-0,8)} \right) x (1,287 - 1,354) \right]$$

$$y = 1,354 + [(0,35) \times (-0,067)]$$

$$y = 1,354 + [(-0,02345)]$$

$$y = \mathbf{1,331}$$

25 tahun

$$X_1 = -0,8 \qquad Y_1 = 1,448$$

$$X = -0,870 \qquad Y = ?$$

$$X_2 = -1,0 \qquad Y_2 = 1,366$$

$$y = 1,448 + \left[\left(\frac{(-0,870) - (-0,8)}{(-1,0) - (-0,8)} \right) x (1,366 - 1,448) \right]$$

$$y = 1,448 + [(0,35) \times (-0,082)]$$

$$y = 1,448 + [(-0,0287)]$$

$$y = \mathbf{1,419}$$

50 tahun

$$X_1 = -0,8 \qquad Y_1 = 1,606$$

$$X = -0,870 \qquad Y = ?$$

$$X_2 = -1,0 \qquad Y_2 = 1,492$$

$$y = 1,606 + \left[\left(\frac{(-0,870 - (-0,8))}{(-1,0) - (-0,8)} \right) \times (1,492 - 1,606) \right]$$

$$y = 1,606 + [(0,35) \times (-0,114)]$$

$$y = 1,606 + [(-0,0399)]$$

$$y = \mathbf{1,566}$$

100 tahun

$$X_1 = -0,8 \quad Y_1 = 1,733$$

$$X = -0,870 \quad Y = ?$$

$$X_2 = -1,0 \quad Y_2 = 1,588$$

$$y = 1,733 + \left[\left(\frac{(-0,870 - (-0,8))}{(-1,0) - (-0,8)} \right) \times (1,588 - 1,733) \right]$$

$$y = 1,733 + [(0,35) \times (-0,145)]$$

$$y = 1,733 + [(-0,05075)]$$

$$y = \mathbf{1,682}$$

d. Hitung curah hujan dalam periode ulang tahun ($\text{Log } X_T$)

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K \times S \log X)$$

$$2. \text{Log } X_{T \ 5 \text{ tahun}} = \text{Log } \bar{X} + (K \times S \log X)$$

$$\text{Log } X_{T \ 5 \text{ tahun}} = 2,06 + (0,855 \times 0,133)$$

$$\text{Log } X_{T \ 5 \text{ tahun}} = \mathbf{2,177}$$

$$X_{T \ 5 \text{ tahun}} = n^{\text{Log } X_t}$$

$$X_{T \ 5 \text{ tahun}} = 10^{2,177}$$

$$X_{T \ 5 \text{ tahun}} = \mathbf{150,28 \text{ mm}}$$

$$3. \text{Log } X_{T \ 10 \text{ tahun}} = \text{Log } \bar{X} + (K \times S \log X)$$

$$\text{Log } X_{T \ 10 \text{ tahun}} = 2,06 + (1,153 \times 0,133)$$

$$\text{Log } X_{T \ 10 \text{ tahun}} = \mathbf{2,217}$$

$$X_{T \ 10 \text{ tahun}} = n^{\text{Log } X_t}$$

$$X_{T \ 10 \text{ tahun}} = 10^{2,217}$$

$$X_{T \ 10 \text{ tahun}} = \mathbf{164,65 \text{ mm}}$$

$$4. \text{Log } X_{T \ 15 \text{ tahun}} = \text{Log } \bar{X} + (K \times S \log X)$$

$$\text{Log } X_{T \ 15 \text{ tahun}} = 2,06 + (1,242 \times 0,133)$$

$$\text{Log } X_{T \ 15 \text{ tahun}} = \mathbf{2,228}$$

$$X_{T\ 15\ tahun} = n^{\text{Log } X_t}$$

$$X_{T\ 15\ tahun} = 10^{2,217}$$

$$X_{T\ 15\ tahun} = \mathbf{169,18\ mm}$$

$$3. \text{Log } X_{T\ 20\ tahun} = \text{Log } \bar{X} + (K \times S \log X)$$

$$\text{Log } X_{T\ 20\ tahun} = 2,06 + (1,331 \times 0,133)$$

$$\text{Log } X_{T\ 20\ tahun} = \mathbf{2,240}$$

$$X_{T\ 20\ tahun} = n^{\text{Log } X_t}$$

$$X_{T\ 20\ tahun} = 10^{2,217}$$

$$X_{T\ 20\ tahun} = \mathbf{173,86\ mm}$$

$$4. \text{Log } X_{T\ 25\ tahun} = \text{Log } \bar{X} + (K \times S \log X)$$

$$\text{Log } X_{T\ 25\ tahun} = 2,06 + (1,419 \times 0,133)$$

$$\text{Log } X_{T\ 25\ tahun} = \mathbf{2,252}$$

$$X_{T\ 25\ tahun} = n^{\text{Log } X_t}$$

$$X_{T\ 25\ tahun} = 10^{2,252}$$

$$X_{T\ 25\ tahun} = \mathbf{178,66\ mm}$$

$$5. \text{Log } X_{T\ 50\ tahun} = \text{Log } \bar{X} + (K \times S \log X)$$

$$\text{Log } X_{T\ 50\ tahun} = 2,06 + (1,566 \times 0,133)$$

$$\text{Log } X_{T\ 50\ tahun} = \mathbf{2,272}$$

$$X_{T\ 50\ tahun} = n^{\text{Log } X_t}$$

$$X_{T\ 50\ tahun} = 10^{2,272}$$

$$X_{T\ 50\ tahun} = \mathbf{186,87\ mm}$$

$$6. \text{Log } X_{T\ 100\ tahun} = \text{Log } \bar{X} + (K \times S \log X)$$

$$\text{Log } X_{T\ 100\ tahun} = 2,06 + (1,682 \times 0,133)$$

$$\text{Log } X_{T\ 100\ tahun} = \mathbf{2,287}$$

$$X_{T\ 100\ tahun} = n^{\text{Log } X_t}$$

$$X_{T\ 100\ tahun} = 10^{2,287}$$

$$X_{T\ 100\ tahun} = \mathbf{193,64\ mm}$$

Tabel C.8 Perhitungan curah hujan periode ulang Distribusi Log Pearson III

T (tahun)	K	Log X_T	X_T (mm)
5	0.855	2.177	150.28
10	1.153	2.217	164.65
15	1.242	2.228	169.18
20	1.331	2.240	173.86
25	1.419	2.252	178.66
50	1.566	2.272	186.87
100	1.682	2.287	193.64

E. Distribusi Gumbel

Tabel C.9 Perhitungan Standar Deviasi Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel						
No.	tahun	X	(X - $\bar{X}$)	(X - $\bar{X}$) ²	(X - $\bar{X}$) ³	(X - $\bar{X}$) ⁴
1	2010	160	39.72	1577.678	62665.39	2489069.13
2	2011	113	-7.280	52.998	-385.83	2808.83
3	2012	125	4.720	22.278	105.15	496.33
4	2013	85	-35.28	1244.678	-43912.25	1549224.32
5	2014	150.8	30.52	931.470	28428.48	867637.11
6	2015	65	-55.28	3055.878	-168928.96	9338392.80
7	2016	130	9.720	94.478	918.33	8926.17
8	2017	146.5	26.22	687.488	18025.95	472640.30
9	2018	145	24.72	611.078	15105.86	373416.81
10	2019	82.5	-37.78	1427.328	-53924.47	2037266.36
Jumlah		1202.8	0.000	9705.36	-141902.36	17139878.15
Rata-rata		120.28				
S		32.839				
Y_n		0.4952				
S_n		0.9496				
C_S		-0.557				
C_K		2.924				

Langkah-langkah perhitungan curah hujan periode ulang dengan Distribusi Normal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Nilai rata-rata } \bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \\
 &= \frac{1202,8}{10} \\
 &= \mathbf{120,28}
 \end{aligned}$$

$$\text{b. Standar Deviasi } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{9705,36}{10-1}}$$

$$= \mathbf{32,839}$$

c. Koefisien *Skewness* $C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (S)^3}$

$$= \frac{10 \cdot (-141902,36)}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (32,839)^3}$$

$$= \mathbf{-0,557}$$

d. Koefisien *Kurtosis* $C_k = \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot (S)^4}$

$$= \frac{10^2 \cdot 17139878,15}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (10-3) \cdot (32,839)^4}$$

$$= \mathbf{2,924}$$

e. Hitung factor frekuensi (K) untuk periode ulang tahun

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n}$$

1. $K_5 \text{ tahun} = \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496}$

$$K_5 \text{ tahun} = \mathbf{1,059}$$

2. $K_{10} \text{ tahun} = \frac{2,2510 - 0,4952}{0,9496}$

$$K_{10} \text{ tahun} = \mathbf{1,849}$$

3. $K_{15} \text{ tahun} = \frac{2,6150 - 0,4952}{0,9496}$

$$K_{15} \text{ tahun} = \mathbf{2,232}$$

4. $K_{20} \text{ tahun} = \frac{2,9790 - 0,4952}{0,9496}$

$$K_{20} \text{ tahun} = \mathbf{2,616}$$

3. $K_{25} \text{ tahun} = \frac{3,1993 - 0,4952}{0,9496}$

$$K_{25} \text{ tahun} = \mathbf{2,848}$$

4. $K_{50} \text{ tahun} = \frac{3,9028 - 0,4952}{0,9496}$

$$K_{50} \text{ tahun} = \mathbf{3,588}$$

$$5. K_{100 \text{ tahun}} = \frac{4,6012 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K_{100 \text{ tahun}} = \mathbf{4.324}$$

f. Hitung curah hujan dalam periode ulang tahun (X_T)

$$X_T = \bar{X} + K \times s$$

$$1. X_{T 5 \text{ tahun}} = \bar{X} + K \times s$$

$$X_{T 5 \text{ tahun}} = 120,28 + 1,06 \times 32,839$$

$$X_{T 5 \text{ tahun}} = \mathbf{155,04}$$

$$2. X_{T 10 \text{ tahun}} = \bar{X} + K \times s$$

$$X_{T 10 \text{ tahun}} = 120,28 + 1,85 \times 32,839$$

$$X_{T 10 \text{ tahun}} = \mathbf{181,00}$$

$$3. X_{T 15 \text{ tahun}} = \bar{X} + K \times s$$

$$X_{T 15 \text{ tahun}} = 120,28 + 2,23 \times 32,839$$

$$X_{T 15 \text{ tahun}} = \mathbf{193,59}$$

$$4. X_{T 20 \text{ tahun}} = \bar{X} + K \times s$$

$$X_{T 20 \text{ tahun}} = 120,28 + 2,62 \times 32,839$$

$$X_{T 20 \text{ tahun}} = \mathbf{206,17}$$

$$5. X_{T 25 \text{ tahun}} = \bar{X} + K \times s$$

$$X_{T 25 \text{ tahun}} = 120,28 + 2,85 \times 32,839$$

$$X_{T 25 \text{ tahun}} = \mathbf{213,79}$$

$$6. X_{T 50 \text{ tahun}} = \bar{X} + K \times s$$

$$X_{T 50 \text{ tahun}} = 120,28 + 3,59 \times 32,839$$

$$X_{T 50 \text{ tahun}} = \mathbf{238,12}$$

$$7. X_{T 100 \text{ tahun}} = \bar{X} + K \times s$$

$$X_{T 100 \text{ tahun}} = 120,28 + 4,32 \times 32,839$$

$$X_{T 100 \text{ tahun}} = \mathbf{262,27}$$

Tabel C.10 Perhitungan curah hujan periode ulang Distribusi Gumbel

Periode Ulang (tahun)	X rata-rata (mm)	S (mm)	Y_{tr} (Reduced Variate)	Y_n (Reduced Mean)	S_n (Reduced Standard Deviation)	K (Faktor Frekuensi)	X_T (mm)
5	120.28	32.839	1.5004	0.4952	0.9496	1.06	155.04
10			2.2510			1.85	181.00
15			2.6150			2.23	193.59
20			2.9790			2.62	206.17
25			3.1993			2.85	213.79
50			3.9028			3.59	238.12
100			4.6012			4.32	262.27

F. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Jenis – Jenis Distribusi

Tabel C.11 jenis sebaran untuk didapatkan satu distribusi yang akan digunakan

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Normal	$C_s \approx 0$	$C_s \approx -0.557$	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 3$	$C_k \approx 2.924$	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	$C_s = C_v^2 + 3C_v = 0.196$	$CS = -0.870$	Tidak Memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3.066$	$CK = 3.484$	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	$C_s \leq 1.1396$	$CS = -0.557$	Memenuhi
		$C_k \leq 5.4002$	$CK = 2.924$	Memenuhi
4	Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s \neq -0.870$	Tidak Memenuhi

Dari hasil diatas dapat dilihat yang memenuhi syarat adalah Distribusi Gumbel dengan syarat $C_s \leq 1,1396$ hasil $C_s = -0,557$ dan syarat untuk $C_k \leq 5,4002$ hasil $C_k = 2,924$.

G. Pengujian Chi-kuadrat

Langkah perhitungan sebarab data curah hujan Chi-Kuadrat.

1. Menghitung nilai kelas (K)

$$\begin{aligned}
 G &= 1+3,322 \log n \\
 &= 1+3,322 \log 10 \\
 &= 4,322 \approx 5
 \end{aligned}$$

2. Menghitung derajat kebebasan (dk) dan $X_{h \text{ Kritis}}^2$

Jumlah kelas distribusi (R) = 2

$$\begin{aligned}
 dk &= G - (R+1) \\
 &= 5 - (2+1) \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Nilai $X^2_{h \text{ Kritis}}$ dengan jumlah data (n) = 10, α = 5% dan $dk = 2$. Adalah = 5,991 (lihat Tabel B.6 halaman 52)

3. Menghitung nilai Frekuensi harapan (E_i)

$$\begin{aligned} E_i &= n/K \\ &= 10/5 \\ &= 2 \end{aligned}$$

4. Menghitung Nilai ΔX dan X_{awal}

$$\Delta X = \frac{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}}{K-1} = \frac{160-65}{5-1} = 23,75$$

$$\frac{1}{2}\Delta X = 11,875$$

$$X_{\text{awal}} = X_{\text{min}} - \frac{1}{2}\Delta X = 65 - 11,875 = 53,13$$

Tabel C.12 Perhitungan Chi-kuadrat $X^2_{h \text{ hitung}}$

No.	Probabilitas		Jumlah Data		Oi - Ei	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
			Oi	Ei		
1	53.13<x<76.88		1	2	-1	0.5
2	76.88<x<100.63		2	2	0	0
3	100.63<x<124,38		1	2	-1	0.5
4	124.38<x<148.13		4	2	2	2
5	148.13<x<171.88		2	2	0	0
			10	10		3
$X^2 \text{ Kritis}$	=	5.991				
$X^2 \text{ Hitung}$	=	3.00				
Kesimpulan	=	Diterima				

Hasil dari $X^2_{h \text{ hitung}}$ adalah 3.00 dan untuk nilai $X^2_{h \text{ Kritis}}$ adalah 5,991 (dengan derajat kepercayaan α = 5%) Karena $(X^2_{h \text{ hitung}}) < (X^2_{h \text{ Kritis}})$ maka data dapat diterima.

2. Menghitung Debit Banjir Periode Ulang dengan Metode Haspers

Untuk perhitungan ini dengan metode Haspers diperoleh data untuk Krueng Aceh Kabupaten Aceh Besar. Adapun data yang digunakan dalam perhitungan Metode Haspers adalah:

$$\text{- Luas DAS (A)} = 1700 \text{ Km}^2$$

- Panjang Sungai (L) = 17,04 Km²
- Kemiringan Sungai (S) = 0,000293

- a) Menghitung koefisien aliran (α) dihitung dengan persamaan rumus 2.15 sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{1+0,012xA^{0,7}}{1+0,075xA^{0,7}}$$

$$\alpha = \frac{1+0,012x1775^{0,7}}{1+0,075x1775^{0,7}}$$

$$\alpha = \mathbf{0,217}$$

- b) Menghitung waktu kosentrasi (t) dihitung dengan persamaan rumus 2.17 sebagai berikut:

$$t_c = 0,1 \times L^{0,8} \times S^{-0,3}$$

$$t_c = 0,1 \times 1775^{0,8} \times 0,000293^{-0,3}$$

$$t_c = 11,095 \text{ jam}$$

- c) Menghitung koefisien reduksi (β) dihitung dengan persamaan rumus 2.16 sebagai berikut:

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{1+(3,7 \cdot 10^{-0,4 \cdot t})}{(t^2 + 15)} \times \frac{A^{0,75}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{1+(3,7 \cdot 10^{-0,4 \cdot 11,095})}{(11,095^2 + 15)} \times \frac{1775^{0,75}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1,160 \text{ jadi } \beta = 0,86$$

- d) Hitung curah hujan dengan kala ulang T tahun. Nilai K_T dilihat dari tabel factor frekuensi sebagai berikut :

$$K_5 = 1,059 \quad \bar{R} = 120.28$$

$$K_{10} = 1,849 \quad S = 32.839$$

$$K_{15} = 2,232$$

$$K_{20} = 2,616$$

$$K_{25} = 2,848$$

$$K_{50} = 3.588$$

$$K_{100} = 4.324$$

$$\begin{aligned} X_{T \ 5 \text{ tahun}} &= \bar{X} + K \times s \\ &= 120,28 + 1,06 \times 32,839 \\ &= 155,04 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T \ 10 \text{ tahun}} &= \bar{X} + K \times s \\ &= 120,28 + 1,85 \times 32,839 \\ &= 181,00 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T \ 15 \text{ tahun}} &= \bar{X} + K \times s \\ &= 120,28 + 2,23 \times 32,839 \\ &= 193,59 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T \ 20 \text{ tahun}} &= \bar{X} + K \times s \\ &= 120,28 + 2,62 \times 32,839 \\ &= 206,17 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T \ 25 \text{ tahun}} &= \bar{X} + K \times s \\ &= 120,28 + 2,85 \times 32,839 \\ &= 213,79 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T \ 50 \text{ tahun}} &= \bar{X} + K \times s \\ &= 120,28 + 3,59 \times 32,839 \\ &= 238,12 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T \ 100 \text{ tahun}} &= \bar{X} + K \times s \\ &= 120,28 + 4,32 \times 32,839 \end{aligned}$$

$$= 262,27 \text{ mm}$$

- e) Menghitung nilai r , karena $t = 11,095$ jam maka nilai r dihitung dengan menggunakan rumus 2.19 sebagai berikut:

$$r_5 = \frac{t \times R}{t+1} = \frac{11,095 \times 155,04}{11,095+1} = 142.222 \text{ mm}$$

$$r_{10} = \frac{t \times R}{t+1} = \frac{11,095 \times 181,00}{11,095+1} = 166.033 \text{ mm}$$

$$r_{15} = \frac{t \times R}{t+1} = \frac{11,095 \times 193,59}{11,095+1} = 177,580 \text{ mm}$$

$$r_{20} = \frac{t \times R}{t+1} = \frac{11,095 \times 206,17}{11,095+1} = 189,127 \text{ mm}$$

$$r_{25} = \frac{t \times R}{t+1} = \frac{11,095 \times 213,79}{11,095+1} = 196,115 \text{ mm}$$

$$r_{50} = \frac{t \times R}{t+1} = \frac{11,095 \times 238,12}{11,095+1} = 218,432 \text{ mm}$$

$$r_{100} = \frac{t \times R}{t+1} = \frac{11,095 \times 262,27}{11,095+1} = 240,587 \text{ mm}$$

- f) Menghitung intensitas hujan berdasarkan rumus 2.21 sebagai berikut :

$$I_5 = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{142.222}{3,6 \times 11,095} = 3,56 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

$$I_{10} = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{166,033}{3,6 \times 11,095} = 4,16 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

$$I_{15} = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{177,580}{3,6 \times 11,095} = 4,45 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

$$I_{20} = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{189,127}{3,6 \times 11,095} = 4,74 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

$$I_{25} = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{196,115}{3,6 \times 11,095} = 4,91 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

$$I_{50} = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{218,432}{3,6 \times 11,095} = 5,47 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

$$I_{100} = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{240,587}{3,6 \times 11,095} = 6,02 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

- g) Menghitung debit maksimum menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_5 = \alpha \times \beta \times I_5 \times A$$

$$= 0,217 \times 0,86 \times 3,56 \times 1700$$

$$= 1133,58 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{10} = \alpha \times \beta \times I_{10} \times A$$

$$= 0,217 \times 0,86 \times 4,16 \times 1700$$

$$= 1323,36 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{15} = \alpha \times \beta \times I_{15} \times A$$

$$= 0,217 \times 0,86 \times 4,45 \times 1700$$

$$= 1415,39 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{20} = \alpha \times \beta \times I_{20} \times A$$

$$= 0,217 \times 0,86 \times 4,74 \times 1700$$

$$= 1507,43 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{25} = \alpha \times \beta \times I_{25} \times A$$

$$= 0,217 \times 0,86 \times 4,91 \times 1700$$

$$= 1563,13 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{50} = \alpha \times \beta \times I_{50} \times A$$

$$= 0,217 \times 0,86 \times 5,47 \times 1700$$

$$= 1741,00 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{100} = \alpha \times \beta \times I_{100} \times A$$

$$= 0,217 \times 0,86 \times 6,02 \times 1700$$

$$= 1917,58 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel C.13 Perhitungan Debit banjir Rencana Metode Haspers

No.	Periode Ulang (tahun)	X (mm)	ADAS (Km ²)	L (Km)	S	tc (jam)	r (mm)	1/β	β	α	I (m ³ /detik/km ²)	Q _{max} (m ³ /detik)
1	5	155.04	1700	17.04	0.00029	11.095	142.222	1.160	0.86	0.217	3.56	1133.58
2	10	181.00	1700	17.04	0.00029	11.095	166.033	1.160	0.86	0.217	4.16	1323.36
3	15	193.59	1700	17.04	0.00029	11.095	177.580	1.160	0.86	0.217	4.45	1415.39
4	20	206.17	1700	17.04	0.00029	11.095	189.127	1.160	0.86	0.217	4.74	1507.43
5	25	213.79	1700	17.04	0.00029	11.095	196.115	1.160	0.86	0.217	4.91	1563.13
6	50	238.12	1700	17.04	0.00029	11.095	218.432	1.160	0.86	0.217	5.47	1741.00
7	100	262.27	1700	17.04	0.00029	11.095	240.587	1.160	0.86	0.217	6.02	1917.58

3. Menghitung Debit Aliran Sungai Pada Jembatan Lubok Sukon

- Diketahui
- panjang jembatan = 308 meter
 - panjang sungai = 17,04 km
 - kemiringan sungai = 0,000293
 - Koefisien manning = 0,030, dapat dilihat pada lampiran B. tabel B.8 halaman 54

a. Pias 1 (7 meter)

a. Menghitung luas penampang sungai (A)

$$\begin{aligned} - A_1 &= \left(\frac{b_1 + b_2}{2} \right) h_1 \\ &= \left(\frac{304,02 + 298,06}{2} \right) 3 \\ &= 301,04 \times 3 = 903,12 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= \left(\frac{b_3 + b_4}{2} \right) h_2 \\ &= \left(\frac{53,1 + 45}{2} \right) 4 \\ &= 49,05 \times 4 = 196,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{Total 1}} &= A_1 + A_2 \\ &= 903,12 + 196,2 = 1099,32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Menghitung keliling basah (P)

- P_1 = Lebar keseluruhan penampang

$$P_1 = 4,23 + 122,48 + 5,69 + 45 + 5,69 + 122,48 + 4,23 = 309,8 \text{ m}$$

c. Menghitung jari jari Hidrolis (R)

$$\begin{aligned} - R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{1099,32}{309,8} = 3,54 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Menghitung kecepatan aliran (V) dengan persamaan Manning

$$- V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0.030} \times (3,54)^{\frac{2}{3}} \times (0,000293)^{\frac{1}{2}}$$

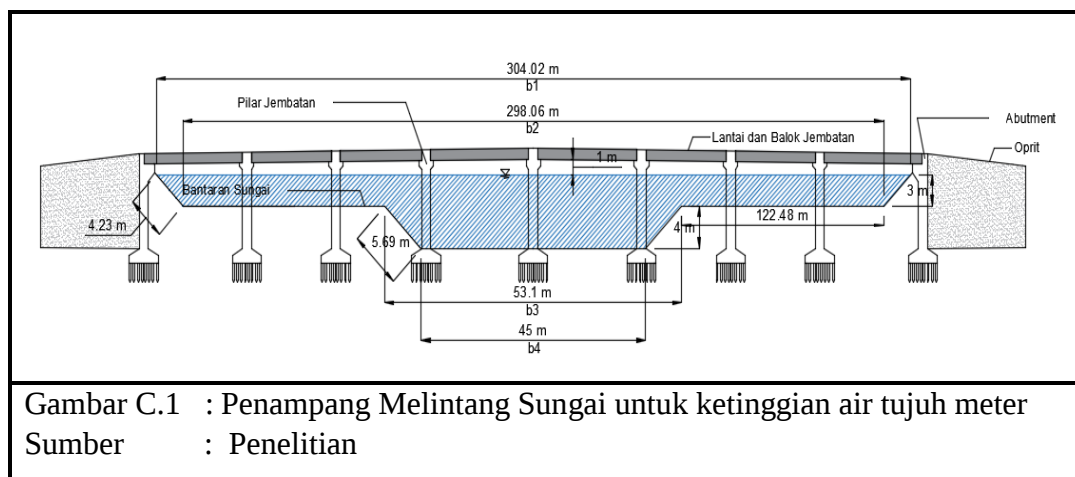
$$= 1,32 \text{ m/detik}$$

e. Menghitung debit aliran (Q)

$$- Q = A \times V$$

$$= 1099,32 \times 1,32$$

$$= 1451,10 \text{ m}^3/\text{detik}$$



b. Pias 2 (6 meter)

a. Menghitung luas penampang sungai (A)

$$- A_1 = \left(\frac{b_1 + b_2}{2} \right) h_1$$

$$= \left(\frac{302,04 + 298,06}{2} \right) 2$$

$$= 300,05 \times 2 = 600,1 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \left(\frac{b_3 + b_4}{2} \right) h_2$$

$$= \left(\frac{53,1 + 45}{2} \right) 4$$

$$= 49,05 \times 4 = 196,2 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Total 1}} = A_1 + A_2$$

$$= 600,01 + 196,2 = 796,2 \text{ m}^2$$

b. Menghitung keliling basah (P)

- P_1 = panjang penampang basah

$$P_1 = 2,82 + 122,48 + 5,69 + 45 + 5,69 + 122,48 + 2,82 = 306,98\text{m}$$

c. Menghitung jari jari Hidrolis (R)

$$- R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{769,3}{306,98} = 2,50 \text{ m}$$

d. Menghitung kecepatan aliran (V) dengan persamaan Manning

$$- V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0.030} \times (2,50)^{\frac{2}{3}} \times (0,000293)^{\frac{1}{2}}$$

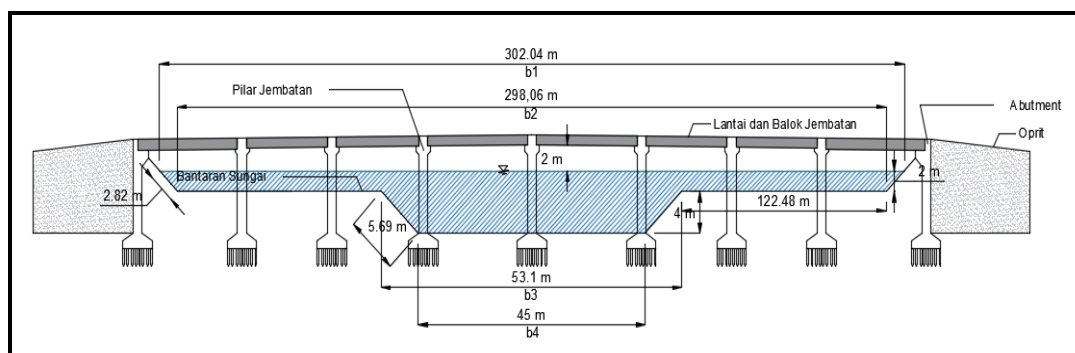
$$= 1,05 \text{ m/detik}$$

e. Menghitung debit aliran (Q)

$$- Q = A \times V$$

$$= 769,3 \times 1,05$$

$$= 807,76 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar C.2 : Penampang Melintang Sungai untuk ketinggian air enam meter
Sumber : Penelitian

c. Pias 3 (5 meter)

a. Menghitung luas penampang sungai (A)

$$\begin{aligned} - A_1 &= \left(\frac{b_1 + b_2}{2} \right) h_1 \\ &= \left(\frac{300,05 + 298,06}{2} \right) 1 \\ &= 299,055 \times 1 = 299,05 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= \left(\frac{b_3 + b_4}{2} \right) h_2 \\ &= \left(\frac{53,1 + 45}{2} \right) 4 \\ &= 49,05 \times 4 = 196,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{Total 1}} &= A_1 + A_2 \\ &= 299,055 + 196,2 = 495,25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Menghitung keliling basah (P)

- P_1 = jumlah keseluruhan penampang

$$P_1 = 1,41 + 122,48 + 5,69 + 45 + 5,69 + 122,48 + 1,41 = 304,16 \text{ m}$$

c. Menghitung jari jari Hidrolis (R)

$$\begin{aligned} - R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{495,25}{304,16} = 1,62 \text{ m} \end{aligned}$$

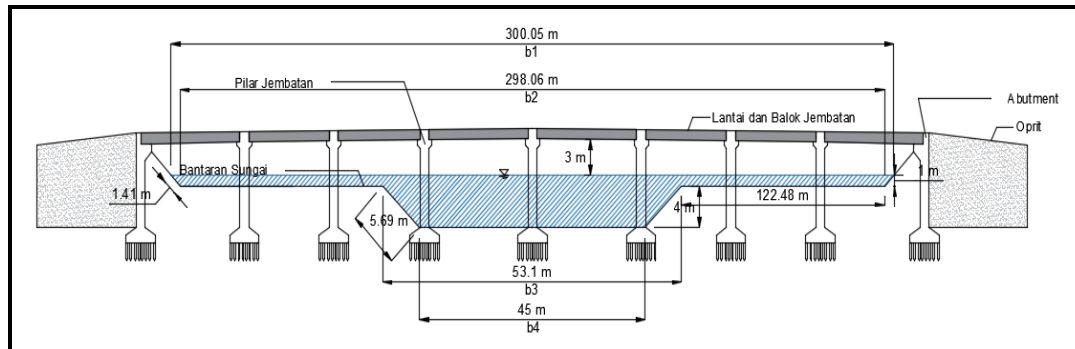
d. Menghitung kecepatan aliran (V) dengan persamaan Manning

$$\begin{aligned} - V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0,030} \times (1,62)^{\frac{2}{3}} \times (0,000293)^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,78 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

e. Menghitung debit aliran (Q)

$$\begin{aligned} - Q &= A \times V \\ &= 495,25 \times 0,78 \end{aligned}$$

$$= 386,29 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar C.3 : Penampang Melintang Sungai untuk ketinggian air lima meter
Sumber : Penelitian

d. Pias 4 (4 meter)

a. Menghitung luas penampang sungai (A)

$$\begin{aligned} A &= \left(\frac{b_3 + b_4}{2} \right) h_2 \\ &= \left(\frac{53,1 + 45}{2} \right) 4 \\ &= 49,05 \times 4 = 196,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Menghitung keliling basah (P)

- P_1 = jumlah keseluruhan penampang

$$P_1 = 5,69 + 45 + 5,69 = 56,38 \text{ m}$$

c. Menghitung jari jari Hidrolis (R)

$$\begin{aligned} - R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{196,2}{56,38} = 3,47 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Menghitung kecepatan aliran (V) dengan persamaan Manning

$$\begin{aligned} - V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0.030} \times (3,47)^{\frac{2}{3}} \times (0,000293)^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

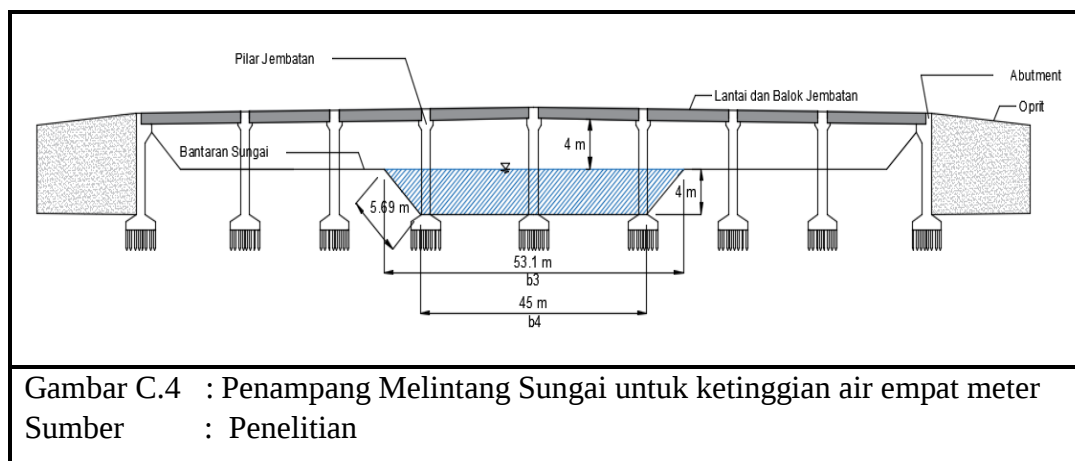
$$= 1,30 \text{ m/detik}$$

e. Menghitung debit aliran (Q)

$$- Q = A \times V$$

$$= 196,2 \times 1,30$$

$$= 255,06 \text{ m}^3/\text{detik}$$



e. **Pias 5 (3 meter)**

a. Menghitung luas penampang sungai (A)

$$A = \left(\frac{b_3 + b_4}{2} \right) h$$

$$= \left(\frac{51,08 + 45}{2} \right) 3$$

$$= 48,04 \times 3 = 144,12 \text{ m}^2$$

b. Menghitung keliling basah (P)

- P_1 = jumlah keseluruhan penampang

$$P_1 = 4,27 + 45 + 4,27 = 53,54 \text{ m}$$

c. Menghitung jari jari Hidrolis (R)

$$- R = \frac{A}{P}$$

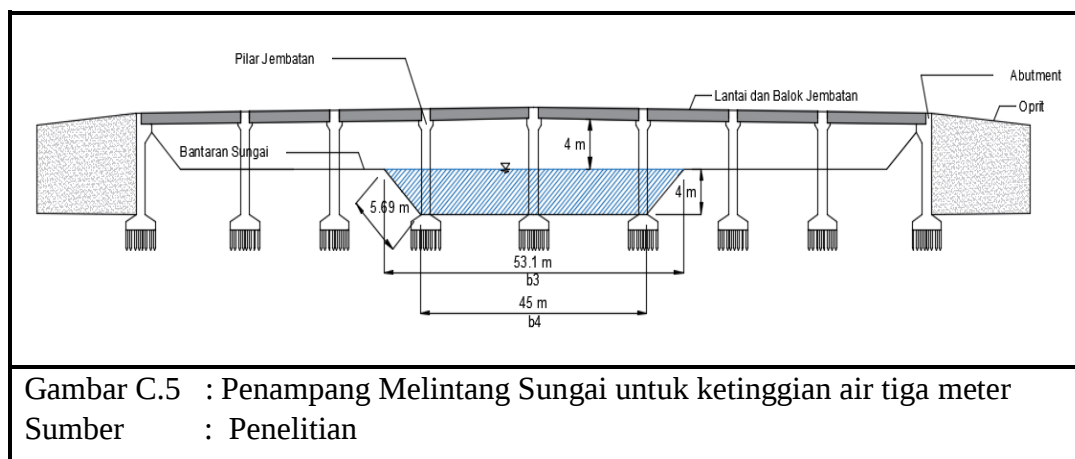
$$= \frac{144,12}{53,54} = 2,69 \text{ m}$$

d. Menghitung kecepatan aliran (V) dengan persamaan Manning

$$\begin{aligned} - V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0.030} \times (2,69)^{\frac{2}{3}} \times (0,000293)^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,10 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

e. Menghitung debit aliran (Q)

$$\begin{aligned} - Q &= A \times V \\ &= 144,12 \times 1,10 \\ &= 158,53 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$



Tabel C.14 Perhitungan debit aliran sungai pada jembatan Lubok Sukon

tinggi air dari bawah	A (m ²)	P (m)	R	V (m/detik)	Q (m ³ /detik)
7	1009.32	304.02	3.61	4.22	4639.13
6	769.3	302.04	2.54	3.34	2569.46
5	495.25	300.04	1.65	2.50	1238.12
4	196.2	53.1	3.69	4.28	839.73
3	144.32	51.08	2.82	3.58	515.94