

**ANALISIS SEDIMENTASI PADA DAS KRUENG TRIPA
MENGUNAKAN METODE ENGELUND AND HANSEN
DAN METODE BAGNOLD**

(Studi Kasus Desa Ujong Krueng Kecamatan Tripa Makmur
Kabupaten Nagan Raya)

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat – Syarat
Yang Diperlukan Untuk Memperoleh
Ijazah Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

ARDILLA

NIM : 1805903020016

Bidang : Hidroteknik

Jurusan : Teknik Sipil



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TEUKU UMAR
ALUE PEUNYARENG, ACEH BARAT
2022**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS SEDIMENTASI PADA DAS KRUENG TRIPA
MENGGUNAKAN METODE ENGELUND AND HANSEN
DAN METODE BAGNOLD
(Studi Kasus Desa Ujong Krueng Kecamatan Tripa Makmur
Kabupaten Nagan Raya)

Oleh

Nama Mahasiswa : Ardilla
Nomor Induk Mahasiswa : 1805903020016
Bidang Studi : Hidroteknik
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 16 November 2022

Dibimbing Oleh

Pembimbing

Ir. Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T

NIP.198111272021211002

Diketahui/Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik Universitas
Teuku Umar

Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Teuku Umar

Dr.Ir.M. Isya, M.T

NIP. 196204111989031000

Ir. Lissa Opirina S.T.,M.T

NIP. 1979100522021212009

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS SEDIMENTASI PADA DAS KRUENG TRIPA
MENGGUNAKAN METODE ENGELUND AND HANSEN
DAN METODE BAGNOLD
(Studi Kasus Desa Ujong Krueng Kecamatan Tripa Makmur
Kabupaten Nagan Raya)

Oleh:

Nama : Ardilla
NIM : 1805903020016
Bidang Studi : Hidroteknik
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 16 November 2022

Disetujui Oleh,

Penguji I

Penguji II

Ir. Cut Suciatina Silvia, S.T., M.T
NIP. 1982206052021212022


Meylis Safriani, S. T., M. T
Nip. 1990050120180320001

Diketahui/Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Ir. M. Isya, M. T
NIP. 196204111989031000

Ir. Lissa Opirina, S. T., M. T
NIP. 197910052021212009

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ardilla

NIM : 1805903020016

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Didalam skripsi saya tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari tugas akhir, 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 ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah olah karya asli saya sendiri.
3. Apabila ternyata terdapat dalam tugas akhir saya bagian bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebagian atau seluruhnya hak atas kesarjanaan saya.

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

Alue Peunyareng, 16 November 2022

Penulis,



ARDILLA

NIM. 1805903020016

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T atas rahmat, nikmat dan karunia yang dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulisan proposal skripsi yang berjudul “Analisis Sedimentasi Di DAS Krueng Tripa Kabupaten Nagan Raya Menggunakan (Metode Engelund Dan Hansen dan Bagnold)” ini telah berhasil diselesaikan. Penelusuran tugas akhir dilakukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar. penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak maka penulis sangat sulit untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Setiap bagian dari skripsi ini tidak terlepas dari inspirasi dan bantuan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal ini, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan ucapan terimakasih yang amat tulus dan sabar dalam memberi arahan kepada penulis Bapak Ir. Muhammad Ikhsan, S.T., M.T sebagai dosen Pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing dan memberi pengarahan pada saya dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. M. Isya, M.T sebagai dekan Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar.
2. Ibu Ir. Lissa Opirina, S.T.,M.T sebagai ketua jurusan Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar.
3. Bapak Ir. Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T selaku Sekrestaris Jurusan Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar.
4. Ibu Ir. Cut Suciatina Silvia, S.T.,M.T, selaku Dosen Penguji I yang turut memberikan arahan dan saran yang telah diberikan.
5. Ibu Meylis Safriani, S.T.,M.T, selaku Dosen Penguji II yang turut memberikan arahan dan saran yang bersifat membangun bagi penulis.
6. Sumber inspirasi hidup sepanjang masa yaitu Kedua Orang Tua saya yang telah memberikan do’a, dukungan moril maupun materil serta motivasi

hidup, beserta adik tercinta yang telah mendo'akan penulis untuk menjadi yang lebih baik lagi.

7. Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar yang telah memberikan pelajaran selama perkuliahan.
8. Kabag dan Staf Tata Usaha Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar yang telah membantu penulis dalam melancarkan surat menyurat.
9. Terima kasih saya kepada Riki Kurniawan, S.T. yang selalu berdoa dan mengingatkan saya, kasih sayangnya, perhatian dan kesabarannya yang telah memberikan saya semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga engkau pilihan yang terbaik.
10. Kepada sahabat saya yang tercinta, Masyitah, Maulidar, S.T. Ainul Marzhiah S.T. Alfian Rul Zahri, yang telah memberikan dukungan dan bantuannya selama ini.
11. Senior serta Junior Teknik Sipil yang telah ikut ambil memberikan semangat dan motivasinya yang sangat baik pada penulis, sehingga menambah pengetahuan bagi penulis.

Akhirnya penulis berserah diri, semoga apa yang dilakukan ini mendapatkan ridho- Nya, dan berharap semoga karya ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis pribadi, bagi pihak Jurusan Teknik Sipil, bagi pihak Universitas Teuku Umar, dan umumnya bagi para pembaca.

Alue Peunyareng, 16 Desember 2022

Penulis

ARDILLA

NIM : 1805903020016

ANALISIS SEDIMENTASI PADA DAS KRUENG TRIPA MENGUNAKAN METODE ENGELUND AND HANSEN DAN METODE BAGNOLD

(Studi Kasus : Desa Ujong Krueng Kecamatan Tripa Makmur Kabupaten Nagan Raya)

Oleh :

Ardilla

Nim. 1805903020016

Pembimbing :

Ir. Muhammad Ikhsan S.T.,M.T

ABSTRAK

Sedimentasi yaitu pengendapan sedimen hasil erosi oleh aliran air pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat. Erosi yang terjadi secara terus menerus dan masuk ke sungai dapat menyebabkan adanya sedimentasi atau pendangkalan. Proses terjadinya sedimentasi mengendapnya hasil erosi yang terbawa oleh aliran air pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat sehingga terjadinya pendangkalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar angkutan sedimentasi yang terjadi pada DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa Makmur, Kabupaten Nagan Raya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Engelund and Hansen dan metode Bagnold. Data yang dikumpulkan berupa data primer yang meliputi kecepatan aliran, kedalaman sungai, lebar sungai dan sampel sedimen. Sedangkan data sekunder meliputi peta DAS dan peta Lokasi. Selanjutnya pengujian sampel sedimen dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas teuku Umar dengan menguji *specivic gravity* (berat jenis sedimen) dan *sieve analysis* (analisa saringan). Dari hasil pengujian di laboratorium, didapat nilai ukuran partikel sedimen d_{50} dari *sieve analysis* adalah 0,59 mm dan untuk nilai rerata dari *specivic gravity* adalah 3.571 gr/cm^3 . selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus empiris yaitu dengan menggunakan metode Engelund and Hansen serta metode Bagnold. Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka hasil yang didapat dari metode Engelund and Hansen sebesar 751.79 ton/tahun sedangkan dengan metode Bagnold didapat sebesar 42.746 ton/tahun. Sedimentasi yang ada menyebabkan alur sungai menjadi dangkal dan sering terjadi banjir. Supaya mencegah agar tampungan sungai tetap normal maka harus diberlakukan normalisasi dengan cara pengerukan.

Kata Kunci: Sedimentasi, DAS Krueng Tripa, Engelund and Hansen, Bagnold.

SEDIMENTATION ANALYSIS IN THE KRUENG TRIPA WATERSHED USING THE ENGELUND AND HANSEN METHOD AND THE BAGNOLD METHOD

(Case Study : Ujong Krueng Village, Tripa Makmur District Regency Nagan Raya)

By:
Ardilla
1805903020016

Supervisor:
Ir. Muhammad Ikhsan S.T.,M.T

ABSTRACT

Sedimentation is the deposition of sediments resulting from erosion by the flow of water in a place where the flow rate is slow. erosion that occurred in a manner Keep going continuously and enter to river could cause exists sedimentation or silting . The process occurs sedimentation precipitate it results carried erosion _ by water flow on something speed place _ Genre his slow down so that happening silting . The purpose of this study was to find out how much sediment transport occurred in the Krueng watershed Tripa, Ujong Krueng Village , Tripa Makmur District, Nagan Raya Regency. Method used _ on study this is method Engelund and Hansen and the Bagnold method . The data collected is in the form of primary data which includes flow velocity, river depth, river width and sediment samples. While secondary data includes watershed maps and location maps. Next is testing sample sediment carried out in the Laboratory Technique Civil University teuku Umar with test *specific gravity* (heavy type sediment) and *sieve analysis* (analysis filter) . From the test results in In the laboratory , the value of the d_{50} sediment particle size from *sieve analysis* was 0.59 mm and the average value of specific gravity was 3.571 gr / cm^3 . then the calculation is carried out using the empirical formula, namely by using the Engelund and Hansen method and the Bagnold method . From the results of the calculations carried out, the results obtained from the Engelund and Hansen method were 751.79 tons /year while the Bagnold method was obtained at 42.746 tons/year. The existing sedimentation causes the river channel to become shallow and frequent flooding occurs. So prevent the reservoir river stay normal then must enforced normalization with method dredging .

Keywords : Sedimentation, Krueng Tripa Watershed, Engelund and Hansen, Bagnold.

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN B	xiv
DAFTAR LAMPIRAN C	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Hasil Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sungai.....	5
2.2 Sedimentasi	5
2.2.1 Bentuk-bentuk Sedimentasi	8
2.2.2 Sifat-sifat Sedimen	11
2.2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sedimentasi	15
2.3 Klasifikasi Sedimen	16
2.4 Formulasi Angkutan Sedimen.....	17
2.5 Penelitian terdahulu.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	23

3.1	Lokasi Penelitian	23
3.2	Metode Pengumpulan Data.....	23
3.2.1	Data Primer	24
3.2.2	Data Sekunder.....	26
3.3	Metode Pengambilan Sampel	26
3.4	Pengujian Berat Jenis.....	27
3.5	Metode Analisis Data	28
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Hasil Pengukuran data primer.....	31
4.1.1	Pengukuran kecepatan aliran sungai.....	31
4.1.2	Pengukuran kedalaman aliran sungai	31
4.1.3	Hasil Pengambilan sampel sedimen	32
4.1.4	Hasil Pengukuran kemiringan sungai	32
4.1.5	Hasil uji laboratorium sampel sedimen	32
4.2	Hasil Analisis Sedimen	32
4.2.1	Analisis Traspor Sedimen Dasar Metode Engelund and Hansen	35
4.2.2	Analisis Traspor Sedimen Dasar Metode Bagnold.....	36
4.3	Perhitungan Jumlah Sedimentasi Dasar	41
4.3.1	Metode Engelund And Hansen	41
4.3.2	Metode Bagnold.....	42
4.3.3	Rekapitulasi Jumlah Total Sedimen	43
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	45
	DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar A.2.1	Angkutan Sedimen pada Penampang Memanjang.....	6
Gambar A.2.2	Total Muatan.....	7
Gambar A.3.1	Alat <i>Van Veen</i>	27
Gambar A.3.2	Alat Saringan.....	29
Gambar A.4.1	Grafik Ukuran Butiran Sedimen D_{50}	34
Gambar A.4.2	Variasi e_b dan $\tan \alpha$ dalam Metode.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Besar Butir Menggunakan Skala <i>Wentworth</i>	12
Tabel 2.2	Standar Ukuran Saringan.....	12
Tabel 2.3	Batasan – Batasan Ukuran Tanah.....	13
Tabel 2.4	Penelitian Terdahulu.....	20
Tabel 4.1	Pengukuran Kecepatan Aliran.....	31
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Kemiringan Sungai.....	32
Tabel 4.3	Berat Jenis (Gs) Sedimen.....	33
Tabel 4.4	Analisis Ukuran Butir Sedimen.....	34
Tabel 4.5	Rekapitulasi Debit Sedimen Dasar Metode Engelund and Hansen dan Bagnold.....	43

DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

Gambar A.1.1	Sedimentasi.....	48
Gambar A.1.2	Kondisi Banjir.....	49
Gambar A.3.1	Diagram Alir Penelitian.....	50
Gambar A.4.1	Pengukuran Kecepatan Aliran.....	51
Gambar A.4.2	Pengukuran Kedalaman Aliran.....	52
Gambar A.4.3	Pengukuran Lebar Sungai.....	53
Gambar A.4.4	Sampel Sedimen	54
Gambar A.4.5	Pengambilan Sampel Sedimen.....	55
Gambar A.4.6	Pengujian Berat Jenis	56
Gambar A.4.7	Pengujian <i>Sieve Analysis</i>	57
Gambar A.3.2	Peta Provinsi Aceh.....	74
Gambar A.3.3	Peta Kabupaten Nagan	75
Gambar A.3.4	Peta Lokasi Penelitian.....	76
Gambar A.3.5	Peta DAS Nagan Raya.....	77
Gambar A.3.4	Tampak Atas Sungai Krueng	79
Gambar A.3.5	Peta DAS Tripa.....	78

DAFTAR LAMPIRAN B

Tabel 4.1	Kecepatan Aliran, Lebar Sungai, dan Kedalaman Sungai.....	58
Tabel 4.2	Data Elevasi pada Pengukuran di Lapangan.....	58
Tabel 4.3	Data Pengujian Analisa Saringan/ <i>sieve analysis</i>	62
Tabel 4.4	Data Kerapatan massa/ <i>specific gravity</i>	67
Tabel 5.1	viskositas air (n) dan berat jenis air (Gw).....	72
Tabel 5.2	Faktor koreksi temperaturnya (Ct).....	72
Tabel 5.3	Nilai 3 K untuk nilai Gs tanah dan temperaturnya.....	72
Tabel 5.4	Nilai K beberapa nilai Gs tanah dan temperaturnya.....	73
Tabel 5.6	Nilai Kinematis Air.....	73

DAFTAR LAMPIRAN C

Lampiran C Metode Engelund and Hansen.....	78
Lampiran C Metode Bagnold.....	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai adalah suatu alur panjang di permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan. Sungai merupakan salah satu sumber air bagi kehidupan yang ada di bumi. Semua makhluk hidup memerlukan air untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya. Pemanfaatan sungai sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, pariwisata, olahraga, perikanan, pembangkit tenaga listrik, transportasi dan bagi alam sebagai pendukung utama kehidupan flora dan fauna yang berada disekitarnya. Seiring perkembangan penduduk dan meningkatnya kegiatan masyarakat perubahan fungsi lingkungan dapat berdampak negatif terhadap kelestarian sumber daya air dan meningkatnya daya rusak air. Luapan air sungai merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya banjir.

Banjir merupakan suatu kondisi terjadinya genangan, permasalahan banjir disebabkan karena tingginya intensitas hujan yang terjadi sehingga mengakibatkan limpasan air sungai yang telah melebihi kapasitas tampung Daerah Aliran Sungai (DAS) sehingga dapat menimbulkan banjir. Banjir dapat disebabkan juga adanya pendangkalan karena terjadinya sedimentasi pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Bencana banjir dapat menyebabkan beberapa dampak bagi aktivitas manusia, bahkan dapat mengancam kehidupan manusia. Dengan kondisi yang demikian usaha – usaha pengelolaan wilayah DAS pada saat ini dirasakan kurang efektif dan kurang efisien, keadaan ini tercermin dengan masih belum terkendalinya banjir di musim hujan, terjadinya kekeringan di musim kemarau dan menurunnya kualitas air.

Sedimentasi adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Hasil proses erosi yang terbawa oleh aliran air pada suatu tempat yang kecepatannya melambat sehingga terjadinya pendangkalan. Pendangkalan akibat sedimentasi menjadi salah satu permasalahan

yang terjadi di Sungai Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa Makmur, Kabupaten Nagan Raya.

Menurut soewarno (1991), partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar (*bed load*). Adanya muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel- partikel dasar sungai. Gerakan itu dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak kearah hilir.

Wilayah yang mengalami permasalahan pada Sungai Seperti terjadinya banjir dan adanya dampak sedimentasi adalah Sungai Krueng Tripa, Di Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa Makmur, Kabupaten Nagan Raya. Banjir disebabkan oleh meluapnya air Sungai Krueng Tripa di Desa Ujong Krueng sehingga berkurangnya daerah resapan air. Berdasarkan informasi dari salah satu warga, banjir memberikan dampak negatif bagi penduduk, banyak bangunan dan perkebunan warga yang terendam banjir dalam jangka waktu yang selama hujan dengan intensitas yang tinggi. Keadaan tersebut sangat merugikan dan berbahaya bagi warga dan menghambat jalannya aktivitas penduduk setempat.

Desa Ujong Krueng merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Tripa Makmur Kabupaten Nagan Raya, dengan luas wilayah $189,41 \text{ km}^2$. Desa Ujong Krueng merupakan Desa yang berada didekat Sungai Tripa. Sehingga jika hujan deras datang mengguyur maka dapat mengakibatkan banjir dan akan merendam perumahan warga. Berdasarkan hasil survey dan wawancara di lokasi, banjir yang terjadi setiap tahun semakin parah dan mengakibatkan pendangkalan sungai yang terjadi. Pendangkalan sungai yang terjadi disebabkan karena sedimentasi. Kondisi banjir dapat dilihat pada Lampiran A.1.2 halaman 49.

Penelitian terhadap daerah aliran sungai dan pola pengendapan sedimentasi pada Sungai Krueng Tripa diharapkan mampu untuk mengetahui jumlah sedimentasi serta kaitannya dengan aliran sungai. Sedimentasi yang terjadi pada suatu muara sungai akan mengakibatkan menurunnya kecepatan aliran sungai tersebut. Penelitian ini menggunakan metode Engelund and Hansen, dan metode

Bagnold. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu dijadikan salah satu alternatif untuk mengatasi pendangkalan Sungai Krueng Tripa tepatnya Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa Makmur, Kabupaten Nagan Raya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah seberapa besar jumlah sedimentasi yang terjadi pada Sungai Krueng Tripa di Desa Ujong Krueng Kecamatan Tripa Makmur Kabupaten Nagan Raya.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa jumlah sedimentasi pada Sungai Krueng Tripa di Desa Ujong Krueng Kecamatan Tripa Makmur Kabupaten Nagan Raya Menggunakan Metode Engelund and Hansen dan Metode Bagnold.

1.4 Batasan Penelitian

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

1. Lokasi penelitian dilakukan pada DAS Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa Makmur Kabupaten Nagan Raya.
2. Sampel sedimen yang diambil adalah sedimen dasar (*bed load*), dan hanya menganalisis sedimen dasar (*bed load*) tidak menganalisis sedimen melayang (*suspended load*).
3. Perhitungan jumlah angkutan sedimen pada DAS Tripa tepatnya Desa Ujong Krueng menggunakan metode Engelund and Hansen dan metode Bagnold.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada pihak terkait tentang upaya yang dilakukan dan pencegahan sedimentasi pada daerah tersebut.
2. Kita dapat membandingkan hasil perhitungan muatan sedimen sungai dari beberapa metode sehingga dapat dijadikan acuan untuk menghitung jumlah muatan sedimen pada sungai-sungai lainnya.
3. Bagi peneliti, persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

1.6 Hasil Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian analisis sedimentasi pada DAS Krueng Tripa di Desa Ujong Krueng berupa nilai berat jenis sedimen rerata adalah $3,571 \text{ gr/cm}^3$, nilai sedimen d_{50} dari pengujian *sieve analysis* adalah 0,59 mm. Besaran sedimen dasar yang didapat menggunakan metode Engelund and Hansen sebesar 751.79 ton/tahun, sedangkan menggunakan metode Bagnold sebesar 42.746 ton/tahun. Perbedaan yang cukup signifikan ini diakibatkan oleh adanya parameter τ_0 mempengaruhi terjadinya pengendapan dari partikel sedimen dasar yang dipengaruhi oleh berat jenis air dan ukuran partikel sedimen, sedangkan metode Bagnold memperhitungkan parameter tahanan geser (τ).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai adalah saluran alamiah dipermukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tinggi ke daerah rendah dan akhirnya bermuara di danau atau di laut. Sungai memiliki beberapa jenis menurut jumlah sumber airnya (Syarifuddin, 2002) yaitu:

1. Sungai hujan yaitu sungai yang airnya berasal dari hujan atau sumber mata air;
2. Sungai Gletser yaitu sungai yang airnya berasal dari pencairan es;
3. Sungai Campuran yaitu sungai yang airnya berasal dari pencairan es (gletser), dari hujan, dan dari sumber mata air.

Asdak (2010) menyebutkan bahwa aliran sungai merupakan wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung – punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui sungai utama.

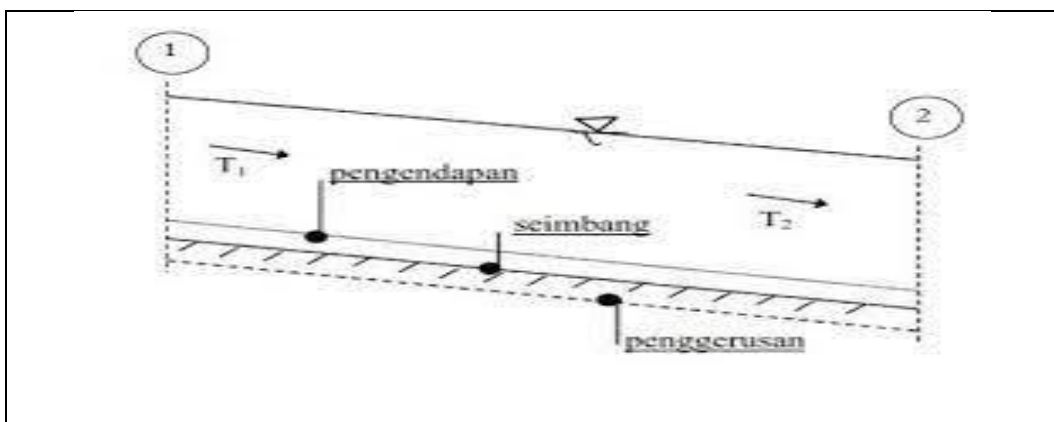
2.2 Sedimentasi

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis tanah erosi lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk, hasil sedimen (*Sediment Yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya di peroleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*Suspended Sediment*) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk atau sungai, dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, material organik yang ditransferkan dari berbagai sumber dan di endapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk di dalamnya material yang

diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Asdak, 2015).

Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi, yaitu proses yang bertanggung jawab atas terbentuknya dataran-dataran *alluvial* yang luas dan banyak terdapat di dunia, merupakan suatu keuntungan karena dapat memberikan lahan untuk perluasan pertanian atau permukiman (Sitana, 2010).

Proses sedimentasi dapat memberikan dampak yang menguntungkan dan merugikan. Dikatakan menguntungkan karena pada tingkat tertentu adanya aliran sedimen ke daerah hilir dapat menambah kesuburan tanah serta terbentuknya tanah garapan yang baru di daerah hilir. Tetapi, pada saat yang bersamaan aliran sedimen dapat menurunkan kualitas perairan dan pendangkalan badan perairan (Asdak, 2015). Sedangkan menurut (Soewarno, 1991 dalam Hatas, 2015). Proses sedimentasi meliputi proses erosi, angkutan, pengendapan, dan pemadatan dari sedimen itu sendiri. Proses ini sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan *energy kinetik* yang merupakan permulaan dari proses erosi. Partikel halus yang terbawa aliran sebagian tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa menjadi angkutan sedimen. Angkutan sedimen pada penampang memanjang sungai dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



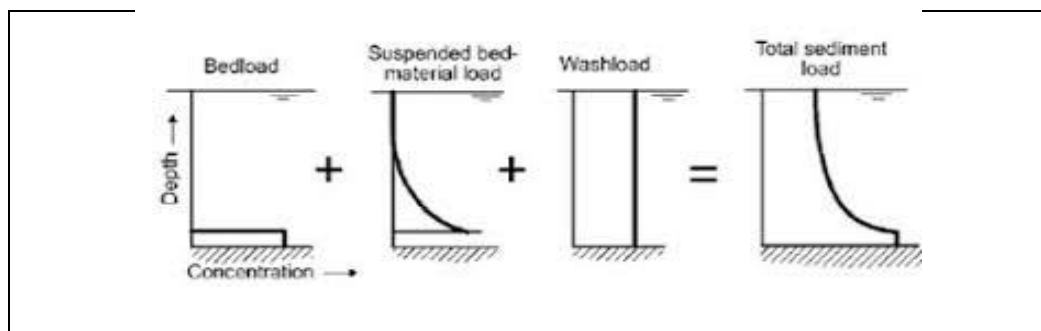
Gambar 2.1 angkutan sedimen pada penampang memanjang sungai

Sumber : Soewarno, 1991

Perhitungan sedimen dasar (*bed load*) ini bergerak didasar saluran dengan cara menggelinding (*rolling*), menggeser (*sliding*), dan meloncat (*jumping*) atau dengan kata lain partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan adanya muatan dasar ditunjukkan oleh gerakan-gerakan partikel-partikel dasar sungai (*bed load*) secara langsung sangat sulit dilakukan. Pengukuran sedimen dasar (*bed load*) biasanya dilakukan dengan pengambilan sampel dengan alat penangkap sedimen. Bila pengukuran sedimen dasar (*bed load*) tidak dilakukan, besarnya sedimen tersebut dapat diperkirakan dengan menggunakan tabel *Boeland* dan *maddock* (1951) dalam *puslitbag* PU tahun 1989, yang tergantung pada konsentrasi dan gradasi butiran sedimen layang (*suspended load*) berupa *clay*, *silt*, dan pasir (Soewarno 1991, dalam Ridho, 2015).

Hasil sedimen tergantung pada besarnya erosi total DAS dan tergantung pada transpor partikel-partikel tanah yang tererosi dari daerah tangkapan air. Hasil sedimen dari suatu daerah aliran tertentu dapat ditentukan dengan pengukuran pengangkutan sedimen terlarut (*suspended sediment*) pada titik control dari alur sungai. Sedimen yang sering dijumpai dalam sungai baik terlarut maupun tidak terlarut adalah merupakan produk dari pelapukan iklim. Hasil pelapukan batuan-batuan dikenal sebagai partikel-partikel tanah (Asdak, 2015).

Beban sedimen yang diangkut melewati suatu penampang alur sungai terdiri atas beban bilas (*wash load*), beban layang (*suspended load*), dan beban alas (*bed load*). Total muatan sedimen (*sediment load*) adalah akumulasi dari semua jenis sedimen yang masuk pada bagian outlet atau aliran sungai yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 : Total muatan sedimen

Sumber : Asdak,2015

2.2.1 Bentuk-bentuk Sedimentasi

Berdasarkan bentuk dan proses pengendapan sedimentasi dapat dibedakan menjadi beberapa bagian seperti sedimentasi *fluvial*, sedimentasi marine, sedimentasi *aeolis* atau *aeris*, dan sedimentasi glasial.

1. Sedimentasi *fluvial*

Sedimen *fluvial* yaitu proses pengendapan material yang diangkut oleh air sepanjang aliran sungai. Tempat-tempat pengendapannya antara lain di dasar sungai, danau, atau muara sungai. Sumber utama dari material yang menjadi endapan *fluvial* adalah pecahan dari batuan yang lapuk. Batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ke tempat lain oleh tenaga air. Bentuk alam hasil sedimentasi *fluvial* antara lain (Ginting, 2004):

a) Dataran banjir

Dataran banjir merupakan dataran rendah di kanan kiri sungai yang terbentuk dari material hasil pengendapan banjir aliran sungai. Pada saat banjir datang, air meluap ke kanan kiri alur sungai. Luapan air ini membawa material sedimen yang kemudian diendapkan di kanan kiri sungai. Proses ini berlangsung lama, hingga terbentuk dataran banjir. Dataran banjir ini lebih rendah dari daerah sekitarnya.

b) Kipas *alluvial* (*alluvial fan*)

Kenampakan ini terbentuk di kaki gunung atau tempat yang jalurnya dari gunung, sungai dan bermuara ke laut. Pada tempat ini terjadi perubahan kemiringan dan akhirnya dari pengunungan ke daratan, sehingga energi pengangkutan berbentuk air melemah dan akhirnya material hasil erosi terendapkan. Materi yang terendapkan merupakan alluvium halus. Umumnya terbentuk di antara lembah curam dan sempit.

c) Tanggul alam

Tanggul alam terbentuk pada waktu terjadi banjir, akibatnya material-material dari air sungai meluap di kanan kiri sungai. Ketika banjir mereda, material tersebut terendapkan di kanan kiri sungai dan lama kelamaan semakin tinggi menyerupai tanggul.

d) *Meander*

Meander adalah salah satu bentuk sungai yang khas dengan kelokan yang terbentuk dari adanya pengendapan. Volume air dibagian hulu yang kecil mengakibatkan tenaga yang terbentuk pun kecil. Oleh karenanya air sungai akan mencari rute yang paling muda, yaitu materi batuan yang tidak resistan atau tidak tertahan terhadap erosi sehingga bagian pinggirnya terkikis. Dibagian tengah, aliran alir mulai melambat karena relief yang datar pembentukan Meander dimulai. Proses *meander* terjadi di tepi sungai baik bagian dalam maupun luar lekukan sungai. Pada bagian sungai yang alirannya cepat akan terjadi pengikisan, di bagian lain dari tepi sungai yang alirannya lambat akan terjadi pengendapan. Bentuk meander setengah lingkaran atau bahkan lingkaran penuh tergantung pada kekuatan. Pada alirannya.

2. **Sedimentasi Marine**

Sedimentasi marine yaitu proses pengendapan yang dilakukan oleh gelombang laut yang terdapat disepanjang pantai. Berdasarkan ukuran butirannya, sedimentasi marine dapat berkisar dari sedimen berukuran butir lempung sampai glafe. Suplai muatan sedimen yang sangat tinggi yang menyebabkan sedimentasi itu hanya dapat berasal dari daratan yang dibawa ke laut melalui aliran sungai atau bisa saja pasir pantai oleh ombak. Pembukaan lahan di daerah aliran sungai yang meningkatkan erosi permukaan faktor utama yang meningkatkan suplai sedimen ke laut. Bentuk alam hasil sedimentasi marine antara lain (Ginting, 2004) :

a) Tombolo

Tombolo adalah tanggul pasir alami terbuat oleh alam yang menghubungkan daratan dengan pulau yang berada dekat pantai. Tombolo dapat terbentuk pada laut dangkal yang tidak terganggu oleh arus laut. Sehingga tanggul pasirnya tidak terkikis oleh air laut secara signifikan.

b) Split

Split adalah material pasir sebagai proses pengendapan yang terdapat di muka teluk, berbentuk memanjang dan salah satu ujungnya menyatu dengan daratan sedang ujung lain terdapat di laut. Cukup banyak contoh yang bisa kita lihat di pantai yang membentuk split. Split dapat berukuran besar maupun kecil.

3. Sedimentasi Aeolis atau aeris

Sedimen hasil pengendapan oleh angin disebut sedimen aeolis. Hembusan angin juga bisa mengangkut material debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya. Peristiwa ini disebut dengan disintergrasi yang prosesnya dapat fisik atau kimia. Sebagai akibat proses tersebut adalah terbentuknya butiran tanah dan berbagai macam sifat yang berbeda, tergantung dari keadaan iklim, topografi, jenis batuan, waktu dan organisme.

Apabila partikel tanah tersebut terkikis dari permukaan bumi atau palung sungai maka material yang dihasilkan akan bergerak atau berpindah menurut arah aliran yang membawanya menjadi angkutan sedimen. Sedimentasi oleh angin banyak terjadi di gurun pasir. Hasil pengendapan oleh angin dapat berupa gunduk pasir (sand dune) gunduk pasir dapat terjadi di daerah pantai maupun gurun. Gunduk pasir terjadi bila terjadi akumulasi pasir yang cukup banyak dan tiupan angin yang kuat. Angin mengangkut dan mengendapkan pasir di suatu tempat secara bertahap sehingga terbentuk timbunan pasir yang disebut gunduk pasir (Ginting, 2004).

4. Sedimentasi Glasial

Sedimentasi hasil pengendapan oleh gletser disebut sedimentasi glasial. Bentang alam hasil pengendapan oleh gletser adalah bentuk lembah. Pada saat musim semi tiba, terjadi pengikisan oleh gletser yang meluncur menuruni lembah. Batuan atau tanah hasil pengikisan juga menuruni lereng dan mengendap dilembah. Bentuk sedimentasi ini adalah *oasar* (endapan berbentuk unggunan sempit dan panjang), *kame* (seperti dataran tinggi), *drumlin* (bukit kecil bulat dan panjang), dan *till plain* (Ginting, 2004).

2.2.2 Sifat-sifat Sedimen

1. Ukuran partikel

Ukuran partikel merupakan karakteristik partikel sedimen yang dapat diukur secara nyata. Abdul Ghani, (2012) menggunakan klasifikasi berdasarkan standar U.S. Army Corps Enggineer (USACE) untuk analisa saringan sampel sedimen. Purnawan, (2012) menggunakan teknik analisis sebaran sedimen berdasarkan ukuran butir di perairan. Bentuk sedimen beraneka ragam dan tidak terbatas. Bentuk yang pipih mempunyai kecepatan endap yang lebih cepat dan akan lebih sulit untuk diangkut dibandingkan dengan suatu partikel yang bulat. Kebulatan dinyatakan sebagai perbandingan diameter suatu lingkaran dengan daerah yang sama terhadap proyeksi butiran dalam keadaan diam pada ruangan tertentu (Pangestu,2013).

Para geologi mengembangkan klasifikasi untuk menentukan mana yang termasuk pasir, mana yang termasuk kerikil dan sebagainya. Salah satu klasifikasi yang terkenal adalah skala *Wentworth* yang mengklasifikasikan sedimen oleh ukuran (dalam milliter) seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Kasifikasi besar butir menggunakan skala *Wentworth*

Ukuran Besar Butir (mm)	Nama Besar Butir
>256	<i>Boulder/bongkah</i>
64-256	<i>Couple/berangkal</i>
4-64	<i>Pebble/kerakal</i>
2-4	<i>Granule/kerikil</i>
1-2	<i>Very Coarse sand/pasir sangat kasar</i>
0,5-1	<i>Coarse sand/pasir kasar</i>
0.25-0,5	<i>Medium sand/pasir sedang</i>
0,125-0,25	<i>Fine sand/pasir halus</i>
0,06-0,125	<i>Very fine sand/pasir sangat halus</i>
0,004-0,06	<i>Silt/lanau</i>
<0,004	<i>Clay/lempung</i>

Sumber: Pangestu (2013)

Beberapa studi kasus analisa ayakan menggunakan SNI 03-6388-2000 seperti pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.2 Standar ukuran saringan

Standar Ukuran (mm)	Alternatif Satuan
75	3 inci
50	2 inci
25	1 inci
9,25	3/8 inci
4,75	4
2	10
0,425	40
0,075	200

Sumber: SNI 03-6288-2000

2. Bentuk Partikel

Bentuk dari sedimen alam beraneka dan tidak terbatas. Disamping ukuran butir, partikel juga penting, karena ukuran partikel sedimen itu sendiri belum

cukup untuk menjelaskan karakteristik butir-butir sedimen. Suatu partikel yang pipih mempunyai harga kecepatan endap yang lebih kecil dan akan lebih sulit untuk terangkut dibandingkan suatu partikel yang bulat seperti muatan dasar.

Sifat-sifat yang paling penting yang berhubungan dengan angkutan sedimen adalah bentuk dan kebulatan butir. Bentuk butiran dinyatakan dalam kebulatannya yang didefinisikan sebagai perbandingan daerah permukaan partikel. Daerah permukaan sulit ditentukan oleh butiran relative kecil.

Kebulatan dinyatakan sebagai perbandingan diameter suatu lingkaran dengan daerah yang sama terhadap proyeksi butiran dalam keadaan diam dalam ruang terhadap bidang yang paling besar terhadap diameter yang paling kecil atau dengan kata lain kebulatan digambarkan sebagai berikut perbandingan radius rata-rata kelengkungan ujung setiap butir terhadap radius lingkaran yang paling besar (daerah proyeksi atau bagian butir melintang).

3. Volume dan Berat Jenis Sedimen

Berat volume (*specific weight*) sedimen adalah berat butir partikel sedimen setiap satu satuan, sedangkan berat jenis (*specific gravity*) sedimen adalah rasio butir partikel sedimen terhadap berat volume air (ponce, 1989). Berat jenis sedimen pada umumnya diperkirakan sekitar 2,65, kecuali untuk material yang berat seperti magnetik (berat jenis 5,18).

Tabel 2.3 Batasan –batasan ukuran tanah

Jenis Butiran	Ukuran Butir (mm)
pasir kasar	2,0 mm- 0,42 mm
Pasir halus	0,42 mm – 0,075 mm
Lanau	0,075 mm – 0,002 mm
Lempung	0,002 mm – 0.001 mm
Kolloida	< 0,001 mm

Sumber: SNI 03-6388-2000

4. Kecepatan Jatuh

Kecepatan jatuh (*fall velocity*) partikel merupakan kecepatan akhir sedimen untuk mengendap pada air diam. Menurut ponce (1989), kecepatan jatuh merupakan fungsi ukuran, bentuk, berat volume partikel, berat volume dan kekentalan air disekitar nya.

Persamaan kecepatan jatuh menurut Van Rijn adalah sebagai berikut:

$$\text{Untuk } 0,001 < d < 0,1 \text{ mm} : \quad \omega = \frac{(s-1)gd}{18\vartheta} \quad (2.1)$$

$$\text{Untuk } 0,1 < d \leq 1 \text{ mm} : \quad \omega = \frac{10\vartheta}{d} \left[\left(1 + \frac{0,01(s-1)gd^3}{\vartheta^2} \right)^{0,5} - 1 \right] \quad (2.2)$$

$$\text{Untuk } d > 1 \text{ mm} : \quad \omega = 1,1[(s-1)gd]^{0,5} \quad (2.3)$$

Dimana:

- ω = kecepatan jatuh partikel (m/s)
- ϑ = viskositas kinematis (m/dt²)
- s = *specific gravity* partikel (kg/m³)
- d = diameter partikel (m)

5. Laju Sedimen

Pada pratek di lapangan, muatan sedimen, dan laju transport merupakan hal yang sama. Prediksi transport sedimen berkenaan dengan perkiraan laju transport sedimen dalam kondisi aliran seimbang (misal nya *steady uniform flow*).

6. Rapat massa/Kerapatan (*density*) (kg/m³)

Sesungguhnya semua sedimen berasal dari material batu, oleh sebab itu segala unsur material induk (*parent material*) dapat ditemukan pada sedimen. Sebagai contoh, fragmen dari induk batuan ditemukan di batu besar dan kerikil, kuarsa pada pasir, silica pada lumpur, serta feldspars dan mika pada tanah liat.

Density dari kebanyakan sedimen yang lebih kecil dari 4 mm adalah 2.650 kg/m^3 (*Gravity specific*, $GS = 2,65$).

Besarnya ρ_a tidak tetap, tergantung pada suhu, tekanan dan larutan. Pada air tawar memiliki nilai $\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$, dan air laut memiliki nilai $\rho_a = 1025 \text{ kg/m}^3$. Pada perhitungan angkutan sedimen, pengaruh perbedaan kerapatan pada umumnya diabaikan.

2.2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sedimentasi

Berbagai faktor yang mempengaruhi sedimentasi (Budi Indra 1999), satu diantaranya adalah tataguna lahan. Adanya penggunaan lahan, seperti penanaman tanaman disekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) maka akan meningkatkan cadangan air tanah dan mengurangi aliran permukaan. Sebaiknya, apabila DAS dengan tataguna lahan terganggu atau rusak, maka akan mengurangi kapasitas infiltrasi, sehingga dengan demikian volume aliran permukaan akan menimbulkan erosi yang menyebabkan adanya sedimentasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi (Budi Indra 1999, dalam komariah 2015), adalah:

1. Jumlah dan intensitas hujan

Jumlah hujan yang besar tidak selalu menyebabkan erosi berat jika intensitasnya rendah, dan sebaliknya hujan lebat dalam waktu singkat mungkin juga hanya menyebabkan sedikit erosi karena jumlah hujannya sedikit. Jika jumlah dan intensitas hujan keduanya tinggi, maka erosi tanah yang terjadi cenderung tinggi dan mengakibatkan terjadinya sedimentasi yang tinggi juga.

2. Formasi geologi dan tanah

Tanah yang mempunyai nilai erodibilitas tinggi berarti tanah tersebut peka atau mudah tererosi, sebaliknya tanah dengan erodibilitas rendah berarti tanah tersebut resisten atau lahan terhadap erosi.

3. Tataguna lahan

Dengan adanya pengguna lahan, seperti penanaman disekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan tatagun lahanya terganggu atau rusak, maka akan

mengurangi kapasitas infiltrasi, sehingga dengan demikian aliran permukaan akan meningkat dan dapat menimbulkan erosi yang menyebabkan adanya sedimentasi.

4. Erosi Di Bagian Hulu

Erosi merupakan faktor yang mempengaruhi sedimentasi karena sedimentasi merupakan akibat laju dari erosi itu sendiri.

5. Topografi

Tampakan rupa bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, kerapatan parit atau saluran dan bentuk-bentuk cekungan mempunyai pengaruh pada sedimentasi.

2.3 Klasifikasi Sedimen

Berdasarkan ukuran butirnya, angkutan sedimen disungai dapat dibedakan menjadi angkutan sedimen dasar, angkutan sedimen melayang, dan angkutan sedimen bilas/kikisan (Soewarno, 1991).

1. Muatan sedimen dasar (*bed load*) merupakan Sedimen dasar transpor dari butiran sedimen secara menggelinding, menggeser dan melompat yang terjadi di dasar saluran. Secara umum konfigurasi dari pergerakan sedimen membentuk konfigurasi dasar seperti dunes, ripple, Banyak formulasi yang telah dikembangkan untuk mendiskripsikan mekanisme dari sedimen dasar yang dilakukan dengan eksperimen di laboratorium atau pun dengan memodelkan fenomena tersebut. Kebanyakan dari persamaan sedimen dasar ini menggunakan angka-angka empirik yang bersifat konstan. Sebagian besar formulasi sedimen dasar yang ada menunjukkan hubungan antara parameter transpor dan parameter aliran.
2. Muatan sedimen melayang (*suspended load*) merupakan Sedimen layang transpor butiran dasar yang tersuspensi oleh gaya gravitasi yang diimbangi gaya angkat yang terjadi pada turbulensi aliran. Itu berarti butiran dasar terangkat ke atas lebih besar atau kecil tapi pada akhirnya akan mengendap dan kembali ke dasar sungai.

3. Muatan bilas (*wash load*) adalah transpor butiran sedimen yang berukuran kecil dan halus dibanding dengan sedimen dasar juga sangat jarang ditemukan didasar sungai. Besarnya wash load banyak ditentukan oleh karakteristik klimatologi dan erosi dari daerah tangkapan (*catchment area*). Angkutan partikel-partikel halus berupa lempung (*silt*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai. Patikel-partikel ini akan terbawa aliran sungai sapa ke laut, atau dapat juga terendap pada aliran tenang atau pada air yang tergenang.

2.4 Formulasi Angkutan Sedimen

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode sebagai berikut:

1. Metode Engelund and Hansen (1967)

Metode Engelund and Hansen didasarkan pada pendekatan tegangan geser.

Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$q_s = 0.05 \gamma_s * V^2 \left[\frac{d_{50}}{g \frac{\gamma_s}{\gamma} - 1} \right]^{1/2} \left[\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) d_{50}} \right]^{3/2} \quad (2.4)$$

$$Q_s = \omega \times q_s \quad (2.5)$$

$$\tau_0 = \gamma \times d_{50} \times S \quad (2.6)$$

Dimana:

- q_s = konsentrasi angkutan sedimen (kg/m.s)
- γ_s = berat jenis sedimen (kg/m³)
- γ = berat jenis air (kg/m³)
- ϑ = kecepatan aliran (m/s)
- τ_0 = tegangan geser (kg/m²)
- Q_s = muatan sedimen (kg/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)
- d_{50} = diameter sedimen 50% dari material dasar (mm)

2. Metode Bagnold

Bagnold (1966) memperkenalkan angkutan sedimen fungsi dari konsep energi. Bagnold menganggap hubungan antara energi rata-rata yang tersedia di sistem aliran dan kerja rata-rata telah bekerja bersama pada satu sistem selama proses pengangkutan sedimen terjadi. Hubungan tersebut diwujudkan dalam persamaan:

$$Qt = \frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \tau v \left(\frac{eb}{\tan \alpha} + 0,01 \frac{v}{\omega} \right) \quad (2.7)$$

$$\tau = (\gamma_s - \gamma)d \quad (2.8)$$

$$Q_{sw} = \omega \times qt \quad (2.9)$$

$$G_w = \gamma * w * D * v \quad (2.10)$$

$$C_t = \left(\frac{Q_{sw}}{G_w} \right) \quad (2.11)$$

$$Q_s = C_t \times G_w \quad (2.12)$$

Dimana:

Qt = Angkutan sedimen total

γ = Berat jenis air (kg/m^3)

γ_s = Berat jenis sedimen (kg/m^3)

τ = Tegangan geser (kg/m^2)

ω = Kecepatan jatuh (m/s)

v = Kecepatan rata-rata aliran (m/s)

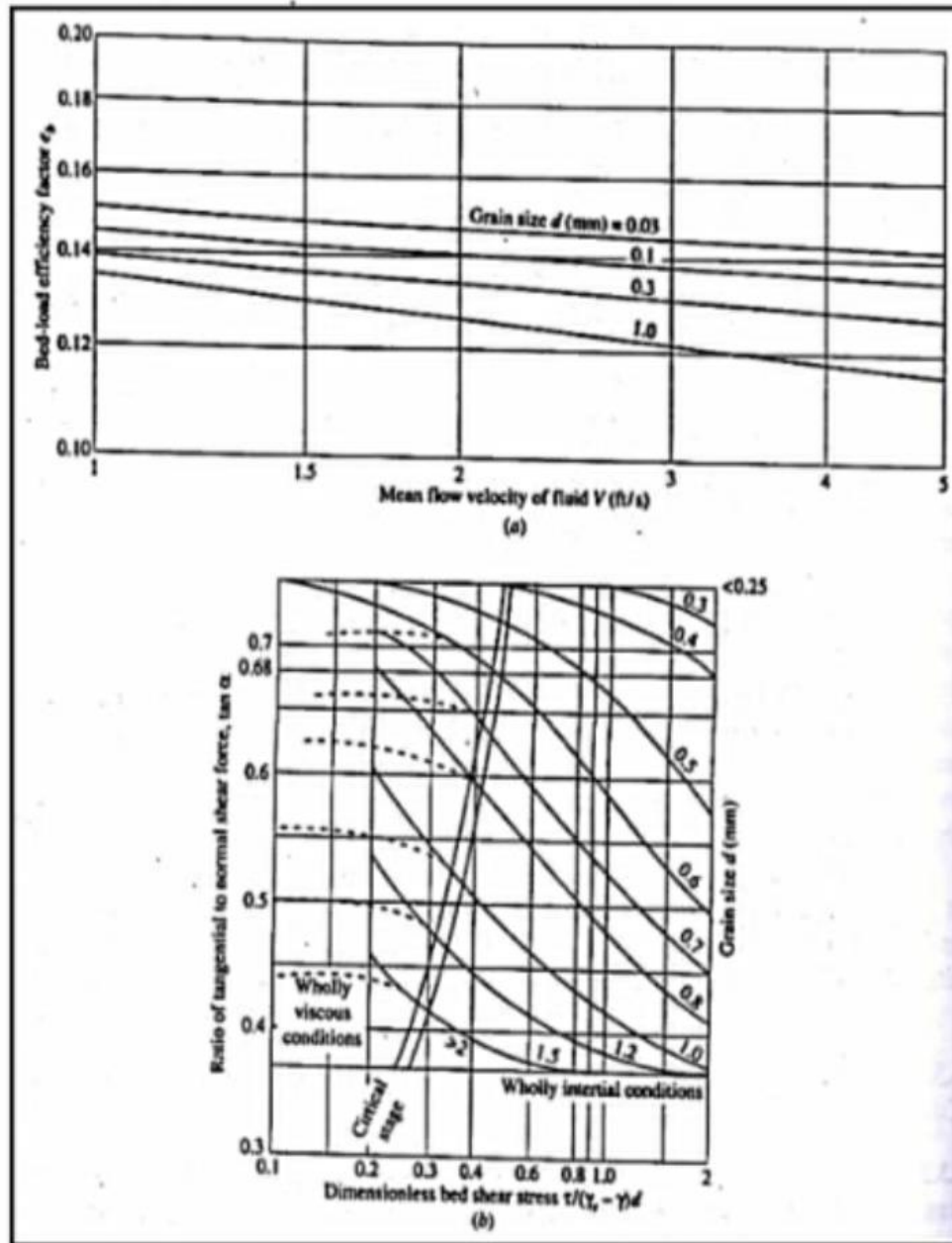
eb = Koefisien efisien

$\tan \alpha$ = Tekanan geser normal

D = Kedalaman sungai (m)

d_{50} = diameter sedimen 50% dari material dasar (mm)

C_t = konsentrasi sedimen total



Gambar 2.3 : Variasi e_b Dan $\tan \alpha$ Dalam Metode Bagnold

2.5 Penelitian Terdahulu

Untuk lebih jelasnya rekap penelitian terdahulu terkait dengan originalitas penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Rekap Penelitian Terdahulu (1/3)

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	Hendra pengestu, Helmi Haki, (2013)	Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin	Survei dan analisis data	Dari hasil penelitian pada perhitungan debit angkutan sedimen total, didapatkan angkutan sedimen yang dihasilkan pada tiap titik untuk tiap metode yang dihasilkan. Tiga metode tersebut, perbedaan besar rat-ratanya adalah, metode yang = 0,00007532 ton/s, metode Bagnold = 0,00007418 ton/s dan metode Shen dan Hung = 0,00007ton/s.
2.	Kurnia Oktavia Usman, (2014)	Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komerling Kota Palembang	Survei analisis data dan kegiatan lapangan	Dari hasil perhitungan untuk debit angkutan sedimen total di muara sungai komering kota Palembang dengan menggunakan metode 4, maka metode baglond yang paling sesuai. Karena setelah dilakukan analisis, hasil yang di dapat memiliki persentase perbedaan paling kecil dibandingkan dengan 3 metode lainnya yaitu 10,43 %.

Tabel 2.4 Rekap Penelitian Terdahulu (2/3)

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
3.	Roby Hambali dan Yayuk Apriyanti, (2016)	Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng – Kabupaten Bangka Barat	Survei kegiatan lapangan dan kegiatan laboratorium	Dari Hasil Penelitian Yang Dilaksanakan Laju Transpor Material Dasar Per Satuan Lebar Sungai (Qs) Meningkatkan Dengan Meningkatnya Kedalaman Mengikuti Fungsi Persamaan Geometrik Dengan Nilai Maksimal Pada Kedalaman 1,6 M Sebesar 197.315 Kg/S/M Pada Bagian Hulu, 338.423 Kg/S/M Pada Bagian Tengah Dan 435.97 Kg/S/M Pada Bagian Hilir.
4.	M Ikhsan, M safriani dan N K fitrah, (2020)	Study Angkutan Sedimen Disungai Krueng Meureubo Desa Pandang Mancang kecamatan Kaway XVI Kabupaten Aceh Barat	Uji empiris dan laboratorium	Besarnya angkutan sedimen yang terjadi disungai mereubo yang terjadi di pandang mancang sebesar 52.763 ton/tahun, dan tersebar di badan sungai, baik disisi kiri maupun kanan sungai, namun bentuk partikel sedimen dikedua sisi sungai Sangat berbeda, dilihat dari sampel yang diperoleh, pada sisi kanan sungai partikel cenderung lebih halus,

Tabel 2.4 Rekap Penelitian Terdahulu (3/3)

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
				Hal ini dapat disimpulkan bahwa partikel yang terkikis pada bagian ini sangat banyak karena butiran nya sangat halus.
5.	Olviana Mokonio,T Mananom A,L Tanutjaja A. Binilan G (2013)	Analisi Sedimentasi Di Muara Sungai Sulawangko Desa Tunelu Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa	Survei analisis data	Dari hasil debit sedimen dasar menunjukkan bahwa metode mahyer peter dan estein lebih mendekati hasil analisis qdominan sedangkan metode van rjin ternyata tidak cocok dengan kondisi sungai sulangwangko.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai langkah dalam melakukan penelitian di DAS Krueng Tripa – Desa Ujong Krueng Kabupaten Nagan Raya. Proses penelitian ini dimulai dengan mendapatkan data primer dan pengumpulan data sekunder, selanjutnya dilakukan perhitungan sedimentasi dengan menggunakan persamaan – persamaan yang terdapat pada Bab II. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir penelitian pada Lampiran A Gambar A.3.1 Halaman 50.

3.1 Lokasi Penelitian

Kabupaten Nagan Raya memiliki luas 3.545 km^2 dan terbagi menjadi 10 Kecamatan. Secara geografis Kabupaten ini terletak pada $03^{\circ}40'$ - $04^{\circ} 38'$ LU dan $96^{\circ} 11'$ – $96^{\circ} 48'$ BT. Ibukota Kabupaten Nagan Raya berada di Suka Makmue. Desa Ujong Krueng merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Tripa Makmur, Kabupaten Nagan Raya. Desa Ujong Krueng berdekatan dengan Desa Leung Kebeu Jagat dan Desa Mon Dua. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran A Gambar A.3.4 halaman 76.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pada DAS Krueng Tripa – Desa Ujong Krueng Kabupaten Nagan Raya. Penelitian ini memerlukan data – data berupa data primer dan data sekunder. Data primer berupa data yang didapat langsung dari sungai. Sedangkan data sekunder meliputi data Peta Lokasi dan Peta DAS. Sampel sedimen diambil pada tiga titik kemudian dilakukan pengujian berat jenis, analisa saringan, dan hidrometer di laboratorium Teknik Sipil Universitas Teuku Umar untuk mendapatkan nilai-nilai yang akan digunakan dalam perhitungan.

3.2.1 Data primer

Data primer adalah data yang didapat dari pengamatan langsung dari lapangan, dengan cara peninjauan langsung ke lokasi penelitian. Data primer dalam penelitian ini berupa:

1. Pengambilan sampel sedimen

Pengambilan sampel sedimen menggunakan 3 buah benda uji yang akan diendapkan pada titik tinjauan. Adapun pengambilan sampel berupa sampel sedimen dasar, pengambilan sampel sedimen ini menggunakan alat bantu perahu atau boat. Alat Sedimen *van veen grap* ini diendapkan selama 24 jam benda tersebut di angkat dan dibawa ke laboratorium untuk mendapatkan nilai karakteristik butiran sedimen, ukuran butiran sedimen (d_{50}) dan kecepatan jatuh sedimen.

2. Pengukuran lebar sungai

Data lebar sungai adalah data yang langsung di ambil di lokasi penelitian dengan mengukur lebar sungai dengan menggunakan meteran. Data ini di ukur untuk mengetahui seberapa besar lebar sungai yang ada di Desa Ujong krueng.

1) Alat-alat yang digunakan :

1. Patok dari kayu
2. Tali
3. Perahu
4. Meteran

2) Langkah-langkah pengukurannya :

1. Pasangkan patok kayu pada titik A sungai atau titik awal sungai.
2. Kemudian ikatkan tali pada kayu yang telah dipasangkan di titik A.
3. Bawa tali tersebut ke seberang sungai atau titik B dengan menggunakan perahu.

4. Kemudian setelah sampai di titik B tandai tali tersebut agar tidak terlupa titik yang telah diukur di titik B.
5. Setelah itu Kembali lagi ketitik awal atau titik A. ukur tali tersebut dengan menggunakan meteran sehingga mendapatkan dimensi sungai yang diinginkan.

3. Pengukuran kedalaman sungai

Data kedalaman sungai ini di ukur langsung di lokasi penelitian yaitu di Desa Ujong krueng kecamatan Tripa makmur, kabupaten nagan raya.

- 1) Alat yang digunakan untuk pengukuran kedalaman sungai yaitu:
 1. Tali
 2. Meteran
 3. Batu
 4. kayu
 5. Perahu
- 2) Langkah-langkah pengukuran kedalaman sungai yaitu:
 1. Ikat batu dengan tali yang telah disediakan, kemudian beri jarak per/1 meter dengan cara memberi tanda pada tali tersebut.
 2. Selanjutnya ikat ujung tali dengan sebatang kayu, sebagai pegangan.
 3. Ukur kedalaman pada dua titik pengukuran dengan cara menurunkan ikatan batu secara perlahan ke dasar sungai
 4. Selanjutnya tarik tali dan hitung berapa kedalamannya.

4. Pengukuran kecepatan aliran sungai

Data kecepatan aliran sungai adalah data yang langsung diukur dilokasi penelitian dengan menggunakan alat pengukuran kecepatan arus sungai.

- 1). Menyediakan alat berupa:
 1. Meteran;
 2. Tali;
 3. Stopwatch;

4. Alat tulis;
5. Botol plastik.
 1. Sebelum mengukur kecepatan aliran, sungai dibagi menjadi tiga pias dengan jarak 100 meter;
 2. Ikat botol plastik pada tali sepanjang 10 (sepuluh) meter;
 3. Hidupkan stopwatch pada saat melepas botol plastik;
 4. Matikan stopwatch per/10 (sepuluh) meter pengukuran;
 5. Catat semua data di buku.

3.2.2 Data sekunder

Data secara sekunder ialah metode yang digunakan untuk mendapatkan data-data dari sumber – sumber lain yang berhubungan dengan materi penelitian dan bukan hasil pengambilan langsung penelitian itu sendiri. Data sekunder pada penelitian ini berupa data peta lokasi dan peta DAS Krueng Tripa yang didapat dari Bappeda Nagan Raya, Untuk lebih jelasnya Peta-peta tersebut dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.4 sampai Gambar A.3.7 pada Halaman 76 sampai Halaman 78.

3.3 Metode Pengambilan Sampel

Tata cara penelitian ini menggunakan alat *van veen grap*, alat tersebut dirakit sendiri dengan bahan besi, kawat, tali, dan baut. Alat *van veen grap* adalah sebuah alat pengambil sampel bentuk kecil yang berfungsi mengambil sampel sedimen dasar. Alat ini menggunakan satu atau dua rahang/jepitan untuk menyekop sedimen pada dasar sungai. Untuk pengambilan sampel itu sendiri dibutuhkan beberapa orang untuk melakukannya, pertama buka bagian *van veen grap* dengan penarikan pada tali, setelah *van veen grap* terbuka lalu turunkan alat tersebut ke dasar sungai secara perlahan, saat *van veen grap* sedimen sampai didasar sungai akan terasa dengan kendornya tali, maka kita dapat mengangkat *van veen grap*, setelah pengangkatan kita dapat melakukan pengecekan apakah

sudah terdapat sedimen yang cukup untuk kita pakai, dan disimpan diplastik untuk selanjutnya di bawa ke laboratorium untuk analisa lebih lanjut. Penelitian ini menggunakan 3 buah benda uji yang akan diendapkan pada titik – titik yang sudah ditentukan. Alat *van veen grap* dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 : Alat *Van Veen Grap*

3.4 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk membandingkan antar berat volume butiran halus dan butiran kasar. Pengujian berat jenis ini dilakukan dengan cara berikut:

- a. Timbang berat flask kosong (labu ukur).
- b. Flask kosong diisi sedimen seberat 25 gram.
- c. Untuk mendapatkan hasil flask + tanah, jumlahkan berat flask kosong dan flask yang telah diisi sedimen seberat 25 gram.
- d. Setelah itu flask diisi air hingga sedimen terendam dan di vakum selama 10 menit untuk menghilangkan pori tanah.
- e. Flask yang telah divakum didiamkan selama 24 jam untuk suhu normal.

3.5 Metode Analisis Data

Langkah-langkah pengolahan data yang akan dilakukan pada penelitian ini mengikuti bagan alir penelitian, yaitu:

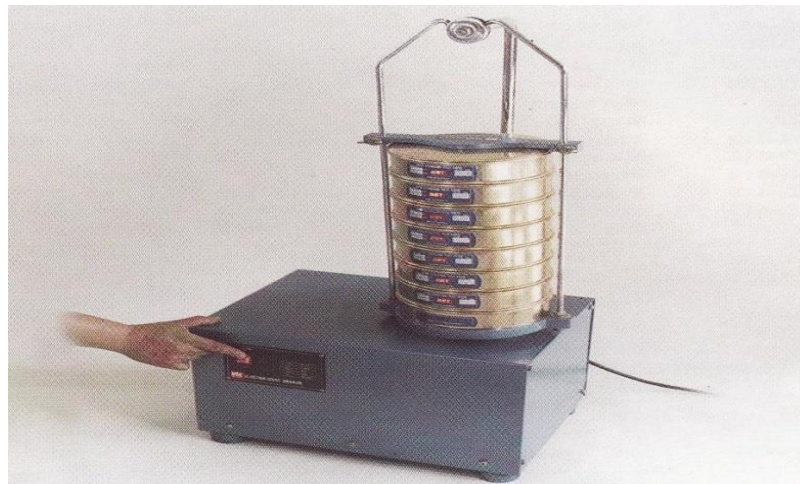
A. Pengujian berat jenis tanah

Pengujian berat jenis tanah yang bertujuan untuk membandingkan antara berat volume butiran halus dan butiran kasar. Pengujian berat jenis ini dilakukan dengan cara berikut:

1. Keringkan sejumlah ± 200 gram tanah dalam oven. Sebagian tanah yang sudah dikeringkan tadi digerus sampai halus menjadi bubuk dengan penumbuk porselen didalam mangkuk porselen dan kemudian dimasukan kedalam bejana piknometer;
2. Benjana piknometer \pm tanah kering+ air, kemudian dibiarkan beberapa saat dan seterusnya divacum. Pemberian air dengan botol plastik berpipa, air harus disemprotkan sehingga partikel tanah yang menempel pada leher piknometer dapat dibilas dan jatuh kebawah, berkumpul dalam bejananya. Saat divacum akan timbul gelombang-gelombang pada air didalam bejana piknometer dihentikan bila gelombang-gelombang yang keluar tinggal sedikit;
3. Setelah divacum piknometer yang berisi tanah dan sedikit air tadi diisi air lagi sampai batas yang ditentukan dan diukur temperaturnya. Divacum lagi sebentar sampai memenuhi syarat;
4. Setelah divacum piknometer yang berisi tanah dan sedikit air tadi diisi air lagi sampai batas yang ditentukan dan diatur temperaturnya;
5. Benjana piknometer harus dibersihkan (harus sampai bersih dan semua kotoran tanah yang melekat, dan kemudian diisi air suling sampai batas yang ditentukan dan ditimbang. Air suling ini juga harus divacum sampai gelombang-gelombang yang terjadi relatif sedikit;

B. *Sieve analysis*

Sieve analysis adalah penentuan persentase berat butiran sedimen yang lolos dan tertahan di saringan. Untuk menentukan batasan dari ukuran dalam suatu sampel pasir, harus dilakukan analisis ukuran. Analisis ukuran yang dimaksud untuk menemukan batasan dari ukuran dalam sampel. Ayakan disusun dalam suatu tumpukan dimana untuk ayakan yang lebih besar pada bagian atas dan ayakan yang lebih halus berada dibawahnya. Sampel diletakkan pada ayakan yang paling atas dan digoyangkan sehingga sampel sedimen jatuh sejauh mungkin menembus tumpukan ayakan. Ukuran fraksi yang berbeda terjebak dalam ayakan dengan ukuran yang bervariasi. Berat sampel sedimen yang tertangkap dalam setiap ayakan ditimbang dan kemudian ditentukan persentase dari berat total sampel yang melewati ayakan. Analisis ayakan dilakukan dengan menggunakan ayakan ukuran lubangnyanya tertentu adapun nomor ayakan yang digunakan dalam pengujian ini yaitu ayakan nomor 4, 10, 20, 40, 60, 100, 140, 200 dan pan. Sampel yang diayak pada pengujian ini adalah sampel yang sudah di oven selama 24 jam sebanyak 1000 gram.



Gambar 3.2 : Alat Saringan

Sumber : AASHTO T – 27 -82

Cara pengujian:

1. Contoh tanah yang akan diuji dikeringkan terlebih dahulu dalam oven. Sering kering, tanah dikeluarkan dan kalau ada gumpalan-gumpalan supaya ditumbuk dulu agar mudah disaring (menumbuknya menggunakan penumbuk berujung karet hingga butir-butir tanah yang melekat satu sama yang lain akan terpisah, tetapi partikel tanah tidak pecah karena tumbukan);
2. Tanah kering yang sudah ditimbang tersebut kemudian dimasukkan ke ayakan. Susunan ayakan diguncang-guncang dengan tangan selama 1 menit sampai 15 menit, setelah diguncang contoh tanah yang tertahan pada setiap ayakan ditentukan beratnya demikian juga contoh tanah yang ada pan (lengser);
3. Jika tanah yang tertahan pada ayakan No. 100 dan No 200 cukup banyak, maka tanah yang tertahan pada ayakan No. 100 dan No 200 tersebut harus dicuci dengan air sampai bersih. Pencucian ayakan No. 100 dan diposisikan diatas ayakan No. 200. Air dan partikel tanah yang terbilas dari ayakan No. 100 harus dapat tertampung pada ayakan No. 200. Pencucian dianggap cukup bila air yang keluar dari ayakan No. 100 sudah jernih.
4. Setelah pencucian dengan air, tanah diatas ayakan supaya diaduk-aduk dengan sikat agar partikel yang halus mudah lolos ke ayakan dibawahnya. Demikian pula dilakukan cara yang sama dengan ayakan No. 200. Bila air yang keluar dari ayakan No. 200 sudah jernih, maka pencucian tanah pada ayakan No. 200 dapat dianggap cukup.
5. Langkah selanjutnya ialah memindahkan tanah yang sudah dicuci tersebut. Berat tanah kering yang tertinggal didalam mangkok = berat tanah kering yang tertahan di atas ayakan No.100, atau No.200 (setelah pencucian).

Catatan: Pekerjaan ini dilakukan apabila contoh tanah yang tertahan pada ayakan No. 100 dan No. 200 cukup banyak. Apabila contoh tanah yang tertahan ayakan No. 100 dan No. 200 relatif sedikit, maka pekerjaan diatas tidak perlu dilakukan. Berat tanah yertahan diatas pan dapat langsung ditimbang dan dipakai dalam perhitungan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini disajikan hasil pengukuran, hasil perhitungan dan pembahasan yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan. Pembahasan dilakukan berdasarkan teori rumus-rumus yang telah dikemukakan pada bab II.

4.1 Hasil Pengukuran Data Primer

Hasil pengukuran dalam penelitian ini meliputi hasil kecepatan aliran sungai, hasil kedalaman sungai, pengambilan sampel, dan uji laboratorium sampel sedimen.

4.1.1 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai

Pengukuran kecepatan aliran sungai di Desa Ujong Kreung diukur secara manual di lokasi penelitian. Berdasarkan pengukuran dilapangan, diperoleh nilai kecepatan rata-rata 0.389 m/s. Untuk lebih jelas, pengukuran aliran sungai dapat dilihat pada Lampiran B Tabel B.4.1 halaman 62.

Tabel 4.1 Pengukuran Kecepatan Aliran

No	Pias	Lebar Sungai	Kedalaman	Kecepatan	Kecepatan	Kecepatan Rata- rata
		(m)	(m)	(Km/h)	(m/detik)	(m/s)
1	Titik 1 (Hilir)	140	1.5	0.8	2.22	1.753333333
2	Titik 2 (Tengah)	120	1.2	0.5	1.38	
3	Titik 3 (Hulu)	110	1.5	0.6	1.66	

Sumber : Laporan hasil Syahrul Ilham Rahmadani S.T

4.1.2 Hasil Pengukuran Kedalaman Aliran Sungai

Pengukuran kedalaman aliran pada sungai menggunakan alat ukur dan dilakukan pada 9 (Sembilan) titik. Hasil pengukuran kedalaman aliran

ditunjukkan pada Lampiran B Tabel B.4.1 halaman 62. Dari hasil pengukuran lapangan diperoleh kedalaman aliran rata-rata sebesar 1.13 m.

4.1.3 Hasil Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen diambil secara langsung menggunakan alat sedimen *vaan veen grap*, setelah alat diendapkan 30 menit kemudian alat tersebut diangkat dan sedimen yang terangkut pada alat sedimen *vaan veen grap* tersebut kemudian dipindahkan kedalam kantong plastik yang dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.4.4 Halaman 53. Sampel ini akan diuji di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Teuku Umar.

4.1.4 Hasil pengukuran kemiringan sungai

Dalam pengukuran kemiringan sungai, dibutuhkan beberapa data seperti data elevasi tertinggi, elevasi terendah dan jarak elevasi terendah ke tebing sungai Tabel 4.2 hasil pengukuran kemiringan sungai

Elevasi terendah (mdpl)	+5.697
Elevasi tertinggi (mdpl)	+8.521
jarak elevasi terendah ke tebing sungai (m)	+122.8
kemiringan sungai (s)	+0.012

4.1.5 Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen

Sampel sedimen diambil secara langsung menggunakan cara sederhana dengan mengambil sedimen kemudian dipindahkan kedalam wadah yang telah disediakan. Dalam penelitian ini, sampel sedimen yang diambil yaitu 9 (Sembilan) sampel terdiri dari sisi kanan, tengah, dan sisi kiri sungai. adapun pengujian di laboratorium meliputi pengujian berat jenis tanah (*specific gravity*), dan pengujian *sieve analysis*.

A. Pengujian Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah (*specific gravity*) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ) pada temperatur tertentu. Pengujian ini dapat dilihat pada lampiran A Gambar A.4.6 Halaman 54 dan data pengujian berat jenis ini dapat dilihat pada Lampiran B.4.4. Halaman 71.

Dari hasil pengujian, nilai berat jenis rata-rata dari sampel tanah yang diuji adalah 3.571 gr/cm³. Dengan kemungkinan tanah tersebut termasuk *granule* (kerikil) sesuai klasifikasi menggunakan skala *wenworth* pada Tabel 2.1 halaman 22.

Tabel 4.3 Berat Jenis (Gs) Sedimen

Sampel	Berat Jenis (Gs)	
STA 1 Kanan	3.524	3.572
STA 2 Kanan	3.524	
STA 3 Kanan	3.524	
STA 1 Tengah	3.514	3.568
STA 2 Tengah	3.438	
Sta 3 Tengah	3.754	
Sta 1 Kiri	3.488	3.572
Sta 2 Kiri	3.608	
Sta 3 Kiri	3.619	
Berat Jenis (Gs) Rata-Rata (Gr/Cm ³)		3.571

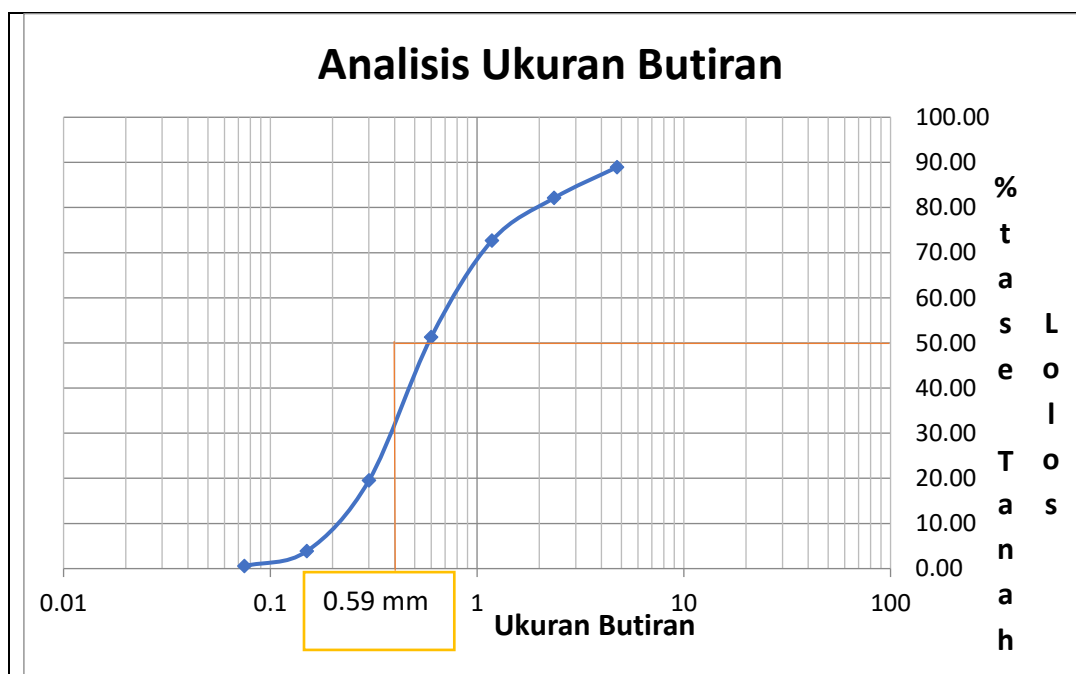
B. Pengujian *sieve analysis*

Pengujian ini dikerjakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Teuku Umar. Data pengujian dilakukan untuk 9 (Sembilan) sampel sedimen. Rekap data pengujian ukuran butiran sedimen dapat dilihat pada Tabel 4.4. Analisis ukuran butir sedimen dilakukan untuk mendapatkan diameter butir yang dibutuhkan sebagai parameter dalam perhitungan sedimentasi. Variabel yang akan

diperoleh diameter rata-rata ukuran artikel d_{50} . Dari hasil analisis butiran sedimen yang sudah dilakukan diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran butir sedimen d_{50} yaitu 0,59 mm sehingga termasuk kedalam jenis sedimen berukuran pasir kasar. Nilai d_{50} dihitung dengan interpolasi, dapat dilihat pada Lampiran C Hal 80. Data pengujian ini dapat dilihat pada Lampiran B.4.4. Cara pengujian *Sieve analysis* dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.4.

Tabel 4.4 Analisis Ukuran Butir Sedimen

ukuran saringan (mm)	diameter butiran (mm)	persentase lolos kanan (%)	persentase lolos tengah (%)	persentase lolos kiri (%)	persentase lolos rata-rata (%)
4	4.75	90.47	95.67	80.67	88.93
8	2.36	83.00	93.83	69.50	82.11
16	1.18	74.47	91.00	52.50	72.66
30	0.6	46.00	62.83	45.00	51.28
50	0.3	9.33	9.23	40.00	19.52
100	0.15	0.53	0.33	10.67	3.84
200	0.075	0.03	0.00	1.67	0.57
Sisa di pan		0.00	0.00	0.00	0.00



Gambar 4.1 Grafik Ukuran Butiran Sedimen D_{50}

4.2 Hasil Analisis Sedimen

Analisis data dalam penelitian ini meliputi tahapan analisis perhitungan jumlah sedimentasi. Besarnya nilai sedimen dinyatakan sebagai volume atau berat sedimen per satuan waktu.

4.2.1 Analisis Transpor Sedimen Dasar Metode Engelund And Hansen

Data-data yang digunakan dalam menganalisis transpor sedimen menggunakan metode Engelund And Hansen adalah sebagai berikut:

- Ukuran diameter sedimen (d_{50}) = 0,59 mm = 0,00059 m
- Kemiringan sungai (S) = 0,012
- Kecepatan aliran (V) = 1.753333333 m/s
- Lebar sungai (W) = 123 m
- Berat jenis sedimen (γ_s) = 3.571 gr/cm³ = 3571 kg/m³
- Berat jenis air (γ) = 1000 kg/m³
- Suhu = 30°C

Hitung :

$$\begin{aligned}\tau_0 &= \gamma \times d_{50} \times S \\ &= 1000 \times 0,00059 \times 0,012 \\ &= 0,00708 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_s &= 0.05 \gamma_s * V^2 \left[\frac{d_{50}}{g \frac{\gamma_s}{\gamma} - 1} \right]^{1/2} \left[\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) d_{50}} \right]^{3/2} \\ &= 0,05 \times 3571 \times 1.753333333^2 \times \left[\frac{0,00708}{(3571 - 1000)0,00059} \right]^{3/2} \\ &= 0,0047 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai konsentrasi muatan sedimen (q_s) sebesar 0,0047 kg/s. setelah melakukan perhitungan nilai konsentrasi muatan sedimen (q_s), selanjutnya dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \omega \times q_s \\
 &= 5.02 \times 0,004749 \\
 &= 0.024 \text{ kg/s} \\
 &= 0.024 \times \left(\frac{86400}{1000}\right) \\
 &= 2.060 \text{ ton/hari} \\
 &= 0.024 \times \left(\frac{86400 \times 30}{1000}\right) \\
 &= 61.79 \text{ ton/bulan} \\
 &= 0.024 \times \left(\frac{86400 \times 365}{1000}\right) \\
 &= 751.79 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Jadi, dari hasil perhitungan didapat muatan sedimen pada hilir sungai Desa Ujong Krueng menggunakan metode Engelund and Hansen adalah sebesar 751.79 ton/tahun.

4.2.2 Analisis Transpor Sedimen Dasar Metode Bagnold

Data-data dalam menganalisis transpor sedimen total menggunakan metode Bagnold adalah sebagai berikut:

- Kecepatan aliran (V) = 0.389 m/s
- Kedalaman sungai (D) = 1,4 m
- Suhu = 30°C = 86° F
- D_{50} = 0,59 mm = 0,00059 m

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : } X_0 &= 51,28 & f(X_0) &= 0,6 \\
 X_1 &= 19,52 & f(X_1) &= 0,3
 \end{aligned}$$

$$X = 50 \qquad f(X) = ?$$

$$\begin{aligned} F(X) &= f(X_0) + \frac{f(X_1) - f(X_0)}{(X_1 - X_0)} (X - X_0) \\ &= 0,367 \frac{0,3 - 0,6}{(19,52 - 51,28)} (50 - 51,28) = 0,59 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena data suhu dalam derajat *Celcius*, maka harus diubah kedalam derajat *Fahrenheit* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Suhu} &= \left(\frac{9}{5}\right) \times T^\circ + 32^\circ \\ &= \left(\frac{9}{5}\right) \times 30^\circ + 32^\circ \\ &= 86^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Data suhu yang diperoleh sebesar 86°F, maka kecepatan kinematis air dihitung menggunakan metode interpolasi linear. untuk lebih jelas nya nilai kinematis air dapat dilihat pada Lampiran Tabel B.5.1 Hal 77.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } X^\circ &= 80 & f(X_0) &= 0,367 \\ X_1 &= 90 & f(X_1) &= 0,328 \\ X &= 86 & f(X) &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f(X) &= f(X_0) + f \frac{(x_1) - (f(x_0))}{(x_1 - x_0)} (X - X_0) \\ &= 0,367 + \frac{0,328 - 0,367}{(90 - 80)} (86 - 80) = 0,343 \end{aligned}$$

Jadi, kecepatan kinematis air didapat $0,343 \times 10^{-6}$ ft/s.

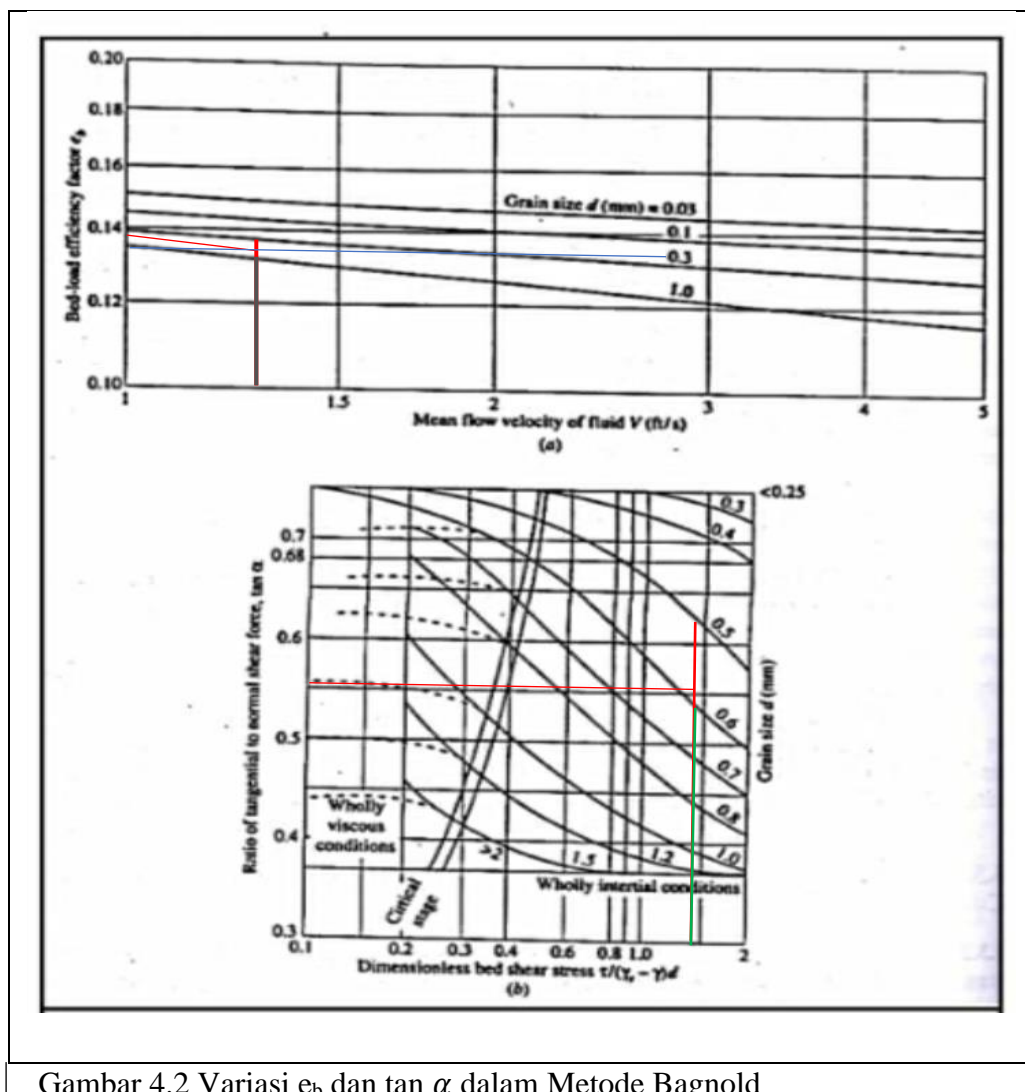
Karena diameter partikelnya $0,1 < d \leq 1$ mm, maka digunakan persamaan 2.2 halaman 15 sebagai berikut:

$$\omega = \frac{10\vartheta}{d} \left[\left(1 + \frac{0,01(s-1)gd^3}{\vartheta^2} \right)^{0,5} - 1 \right]$$

Berikut perhitungan kecepatan jatuh partikel:

$$\omega = \frac{10(0,343 \times 10^{-6})}{0,00059} \left[\left(1 + \frac{0,01(3,571-1)9,81 \times 0,00059^3}{(0,343 \times 10^{-6})^2} \right)^{0,5} - 1 \right]$$

$$= 285 \text{ m/s}$$



Gambar 4.2 Variasi e_b dan $\tan \alpha$ dalam Metode Bagnold

a. perhitungan interpolasi

Diketahui: $X1 = 0.3$ $y1 = 0.14$

$$\begin{array}{ll} X_2 & = 0.59 & y_2 & = ? \\ X_3 & = 1.0 & y_3 & = 0.135 \end{array}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} y_2 &= y_1 + \left(\frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1} \right) (y_3 - y_1) \\ &= 0.14 + \left(\frac{0.59 - 0.3}{1.0 - 0.3} \right) (0.135 - 0.14) \\ &= 0.14 + \left(\frac{0.29}{0.7} \right) (-0.005) \\ &= 0.14 + 0.414 (-0.005) \\ &= 0.138 \end{aligned}$$

berdasarkan Gambar 4.2 (a), $e_b = 0,138$

dari data tersebut, tegangan gesernya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tau &= (\gamma_s - \gamma)d \\ &= (3571 - 1000) \times 0.00059 \\ &= 1.52 \end{aligned}$$

b. perhitungan interpolasi

$$\begin{array}{ll} \text{Diketahui: } X_1 & = 0.5 & y_1 & = 0.66 \\ X_2 & = 0.59 & y_2 & = ? \\ X_3 & = 0.6 & y_3 & = 0.54 \end{array}$$

Penyelesaian :

$$y_2 = y_1 + \left(\frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1} \right) (y_3 - y_1)$$

$$\begin{aligned}
&= 0.66 + \left(\frac{0.59-0.5}{0.6-0.5}\right) (0.54 - 0.66) \\
&= 0.66 + \left(\frac{0.09}{0.1}\right) (-0.12) \\
&= 0.66 + 0.9 (-0.12) \\
&= 0.552
\end{aligned}$$

Berdasarkan Gambar 4.2 (b), didapat $\tan \alpha = 0,552$

Dengan mensubstitusikan nilai-nilai tersebut ke persamaan Bagnold, maka total sedimen dapat dihitung dengan analisis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
qt &= \frac{\gamma}{(\gamma_s - \gamma)} \tau V \left(\frac{eb}{\tan \alpha} + 0.01 \frac{\vartheta}{w} \right) \\
&= \frac{1000}{3571 - 1000} (1.52 \times 1.753333333) \left(\frac{0.138}{0.552} + 0.01 \frac{0.343 \times 10^{-6}}{5.02} \right) \\
&= 259.147 \text{ kg/s}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{sw} &= \omega \times qt \\
&= 5.02 \times 259.147 \\
&= 1300.92 \text{ kg/s}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_w &= \gamma \times \omega \times D \times v \\
&= 1000 \times 5.02 \times 1,4 \times 1.753333333 \\
&= 1.2322 \text{ kg/s}
\end{aligned}$$

Sehingga, konsentrasi sedimen yang terjadi adalah:

$$\begin{aligned}
C_t &= \left(\frac{Q_{sw}}{G_w} \right) \\
&= \left(\frac{1300.92}{1.2322} \right)
\end{aligned}$$

$$= 0,00000000011 \text{ ppm}$$

Selanjutnya menghitung jumlah muatan sedimen per hari sebagai berikut:

$$Q_s = C_t \times G_w$$

$$= \left(\frac{0,00000000011}{1000000} \right) \times 1.2322$$

$$= 0.001355467 \text{ kg/s}$$

$$= 0.001355467 \times \left(\frac{86400}{1000} \right)$$

$$= 0.1171 \text{ ton/hari}$$

$$= 0.001355467 \times \left(\frac{86400 \times 30}{1000} \right)$$

$$= 3.5134 \text{ ton/bulan}$$

$$= 0.001355467 \times \left(\frac{86400 \times 365}{1000} \right)$$

$$= 42.7460 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, dari hasil perhitungan didapat jumlah muatan sedimen (Q_s) sebesar 42.7460 ton/tahun.

4.3 Perhitungan Jumlah Sedimentasi Dasar

4.3.1 Metode Engelund and Hansen

Dari analisis data-data diatas dapat dihitung jumlah sedimentasi per hari. untuk lebih jelas perhitungannya seperti berikut:

$$Q_s = \omega \times q_s$$

$$= 5.02 \times 0,004749$$

$$= 0.024 \text{ kg/s}$$

$$= 0.024 \times \left(\frac{86400}{1000} \right)$$

$$= 2.060 \text{ ton/hari}$$

$$\begin{aligned}
&= 0.024 \times \left(\frac{86400 \times 30}{1000} \right) \\
&= 61.79 \text{ ton/bulan} \\
&= 0.024 \times \left(\frac{86400 \times 365}{1000} \right) \\
&= 751.79 \text{ ton/tahun}
\end{aligned}$$

Jadi, dari hasil perhitungan didapat muatan sedimen pada hilir sungai Desa Ujong Krueng menggunakan metode Engelund and Hansen adalah sebesar 751.79 ton/tahun.

4.3.2 Metode Bagnold

$$\begin{aligned}
Q_s &= C_t \times G_w \\
&= \left(\frac{0,00000000011}{1000000} \right) \times 1.2322 \\
&= 0.001355467 \text{ kg/s} \\
&= 0.001355467 \times \left(\frac{86400}{1000} \right) \\
&= 0.1171 \text{ ton/hari} \\
&= 0.001355467 \times \left(\frac{86400 \times 30}{1000} \right) \\
&= 3.5134 \text{ ton/bulan} \\
&= 0.001355467 \times \left(\frac{86400 \times 365}{1000} \right) \\
&= 42.746 \text{ ton/tahun}
\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, didapat nilai muatan sedimen menggunakan metode Engelund and Hansen lebih besar yaitu 751.79 ton/tahun dibandingkan dengan metode Bagnold yaitu sebesar 42.746 ton/tahun. Perbedaan yang cukup signifikan ini diakibatkan oleh adanya parameter τ_0 mempengaruhi terjadinya pengendapan dari partikel sedimen dasar yang dipengaruhi oleh berat jenis air dan ukuran partikel sedimen, sedangkan metode Bagnold memperhitungkan parameter tahanan geser (τ).

4.3.3 Rekapitulasi Jumlah Total Sedimen

Dari hasil Analisa Sampel Sedimen menggunakan Metode Engelund and Hansen dan Bagnold didapatkan jumlah sedimen yang tersangkut setiap tahunnya pada Sungai Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa Makmur, Kabupaten Nagan Raya. Berikut adalah hasil perhitungan total sedimen dasar bisa dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Rekapitulasi Debit Sedimen Dasar Metode Engelund and Hansen dan Bagnold

Metode	Qs
Engelund and Hansen	751.79 ton/tahun
Bagnold	42.746 ton/tahun

Hasil analisis menunjukkan debit sedimen dasar mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya debit air sungai. ini berarti semakin besar debit aliran maka semakin banyak sedimen yang terangkut, bila tidak terangkut atau terhanyut maka sungai akan mengalami pendangkalan, dengan kata lain morfologi sungai akan mengalami perubahan tergantung pada berapa lamanya pengangkutan sedimen itu berlangsung.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian yang dilakukan mengenai studi besaran sedimentasi pada sungai Krueng Tripa, Desa Ujong krueng, Kecamatan Tripa Makmur, Kabupaten Nagan Raya telah memberikan penulis banyak ilmu dan pemahaman mengenai menghitung jumlah sedimentasi. Pada bab ini akan diambil beberapa kesimpulan dan saran mengenai penelitian yang telah dilakukan.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari hasil analisis dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Laju angkutan sedimen yang terjadi di DAS krueng tripa kabupaten nagan raya dengan menggunakan metode Engelund and Hansen dan metode Bagnold tergolong cukup besar dimana masing-masing sebesar 2.060 ton/hari dan sebesar 0.1171 ton/hari.
2. Besarnya laju angkutan sedimen yang terjadi di das krueng tripa membuat air sungai menjadi dangkal dan debit sungai air menjadi lebih kecil yang menyebabkan volume penampung air sungai berkurang.
3. Jenis sedimen yang ada di das krueng tripa Kabupaten nagan raya di dominasi oleh pasir kasar dan halus yang terjadi karena adanya erosi dan degradasi lahan pada hulu DAS krueng tripa yang mengakibatkan penumpukan sedimen di alur sungai.
3. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju transpor sedimentasi di DAS Krueng Tripa terjadi secara terus menerus akibat rusaknya DAS bagian hulu yang menyebabkan terjadinya erosi dan sedimentasi di alur sungai. Sedimentasi yang ada menyebabkan alur sungai menjadi dangkal dan sering terjadi banjir.

5.2 Saran

Saran saran yang diberikan sesuai dengan kesimpulan yang ada. Adapun saran saran yang diberikan iyalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini hanya menggunakan sedimen dasar, untuk penelitian lebih lanjut disarankan menambah sedimen layang, sehingga dengan penambahan sedimen dapat dilihat perbandingan hasil perhitungan.
2. Dengan Rekapitulasi total sedimentasi, maka perlu dilakukannya pengangkutan atau pengerukan sedimen agar tidak terjadi pengendapan yang berlangsung lama yang menyebabkan pendangkalan pada Sungai Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa Makmur, Kabupaten Nagan Raya.
3. Harus diberlakukan peraturan untuk tata guna lahan, karena salah satu penyebab sedimentasi adalah erosi, dan erosi banyak terjadi akibat perubahan tata guna lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, (2014) Issn :2337 – 6732, *Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Panasen*, Hal 148 – 154;
- Amalia, (2013) Issn 03-6388-2000, *Batasan – Batasan Ukuran Tanah*, Hal 130 – 131.
- Asdak, C., 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Asdak, C., 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Budi indra, (1999 dalam komariah 2015), *analisis faktor – faktor sedimentasi*.
- Ghani, A., 2012 *Study On Characteristics of Sediment and Sedimentation Rate at Sungai Lembing, Kuantan, Pahang*, Precedia Engineering of Malaysiaian Technical Universities Conference on Engineering & Technology 2012, MUCET 2012 Part 3- Civil and Chemical Engineering.
- Ginting, 2004. Analisis sedimentasi di muara sungai saluwangko di desa tounelet kecamatan kakas kabupaten minahasa. Hal 452 – 453.
- I Wayan Sudira, (2013) : Issn 2087 – 9334 (54 – 57), *Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Mansahan*.
- Ikhsan M, Azmeri And Meilianda E (2014) *Analisis Sedimen Delivery Ratio (Sdr) Dan Penggunaan Rumput Vetiver Sebagai Upaya Konservasi Das (Studi Kasus Das Krueng Teungku Kecamatan Seulimun Kabupaten Aceh Besar)*, J. Teknik Sipil.
- Ikhsan M, Safriani M and Fitrah NK., 2020 *Study of sediment Transport in Krung Meureubo River of padang Mancang Village Kaway XVI. Sub District Aceh Barat District Department of Civil Engineering, Teuku Umar University, West Aceh 23615 – Indonesia*.

- Kurnia Oktavia Usman. 2 Juni (2014). *Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komering Kota Palembang*. Universitas Sriwijaya.
- Mokonio, Olviana, *Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Salungwangko Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik Issn, 2337 – 6732, 2013.
- Pangestu, (2013). *Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin, Universitas Sriwijaya*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan No. 1, Vol. 1, Desember 2013.
- Rjin, L.C.V., 1984, “*Sediment Transport, Part I : Bed Load Transport*” , *Journal Of Hydraulic Engineering*, Vol 110, No.10.
- Roby Hambali, (2016). *Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng – Kabupaten Bangka Barat*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung.
- Rohayani, N. (2012). Skripsi : *Laju Sedimentasi Pada Aliran Sungai Serut Kota Bengkulu Dengan Metode Englund Dan Hansen*. Universitas Bengkulu;
- Sitanala Arsyad, (2010). *Konservasi Air Tanah* . Ipb Press. Bogor. Indonesia. 12-13.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi : Pengukuran Dan Pengelohan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Nova, Bandung, Hal. 643 – 795.
- Supiyati, (2015), *Analisis Transport Sedimen Di Muara Sungai Serut Kota Bengkulu*. Analysis Of Sediment Transport At Serut Estuary In Bengkulu City, Hal 354 – 362.
- Syarifuddin. (2002), *Morfologi Sungai*. Hal 129 -130.

LAMPIRAN A



Gambar A.1.1 : Sedimentasi

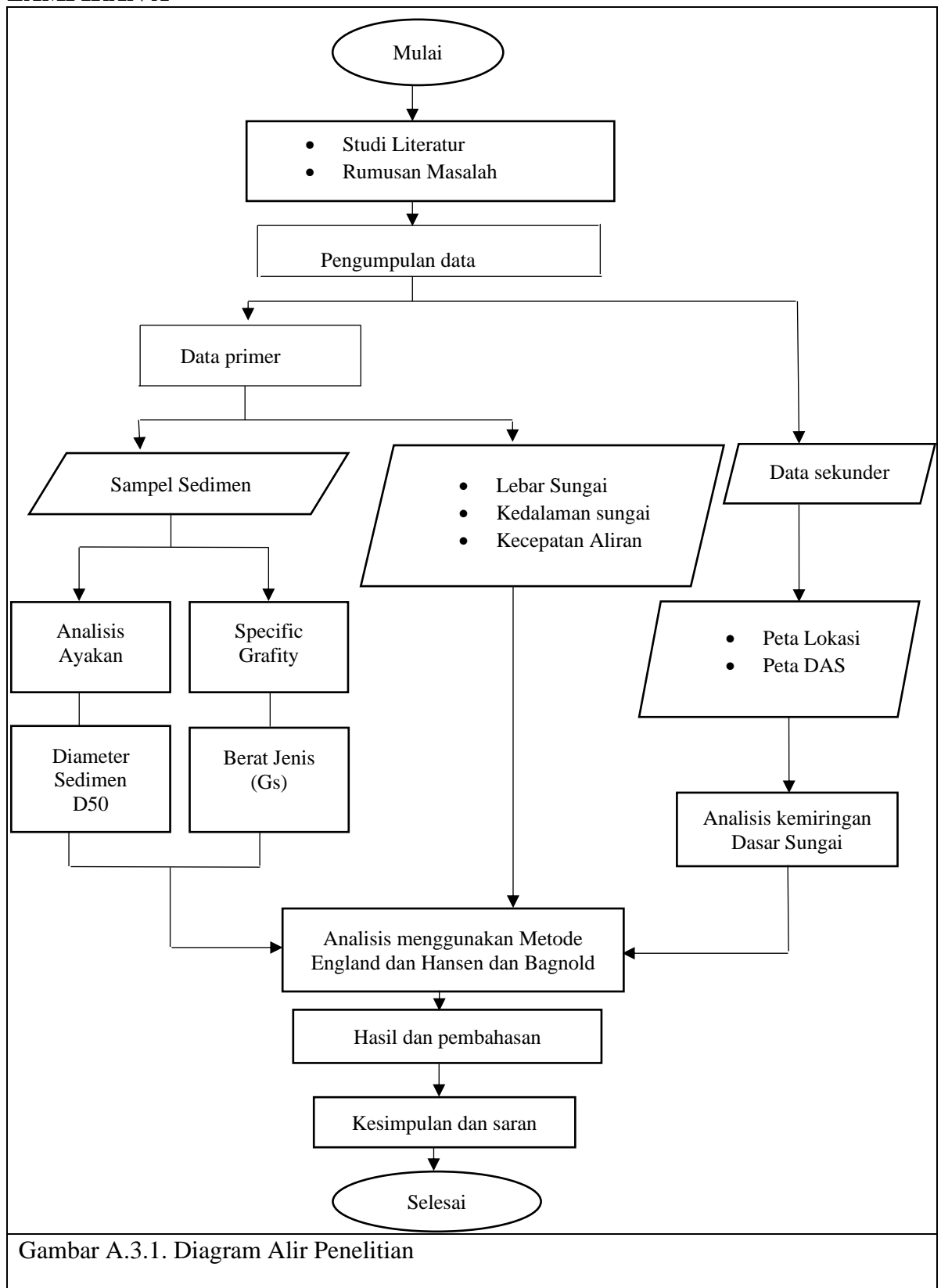
LAMPIRAN A



Gambar A.1.2 : Kondisi Banjir

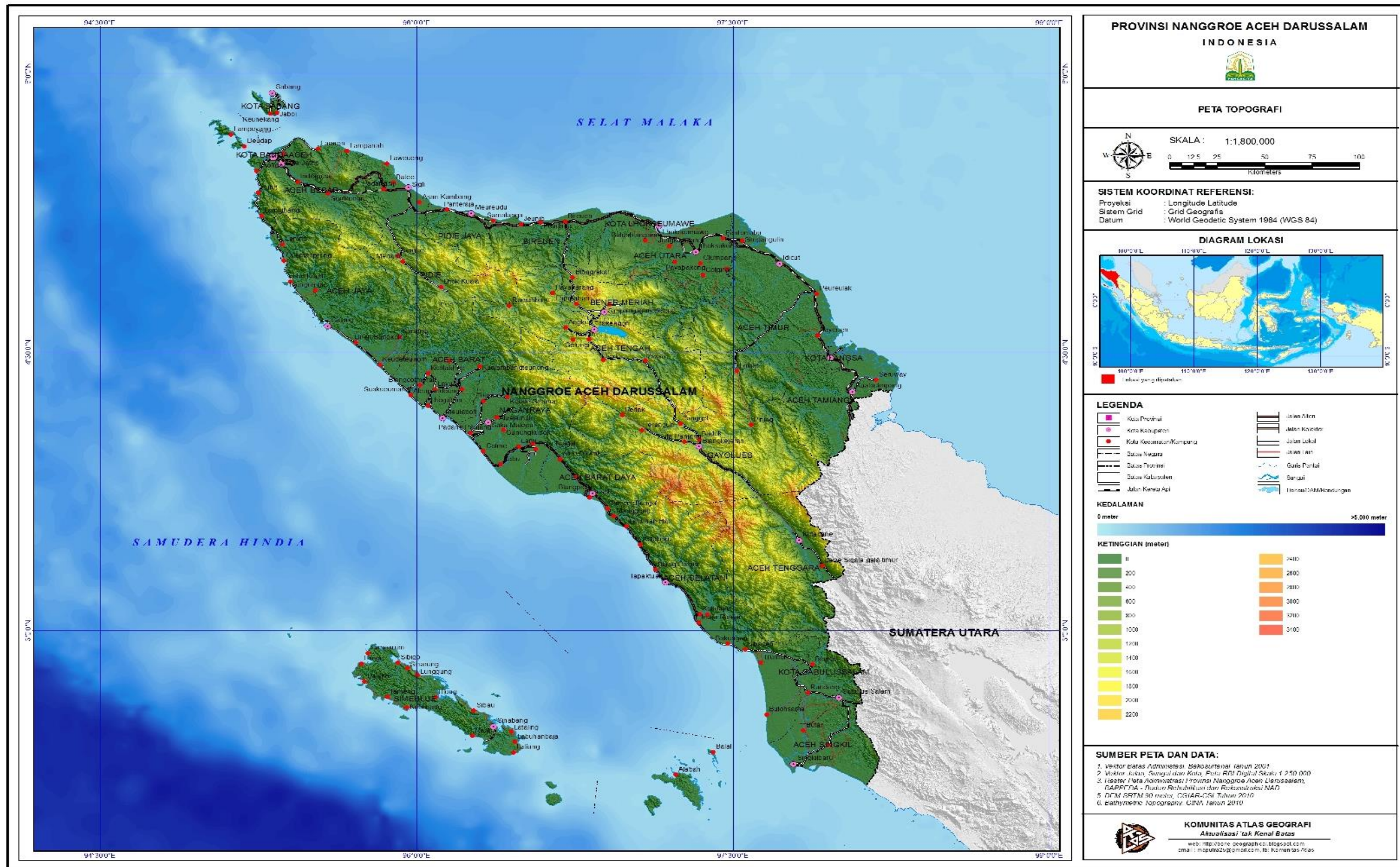
Sumber : Republika, 2021

LAMPIRAN A



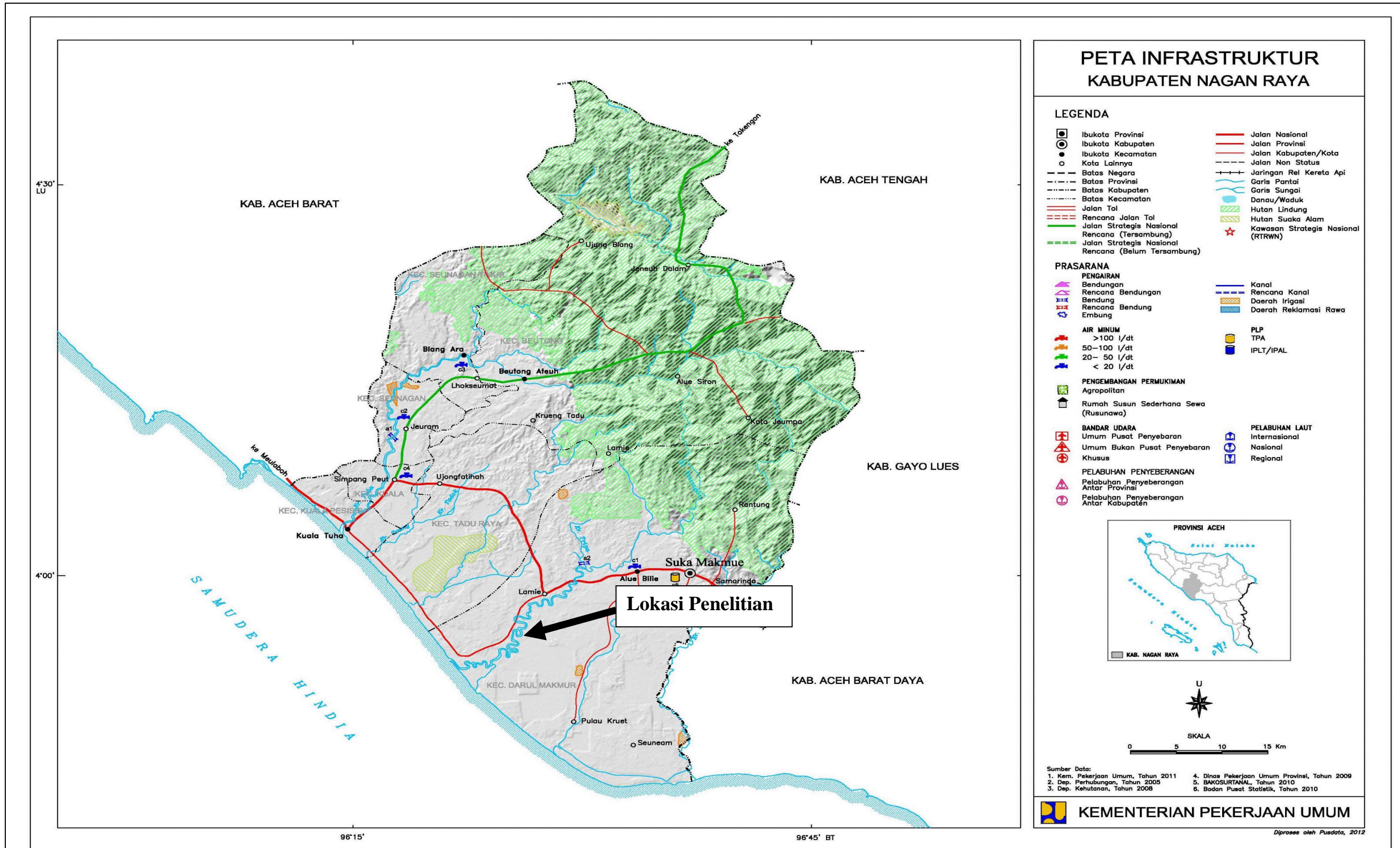
Gambar A.3.1. Diagram Alir Penelitian

LAMPIRAN A



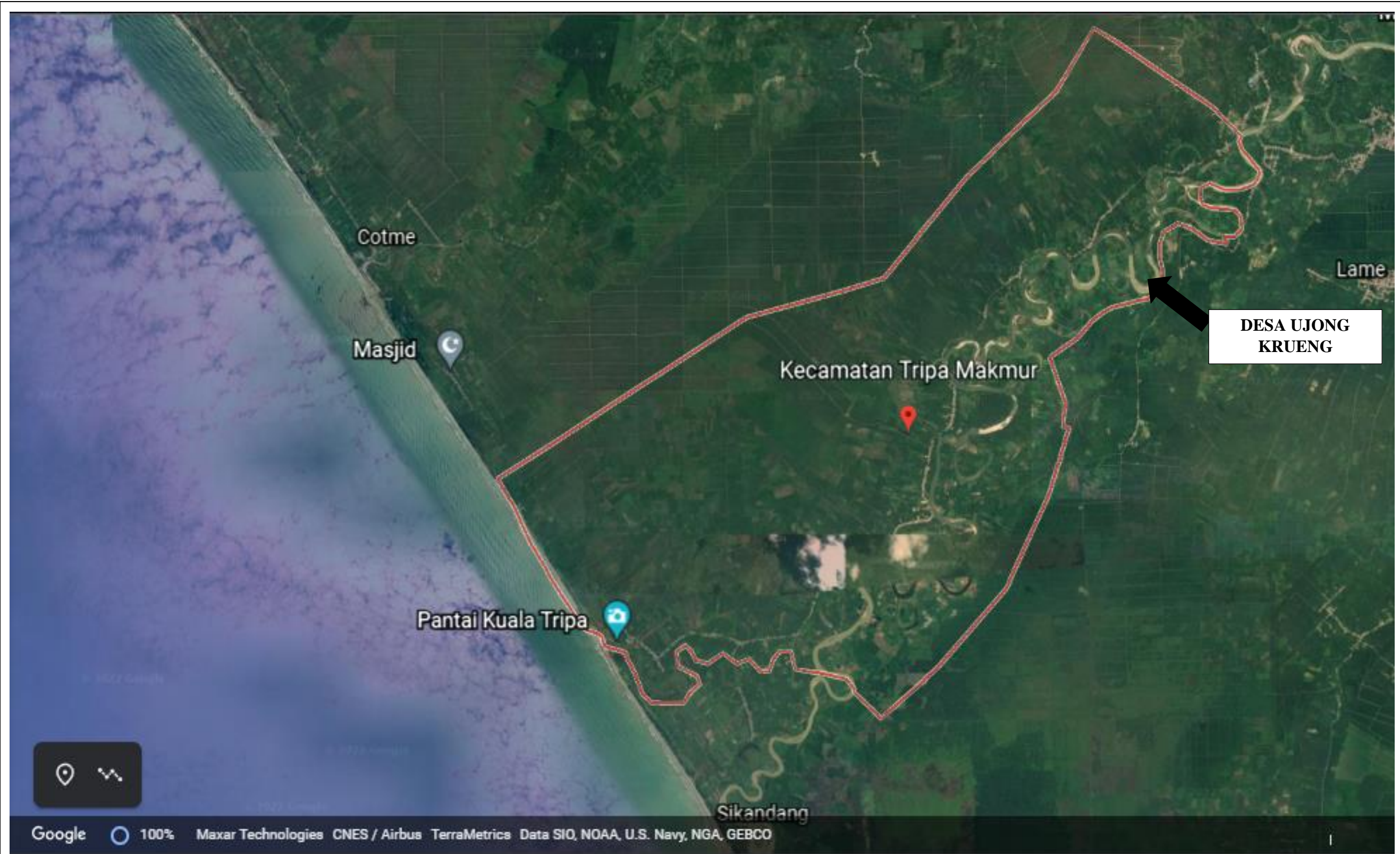
Gambar A.3.2 Peta Provinsi Aceh
 Sumber : Badan Penanggulangan Bencana Aceh (BPBA), 2008

LAMPIRAN A



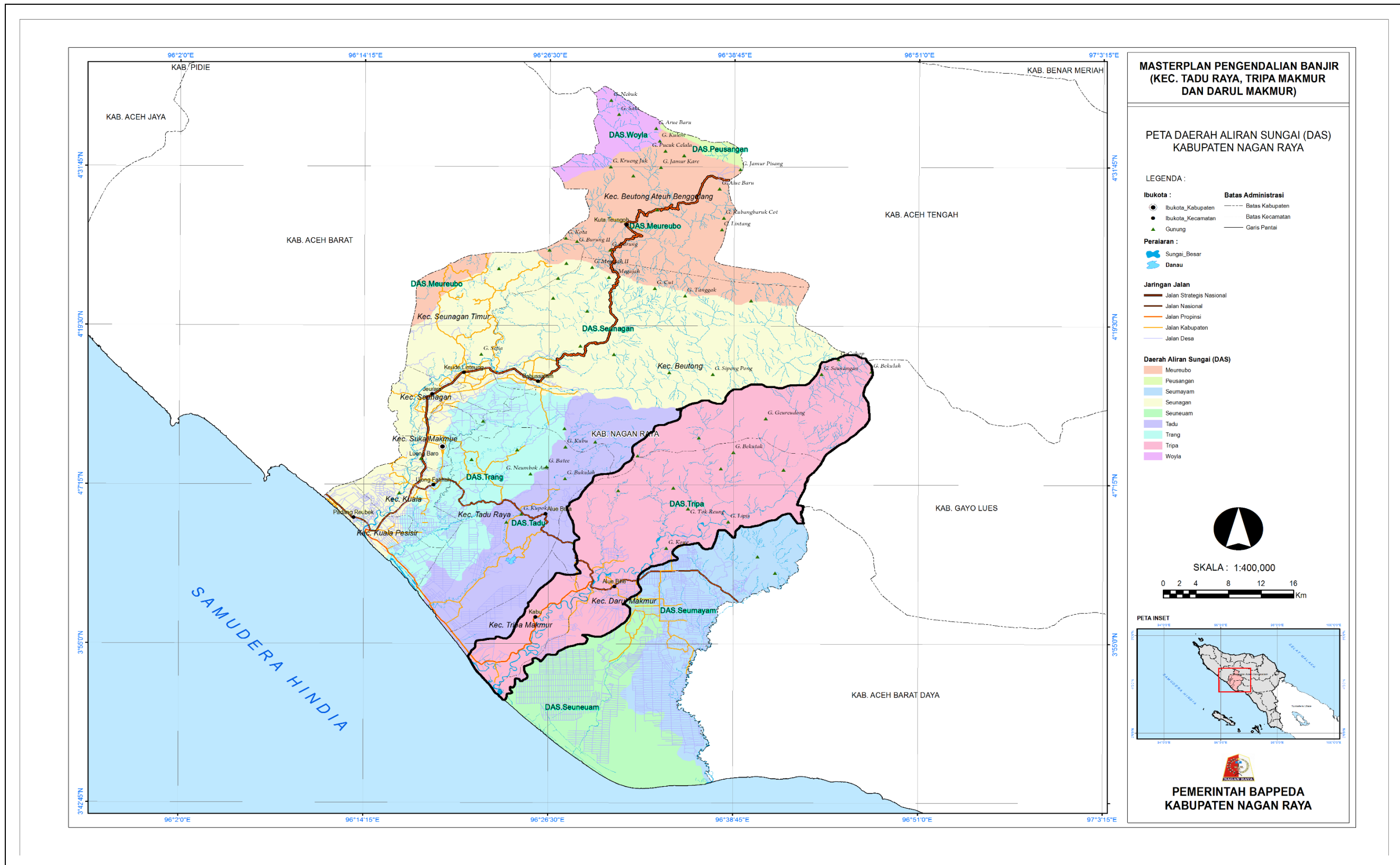
Gambar A.3.3 : Peta Kabupaten Nagan Raya
 Sumber : Bappeda Nagan Raya, 2019

LAMPIRAN A



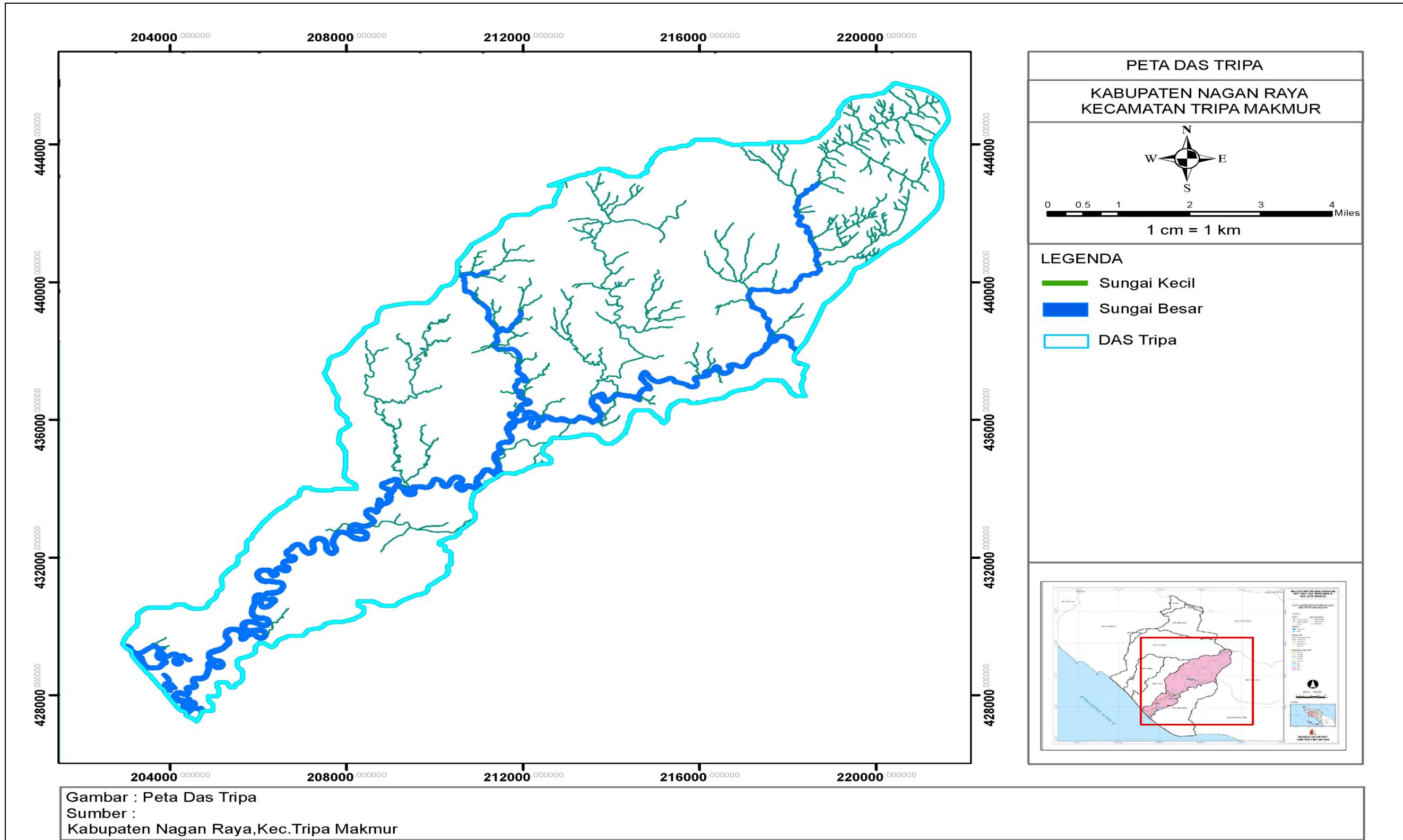
Gambar A.3.4 : Peta Lokasi Penelitian
Sumber : Google Earth

LAMPIRAN A



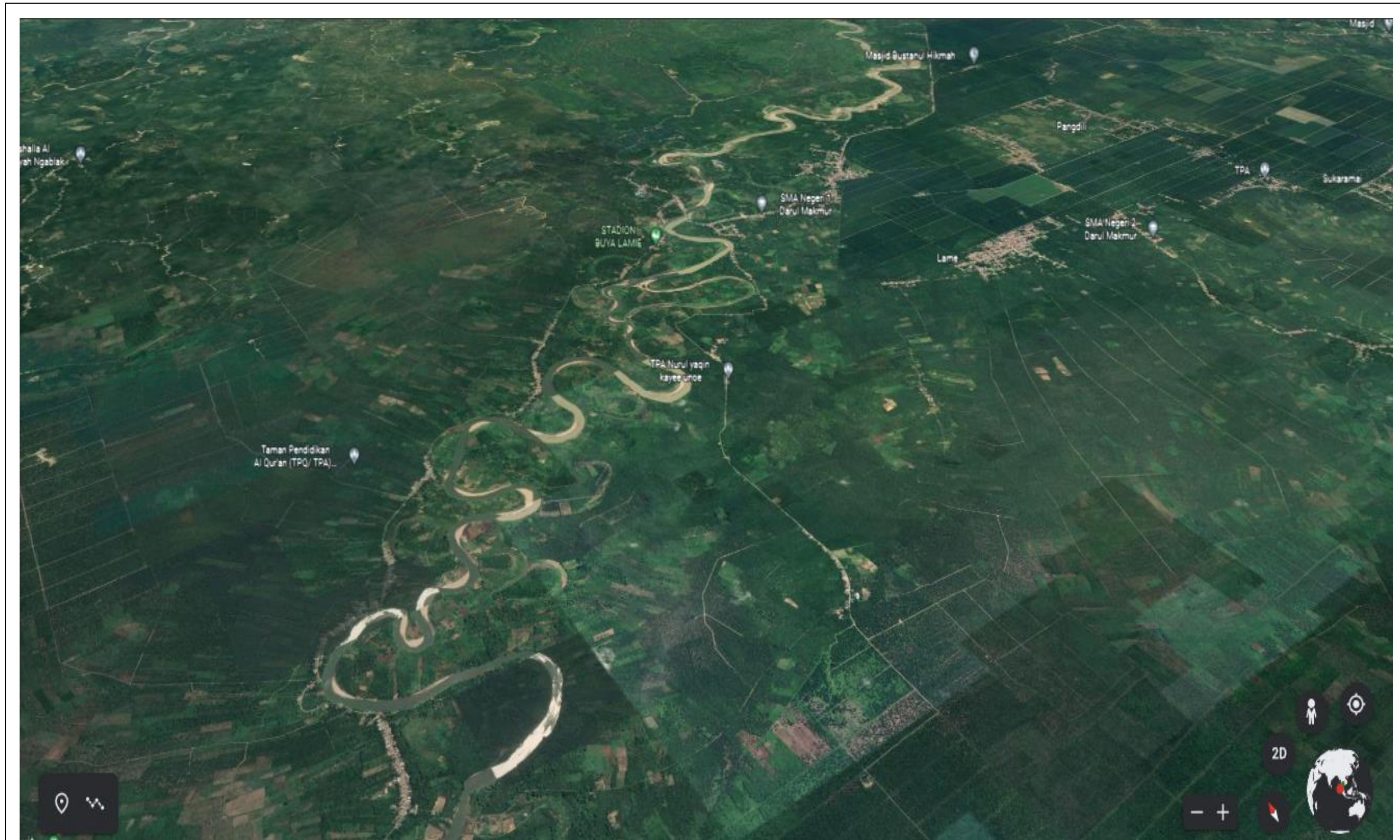
Gambar A.3.5 : Peta DAS Nagan Raya
 Sumber : Bappeda Nagan Raya 2019

LAMPIRAN A



Gambar A.3.6 : Peta DAS Tripa
 Sumber : Bappeda Nagan Raya 2019

LAMPIRAN A



Gambar A.3.7 : Tampak atas sungai Krueng Tripa
Sumber : Google Earth

LAMPIRAN A



Gambar A.4.1 : Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai

LAMPIRAN A



Gambar A.4.2 : Pengukuran Kedalaman Sungai

LAMPIRAN A



Gambar A.4.3 : Pengukuran Lebar Sungai

LAMPIRAN A



Gambar A.4.4 : Sampel Sedimen

LAMPIRAN A



Gambar A.4.5 : Pengambilan Sampel Sedimen

LAMPIRAN A



Gambar A.4.6 : Pengujian Berat Jenis

LAMPIRAN A



Gambar A.4.7 : Pengujian Sieve Analysis

LAMPIRAN B

Tabel B.4.1 Kecepatan Aliran, Lebar Sungai, Dan Kedalaman Sungai

No	Pias	Lebar Sungai	Kedalaman	Kecepatan	Kecepatan	Kecepatan Rata-rata
		(m)	(m)	(Km/h)	(m/detik)	(m/s)
1	Titik 1 (Hilir)	140	1.5	0.8	2.22	1.753333333
2	Titik 2 (Tengah)	120	1.2	0.5	1.38	
3	Titik 3 (Hulu)	110	1.5	0.6	1.66	

Tabel B.4.2 Data Elevasi Pada Pengukuran Di Lapangan (1/3)

STA 1 KANAN			STA 2 KANAN		
No	Stasiun	Elevasi	No	Stasiun	Elevasi
1	0	3.8	1	0	3.7
2	2	2.7	2	2	2.6
3	10	-0.073	3	10	-0.389
4	15	-0.196	4	15	-0.729
5	20	-0.19	5	20	-1.069
6	25	-0.184	6	25	-1.409
7	30	-0.178	7	30	-1.749
8	35	-0.171	8	35	-1.947
9	40	-0.165	9	40	-1.853
10	45	-0.159	10	45	-1.757
11	50	-0.153	11	50	-1.661
12	55	-0.146	12	55	-1.569
13	60	-0.14	13	60	-1.495
14	65	-0.134	14	65	-1.411
15	70	-0.128	15	70	-1.326
16	75	-0.119	16	75	-1.249
17	80	-0.108	17	80	-1.168
18	85	-0.104	18	85	-1.017
19	90	-0.098	19	90	-0.741
20	95	-0.081	20	95	-0.456
21	100	-0.062	21	100	-0.182
22	105	-0.014	22	105	-
23	110	-1.1	22	105	0.0004681
24	115	1.3	23	110	1.2
25	117	1.6	24	115	1.4
			25	117	1.7

Tabel B.4.2 Data Elevasi Pada Pengukuran Di Lapangan (2/3)

STA 3 KANAN			STA 1 TENGAH		
No	Stasiun	Elevasi	No	Stasiun	Elevasi
1	0	3.6	1	0	3.5
2	5	2.5	2	5	2.4
3	10	-0.126	3	10	-0.577
4	15	-0.583	4	15	-1.446
5	20	-1.041	5	20	-1.761
6	25	-0.499	6	25	-1.672
7	30	-0.806	7	30	-1.582
8	35	-1.755	8	35	-1.492
9	40	-1.703	9	40	-1.403
10	45	-1.651	10	45	-1.313
11	50	-1.599	11	50	-1.223
12	55	-1.547	12	55	-1.134
13	60	-1.495	13	60	-1.044
14	65	-1.443	14	65	-0.954
15	70	-1.4	15	70	-0.865
16	75	-1.367	16	75	-0.775
17	80	-1.335	17	80	-0.685
18	85	-1.301	18	85	-0.651
19	90	-1.209	19	90	-0.66
20	95	-1.047	20	95	-0.528
21	100	-0.869	21	100	-0.394
22	105	-0.691	22	105	-0.259
23	110	-0.513	23	110	-0.125
24	115	-0.334	24	115	-0.0017
25	120	-0.156	25	120	1.5
26	125	1.4	26	125	1.7
27	130	1.6	27	127	2
28	132	1.9			

Tabel B.4.2 Data Elevasi Pada Pengukuran Di Lapangan (3/3)

STA 2
TENGAH

No	Stasiun	Elevasi
1	0	2.4
2	5	2.3
3	10	-0.242
4	15	-1.074
5	20	-2.011
6	25	-2.836
7	30	-2.679
8	35	-2.489
9	40	-2.298
10	45	-2.108
11	50	-1.917
12	55	-1.726
13	60	-1.536
14	65	-1.361
15	70	-1.193
16	75	-1.024
17	80	-0.856
18	85	-0.688
19	90	-0.52
20	95	-0.351
21	100	-0.188
22	105	-0.049
23	110	-0.125
24	115	- 0.0016993
25	120	1.6
26	125	1.8
27	127	2.1

STA 3
TENGAH

No	Stasiun	Elevasi
1	0	2.3
2	5	2.2
3	10	-0.232
4	15	-1.075
5	20	-2.013
6	25	-2.83
7	30	-2.675
8	35	-2.48
9	40	-2.297
10	45	-2.105
11	50	-1.918
12	55	-1.725
13	60	-1.531
14	65	-1.361
15	70	-1.194
16	75	-1.022
17	80	-0.846
18	85	-0.677
19	90	-0.42
20	95	-0.341
21	100	-0.177
22	105	-0.039
23	110	-0.121
24	115	- 0.0017
25	120	1.4
26	125	1.7

Tabel B.4.2 Data Elevasi Pada Pengukuran Di Lapangan (4/3)

STA 1 KIRI			STA 2 KIRI			STA 3 KIRI		
No	Stasiun	Elevasi	No	Stasiun	Elevasi	No	Stasiun	Elevasi
1	0	2.3	1	0	2.2	1	0	2.1
2	5	2.2	2	5	2.1	2	5	2
3	10	-0.388	3	10	-0.171	3	10	0.00175
4	15	-1.41	4	15	-0.98	4	15	-0.322
5	20	-2.169	5	20	-1.75	5	20	-0.754
6	25	-2.268	6	25	-1.774	6	25	-0.164
7	30	-2.15	7	30	-1.694	7	30	-0.1567
8	35	-2.033	8	35	-1.615	8	35	-1.763
9	40	-1.917	9	40	-1.537	9	40	-1.655
10	45	-1.801	10	45	-1.46	10	45	-1.549
11	50	-1.685	11	50	-1.412	11	50	-1.444
12	55	-1.586	12	55	-1.37	12	55	-1.338
13	60	-1.452	13	60	-1.329	13	60	-1.232
14	65	-1.325	14	65	-1.287	14	65	-1.126
15	70	-1.171	15	70	-1.246	15	70	-1.021
16	75	-1.36	16	75	-1.191	16	75	-0.915
17	80	-0.901	17	80	-1.129	17	80	-0.809
18	85	-0.766	18	85	-1.09	18	85	-0.734
19	90	-0.631	19	90	-1.054	19	90	-0.696
20	95	-0.496	20	95	-1.019	20	95	-0.659
21	100	-0.361	21	100	-0.826	21	100	-0.622
22	105	-0.226	22	105	-0.483	22	105	-0.586
23	110	-0.091	23	110	-0.3	23	110	-0.549
24	115	0.00064	24	115	-0.117	24	115	-0.512
25	120	1.7	25	120	1.8	25	120	-0.318
26	125	1.9	26	125	2	26	125	-0.095
27	127	2.2	27	127	2.3	27	130	1.9
						28	135	2.1
						29	137	2.4

Lampiran B

Tabel B.4.3 Data pengujian Analisa Saringan / *sieve analysis*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian *sieve analysis*

1. Sampel STA 1 Kanan

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	71	7.10	929	92.90
8	2.36	50	5.00	879	87.90
16	1.18	90	9.00	789	78.90
30	0.6	379	37.90	410	41.00
50	0.3	370	37.00	40	4.00
100	0.15	34	3.40	6	0.60
200	0.075	5	0.50	1	0.10
	Sisa di pan	1	0.10	0	0.00

2. Sampel STA 2 Kanan

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	210	21.00	790	79.00
8	2.36	164	16.40	626	62.60
16	1.18	141	14.10	485	48.50
30	0.6	250	25.00	235	23.50
50	0.3	190	19.00	45	4.50
100	0.15	40	4.00	5	0.50
200	0.075	5	0.50	0	0.00
	Sisa di pan	0	0.00	0	0.00

Lampiran B

Tabel B.4.3 Data pengujian Analisa Saringan / *sieve analysis*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian *sieve analysis*

3. Sampel STA 3 Kanan

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	5	0.50	995	99.50
8	2.36	10	1.00	985	98.50
16	1.18	25	2.50	960	96.00
30	0.6	225	22.50	735	73.50
50	0.3	540	54.00	195	19.50
100	0.15	190	19.00	5	0.50
200	0.075	5	0.50	0	0.00
	Sisa di pan	0	0.00	0	0.00

4. Sampel STA 1 Tengah

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	15	1.50	985	98.50
8	2.36	15	1.50	970	97.00
16	1.18	35	3.50	935	93.50
30	0.6	325	32.50	610	61.00
50	0.3	573	57.30	37	3.70
100	0.15	37	3.70	0	0.00
200	0.075	0	0.00	0	0.00
	Sisa di pan	0	0.00	0	0.00

Lampiran B

Tabel B.4.3 Data pengujian Analisa Saringan / *sieve analysis*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian *sieve analysis*

5. Sampel STA 2 Tengah

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	55	5.50	945	94.50
8	2.36	30	3.00	915	91.50
16	1.18	30	3.00	885	88.50
30	0.6	290	29.00	595	59.50
50	0.3	475	47.50	120	12.00
100	0.15	115	11.50	5	0.50
200	0.075	5	0.50	0	0.00
	Sisa di pan	0	0.00	0	0.00

6. Sampel STA 3 Tengah

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	60	6.00	940	94.00
8	2.36	10	1.00	930	93.00
16	1.18	20	2.00	910	91.00
30	0.6	230	23.00	680	68.00
50	0.3	560	56.00	120	12.00
100	0.15	115	11.50	5	0.50
200	0.075	5	0.50	0	0.00
	Sisa di pan	0	0.00	0	0.00

Lampiran B

Tabel B.4.3 Data pengujian Analisa Saringan / *sieve analysis*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian *sieve analysis*

7. Sampel STA 1 Kiri

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	200	20.00	800	80.00
8	2.36	215	21.50	585	58.50
16	1.18	185	18.50	400	40.00
30	0.6	120	12.00	280	28.00
50	0.3	55	5.50	225	22.50
100	0.15	110	11.00	115	11.50
200	0.075	90	9.00	25	2.50
	Sisa di pan	25	2.50	0	0.00

8. Sampel STA 2 Kiri

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	35	3.50	965	96.50
8	2.36	15	1.50	950	95.00
16	1.18	15	1.50	935	93.50
30	0.6	10	1.00	925	92.50
50	0.3	15	1.50	910	91.00
100	0.15	730	73.00	180	18.00
200	0.075	160	16.00	20	2.00
	Sisa di pan	20	2.00	0	0.00

Lampiran B

Tabel B.4.3 Data pengujian Analisa Saringan / *sieve analysis*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian *sieve analysis*

9. Sampel STA 3 Kiri

Ukuran Saringan	Diameter Saringan (mm)	Tanah Tertahan (gram)	Persentase Terhanan	Berat Tanah Lolos	Persentase Lolos
4	4.75	345	34.50	655	65.50
8	2.36	105	10.50	550	55.00
16	1.18	310	31.00	240	24.00
30	0.6	95	9.50	145	14.50
50	0.3	80	8.00	65	6.50
100	0.15	40	4.00	25	2.50
200	0.075	20	2.00	5	0.50
	Sisa di pan	5	0.50	0	0.00

Lampiran B

Tabel B.4.4 Data Kerapatan massa / *specific gravity*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian massa / *specific gravity*

1. Sampel STA 1 Kanan

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	170	160	170
Berat Piknometer + tanah kering (W1)	360	370	365
Temperatur (T1)	28	28	29
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	780	785	785
Berat Piknometer + air (W3)	580	585	585
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.996	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1 + W3) - W2)$)	3.625	3.441	3.545
Berat Jenis ($G_s = G_s T1 * A$)	3.612	3.428	3.531
Berat Jenis Rata -rata	3.524		

2. Sampel STA 2 Kanan

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	160	160	155
Berat Piknometer + +tanah kering (W1)	355	355	360
Temperatur (T1)	27.5	27.5	27.5
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	775	780	775
Berat Piknometer + air (W3)	575	580	575
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.996	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1 + W3) - W2)$)	3.710	3.742	3.594
Berat Jenis ($G_s = G_s T1 * A$)	3.696	3.728	3.581
Berat Jenis Rata -rata	3.669		

Lampiran B

Tabel B.4.4 Data Kerapatan massa / *specific gravity*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian massa / *specific gravity*

3. Sampel STA 3 Kanan

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	170	160	170
Berat Piknometer + +tanah kering (W1)	360	365	370
Temperatur (T1)	28	27	28
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	780	780	790
Berat Piknometer + air (W3)	580	580	590
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.997	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1+W3)-W2)$)	3.625	3.515	3.471
Berat Jenis ($G_s = G_s T1 * A$)	3.612	3.503	3.458
Berat Jenis Rata -rata	3.524		

4. Sampel STA 1 Tengah

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	170	160	170
Berat Piknometer + +tanah kering (W1)	360	370	365
Temperatur (T1)	28	28	28
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	775	785	785
Berat Piknometer + air (W3)	575	585	585
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.996	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1+W3)-W2)$)	3.594	3.441	3.545
Berat Jenis ($G_s = G_s T1 * A$)	3.580	3.428	3.532
Berat Jenis Rata -rata	3.514		

Lampiran B

Tabel B.4.4 Data Kerapatan massa / *specific gravity*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian massa / *specific gravity*

5. Sampel STA 2 Tengah

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	170	160	170
Berat Piknometer + +tanah kering (W1)	370	365	365
Temperatur (T1)	27.5	27.5	28
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	780	760	785
Berat Piknometer + air (W3)	580	560	585
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.996	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1+W3) - W2)$)	3.412	3.394	3.545
Berat Jenis ($G_s = G_s T1 * A$)	3.399	3.382	3.532
Berat Jenis Rata -rata	3.438		

6. Sampel STA 3 Tengah

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	160	160	155
Berat Piknometer + +tanah kering (W1)	355	355	355
Temperatur (T1)	28	28	28
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	775	780	777
Berat Piknometer + air (W3)	575	580	570
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.996	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1+W3) - W2)$)	3.710	3.742	3.851
Berat Jenis ($G_s = G_s T1 * A$)	3.696	3.728	3.837
Berat Jenis Rata -rata	3.754		

Lampiran B

Tabel B.4.4 Data Kerapatan massa / *specific gravity*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian massa / *specific gravity*

7. Sampel STA 1 Kiri

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	170	160	170
Berat Piknometer + +tanah kering (W1)	360	370	370
Temperatur (T1)	29	29	29
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	775	790	785
Berat Piknometer + air (W3)	575	590	585
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.996	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1+W3)-W2)$)	3.594	3.471	3.441
Berat Jenis ($G_s = G_s T1 * A$)	3.579	3.457	3.427
Berat Jenis Rata -rata	3.488		

8. Sampel STA 2 Kiri

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	160	160	155
Berat Piknometer + +tanah kering (W1)	355	360	360
Temperatur (T1)	27.5	27.5	28
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	770	775	775
Berat Piknometer + air (W3)	570	575	575
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.996	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1+W3)-W2)$)	3.677	3.594	3.594
Berat Jenis ($G_s = G_s T1 * A$)	3.664	3.581	3.580
Berat Jenis Rata -rata	3.608		

Lampiran B

Tabel B.4.4 Data Kerapatan massa / *specific gravity*

Lokasi Penelitian : DAS Krueng Tripa, Desa Ujong Krueng, Kecamatan Tripa
Makmur, Kabupaten Nagan Raya

Nama Pengujian : Pengujian massa / *specific gravity*

9. Sampel STA 3 Kiri

no piknometer	1	2	3
Berat Piknometer kosong (WP)	160	160	155
Berat Piknometer + tanah kering (W1)	355	360	360
Temperatur (T1)	28	28	28
Berat Piknometer + tanah kering + air (W2)	780	770	775
Berat Piknometer + air (W3)	580	570	575
Berat Tanah Kering (W4)	200	200	200
Faktor Koreksi Suhu (A)	0.996	0.996	0.996
Berat Jenis T1 ($G_s T1 = W3 / ((W1 + W3) - W2)$)	3.742	3.563	3.594
Berat Jenis (Gs) = $G_s T1 * A$	3.728	3.549	3.580
Berat Jenis Rata -rata	3.619		

Lampiran B

Tabel 5.1 viskositas air (η) dan berat jenis air (G_w)

Temp (°C)	Unit weight of water, g/cm ³	Viscosity of water, poise*
4	1,00000	0.01567
16	0.99897	0.01111
17	0,99880	0.01083
18	0.99862	0.01056
19	0.99844	0,01030
20	0.99823	0.01005
21	0.99802	0.00981
22	0,99780	0.00958
23	0.99757	0.00936
24	0.99733	0.00914
25	0.99708	0.00894
26	0.99682	0.00874
27	0.99655	0.00855
28	0.99627	0.00836
29	0.99598	0.00818
30	0.99568	0.00801

Tabel 5.2 Faktor koreksi temperaturnya (C_t)

Temp, (°C)	C_γ
15	1,10
16	-0.9
17	-0.7
18	-0.5
19	-0.3
20	0,00
21	0,20
22	0,40
23	0,70
24	1,00
25	1,30
26	1.65
27	2,00
28	2,50
29	3.05
30	3,80

Tabel 5.3 Nilai 3 K untuk nilai G_s tanah dan temperaturnya

G. of soil solids	Correction factor α
2.85	0.96
2.8	0.97
2.75	0.98
2,70	0.99
2.65	1,00
2,60	1.01
2.55	1.02
2,50	1.04

Tabel 5.4 Nilai K beberapa nilai Gs tanah dan temperaturnya

Temperatur (°C)	Unit Weight of Soil Solid							
	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.0151	0.0148	0.0146	0.0144	0.0141	0.0139	0.0137	0.0136
17	0.0149	0.0146	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134
18	0.0148	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132
19	0.0145	0.0143	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132	0.0131
20	0.0143	0.0141	0.0139	0.0137	0.0134	0.0133	0.0131	0.0129
21	0.0141	0.0139	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127
22	0.0140	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0128	0.0126
23	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124
24	0.0137	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0125	0.0123
25	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0122
26	0.0131	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0124	0.0122	0.0120
27	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0119
28	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0123	0.0121	0.0119	0.0117
29	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0121	0.0120	0.0118	0.0116
30	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0118	0.0117	0.0115

Tabel 5.5 Nilai Kinematis Air

Suhu °C	Rapat massa ρ (kg/m^3)	Viskositas Dinamik μ (Nd/m^2)	Viskositas Kinematik ν (m^2/d)	Tegangan Permukaan σ (N/m)	Modulus Elastisitas K (MN/m^2)
0,0	999,9	$1,792 \times 10^{-3}$	$1,792 \times 10^{-6}$	$7,56 \times 10^{-2}$	2040
5,0	1000	1,519	1,519	7,54	2060
10,0	999,7	1,308	1,308	7,48	2110
20,0	998,2	1,005	1,007	7,36	2200
30,0	995,7	0,801	0,804	7,18	2230
40,0	992,2	0,656	0,661	7,01	2270
50,0	988,1	0,549	0,556	6,82	2300
60,0	983,2	0,469	0,477	6,68	2280
70,0	977,8	0,406	0,415	6,50	2250
80,0	971,8	0,357	0,367	6,30	2210
90,0	965,3	0,317	0,328	6,12	2160
100,0	958,4	$0,284 \times 10^{-3}$	$0,296 \times 10^{-6}$	$5,94 \times 10^{-2}$	2070

Lampiran C

1. Metode Engelund And Hansen

Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Ukuran diameter sedimen (d_{50}) = 0,59 mm = 0,00059 m
- Kemiringan sungai (S) = 0,012
- Kecepatan aliran (V) = 1.753333333 m/s
- Lebar sungai (W) = 123 m
- Berat jenis sedimen (γ_s) = 3.571 gr/cm³ = 3571 kg/m³
- Berat jenis air (γ) = 1000 kg/m³
- Suhu = 30°C

Langkah perhitungan :

a. Hitung τ_0

$$\begin{aligned}\tau_0 &= \gamma \times d_{50} \times S \\ &= 1000 \times 0,00059 \times 0,012 \\ &= 0,00708 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

b. Hitung konsentrasi muatan sedimen

$$\begin{aligned}q_s &= 0.05 \gamma_s * V^2 \left[\frac{d_{50}}{g \frac{\gamma_s}{\gamma} - 1} \right]^{1/2} \left[\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) d_{50}} \right]^{3/2} \\ &= 0,05 \times 3571 \times 1.753333333^2 \times \left[\frac{0,00708}{(3571 - 1000)0,00059} \right]^{3/2} \\ &= 0,0047 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

c. Hitung jumlah sedimen per hari, bulan, dan tahun

$$\begin{aligned}Q_s &= \omega \times q_s \\ &= 5.02 \times 0,004749 \\ &= 0.024 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0.02875 \times \left(\frac{86400}{1000}\right) \\
&= 0.024 \times \left(\frac{86400}{1000}\right) \\
&= 2.060 \text{ ton/hari} \\
&= 0.024 \times \left(\frac{86400 \times 30}{1000}\right) \\
&= 61.79 \text{ ton/bulan} \\
&= 0.024 \times \left(\frac{86400 \times 365}{1000}\right) \\
&= 751.79 \text{ ton/tahun}
\end{aligned}$$

2. Metode Bagnold

Data-data dalam menganalisis traspor sedimen total menggunakan metode Bagnold adalah sebagai berikut:

- Kecepatan aliran (V) = 0,389 m/s
- Kedalaman sungai (D) = 1,4 m
- D_{50} = 0,59 mm = 0,000059 m
- Diameter butiran = 0,59 mm = 0,000059 m
- Suhu = $30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$

Langkah perhitungan :

- a. Karena data suhu dalam derajat *Celcius*, ubah kedalam derajat *Fahrenheit*:

$$\begin{aligned}
\text{Suhu} &= \left(\frac{9}{5}\right) \times T^{\circ} + 32^{\circ} \\
&= \left(\frac{9}{5}\right) \times 30^{\circ} + 32^{\circ} \\
&= 86^{\circ}\text{F}
\end{aligned}$$

- b. hitung kecepatan kinematis air

Diketahui: $X^{\circ} = 80$ $f(X_0) = 0,367$

$$X_1 = 90 \qquad f(X_1) = 0,328$$

$$X = 86 \qquad f(X) = ?$$

$$\begin{aligned} f(X) &= f(X_0) + f \frac{(x_1)-(f(x_0))}{(x_1-x_0)} (X - X_0) \\ &= 0,367 + \frac{0,328-0,367}{(90-80)} (86 - 80) = 0.343 \end{aligned}$$

Jadi, kecepatan kinematis air didapat $0,343 \times 10^{-6}$ ft/s.

c. Hitung kecepatan jatuh partikel sedimen

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{10 (0,343 \times 10^{-6})}{0,00059} \left[\left(1 + \frac{0,01(3.571-1) 9,81 \times 0,00059^3}{(0,343 \times 10^{-6})^2} \right)^{0,5} - 1 \right] \\ &= 285 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Hitung nilai d_{50} dengan interpolasi linear

$$\text{Diketahui: } X_0 = 51,28 \qquad f(X_0) = 0,6$$

$$X_1 = 19,52 \qquad f(X_1) = 0,3$$

$$X = 50 \qquad f(X) = ?$$

$$\begin{aligned} f(X) &= f(X_0) + f \frac{(x_1)-(f(x_0))}{(x_1-x_0)} (X - X_0) \\ &= 0,6 + \frac{0,3-0,6}{(19,52- 51,28)} (50 - 51,28) = 0.59 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan Gambar 4.1 (a), didapat $e_b = 0,138$

a. Perhitungan Interpolasi

$$\text{Diketahui: } X_1 = 0.3 \qquad y_1 = 0.14$$

$$X_2 = 0.59 \qquad y_2 = ?$$

$$X_3 = 1.0 \qquad y_3 = 0.135$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} y_2 &= y_1 + \left(\frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1} \right) (y_3 - y_1) \\ &= 0.14 + \left(\frac{0.59 - 0.3}{1.0 - 0.3} \right) (0.135 - 0.14) \\ &= 0.14 + \left(\frac{0.29}{0.7} \right) (-0.005) \\ &= 0.14 + 0.414 (-0.005) \\ &= 0.138 \end{aligned}$$

berdasarkan Gambar 4.2 (a), $e_b = 0,138$

d. Hitung tegangan geser

$$\begin{aligned} \tau &= (\gamma_s - \gamma) \\ &= (3571 - 1000) 0,00059 \\ &= 1.52 \end{aligned}$$

b. perhitungan interpolasi

Diketahui:	$X_1 = 0.5$	$y_1 = 0.66$
	$X_2 = 0.59$	$y_2 = ?$
	$X_3 = 0.6$	$y_3 = 0.54$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} y_2 &= y_1 + \left(\frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1} \right) (y_3 - y_1) \\ &= 0.66 + \left(\frac{0.59 - 0.5}{0.6 - 0.5} \right) (0.54 - 0.66) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0.66 + \left(\frac{0.09}{0.1}\right)(-0.12) \\
&= 0.66 + 0.9(-0.12) \\
&= 0.552
\end{aligned}$$

Berdasarkan Gambar 4.2 (b), didapat $\tan \alpha = 0,552$

f. Hitung Angkutan Sedimen Total (Q_t)

$$\begin{aligned}
Q_t &= \frac{\gamma}{(\gamma_s - \gamma)} \tau V \left(\frac{eb}{\tan \alpha} + 0.01 \frac{\vartheta}{w} \right) \\
&= \frac{1000}{3571 - 1000} (1.52 \times 1.753333333) \left(\frac{0,138}{0,552} + 0.01 \frac{0,343 \times 10^{-6}}{5.02} \right) \\
&= 259.147 \text{ kg/s}
\end{aligned}$$

g. Hitung Q_{sw}

$$\begin{aligned}
Q_{sw} &= \omega \times q_t \\
&= 5.02 \times 259.147 \\
&= 1300.92 \text{ kg/s}
\end{aligned}$$

h. Hitung besar debit air

$$\begin{aligned}
G_w &= \gamma * \omega * D * v \\
&= 1000 \times 5.02 \times 1,4 \times 1.753333333 \\
&= 1.2322 \text{ kg/s}
\end{aligned}$$

i. Hitung konsentrasi sedimen

$$\begin{aligned}
C_t &= \left(\frac{Q_{sw}}{G_w} \right) \\
&= \left(\frac{1300.92}{1.2322} \right)
\end{aligned}$$

$$= 0,00000000011 \text{ ppm}$$

j. Hitung jumlah muatan sedimen per hari, bulan, dan tahun

$$\begin{aligned} Q_s &= C_t \times G_w \\ &= \left(\frac{0,00000000011}{1000000} \right) \times 1.2322 \\ &= 0.001355467 \text{ kg/s} \\ &= 0.001355467 \times \left(\frac{86400}{1000} \right) \\ &= 0.1171 \text{ ton/hari} \\ &= 0.001355467 \times \left(\frac{86400 \times 30}{1000} \right) \\ &= 3.5134 \text{ ton/bulan} \\ &= 0.001355467 \times \left(\frac{86400 \times 365}{1000} \right) \\ &= 42.7460 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$