



ANALISIS DEBIT SUNGAI PEBESSIANG DAN BUBUN BATU PADA SUB DAS MAMASA PROVINSI SULAWESI BARAT

Sultan¹ , Ajun Hidayat¹ , Naufal¹ , Hasanuddin¹ , Nirwana¹

AFILIATIONS

1. Program Studi Kehutanan,
Universitas Muhammadiyah
Makassar

Correspondence:
sultan@unismuh.ac.id

ABSTRACT

Pengelolaan DAS terpadu merupakan pengelolaan DAS yang terstruktur secara menyeluruh mulai dari DAS bagian hulu (upper stream), DAS bagian tengah (middle stream) sampai DAS bagian hilir (lower stream). Pengelolaan DAS yang baik dapat meminimalisir permasalahan yang sering muncul diwilayah pada SUB DAS Mamasa Provinsi Sulawesi Barat. Tujuan penelitian ini adalah: 1) mengetahui kecepatan arus sungai, 2) mengetahui luas penampang sungai, 3) mengetahui debit aliran sungai. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yakni survei lapangan terhadap objek aliran sungai. Data yang dikumpul pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder dari debit sungai dab bubun batu pada SUB DAS Mamasa Provensi Sulawesi Barat dengan metode pelampung menggunakan pada prinsipnya sama metode konvesional. Dapat disimpulkan bahwa: 1) kecepatan aliran sungai adalah dengan menggunakan metode pelampung yang berjarak 20 m dengan kecepatan aliran sungai pabessian yaitu dengan kecepatan 0,53m/s, dan sungai bubun batu dengan kecepatan yang di tempuh yaitu, 0,33m/s. 2) luas penampang basah adalah dengan menggunakan alat total stasion atau biasa di sebut dengan (TS) dan didapatkan hasil pada sungai pabessian memiliki luas penampang 1,47 m², dan sungai Bubun batu 1,8 m². 3) hasil perhitungan data debit sungai yaitu dengan cara menghitung kecepatan aliran sungai (V) di kalikan dengan luas penampang basah (A), Sehingga di dapatkan hasil data tersebut. Sungai Pebessiang 0,78 m³/detik dan Sungai Bubun Batu 0,59 m³/detik.

KEYWORDS

Debit, DAS, Kecepatan Aliran Sungai

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai adalah daerah yang berada disekitar sungai apabila hujan turun di daerah tersebut airnya akan mengalir ke sungai yang bersangkutan sebagai tempat penampang air hujan. Sungai adalah arah sungai terletak pada bagian



2025 by FORCES

permukaan bumi yang lebih rendah dari tanah sekitarnya yaitu berasal dari air gunung yang kemudian bermuara menuju satu tempat yaitu laut sedangkan.

Daerah aliran sungai (DAS) di Indonesia sebagian besar dalam kondisi kritis seperti dicerminkan sering terjadinya bencana banjir dan kekeringan, serta tanah longsor dan meluasnya lahan kritis. Keputusan Menteri Kehutanan No. SK.328/Menhut-II/2009 disebutkan bahwa sebanyak 108 DAS dalam kondisi kritis yang memerlukan prioritas penanganan. Luas lahan kritis dalam DAS merupakan salah satu indikasi tingkat kekritisan suatu DAS. Di Indonesia pada tahun 2007 luas lahan kritis telah mencapai 77,8 juta hektar (Departemen Kehutanan, 2007) yang tersebar di dalam kawasan hutan sekitar 51 juta ha dan di luar kawasan hutan kurang lebih seluas 26,8 juta ha. Padahal pada tahun 2000, lahan kritis di Indonesia diperkirakan 23,2 juta ha yang berada di dalam kawasan hutan 8,1 juta ha (35%) dan di luar kawasan 15,1 juta ha (65%) (Departemen Kehutanan, 2001). Luas Lahan kritis pada Tahun 2011 di Indonesia seluas 27,2 juta ha mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan tahun 2006 yaitu seluas 30,1 juta ha (Departemen Kehutanan, 2012) (Andini 2017).

Adapun Jerman mendukung Indonesia dalam upaya untuk menyelaraskan pembangunan ekonomi dengan perlindungan iklim dan sumber daya alam. Dalam konteks ini, KfW membiayai kegiatan Perusahaan Listrik Negara (PLN), untuk memperluas energi terbarukan guna memenuhi permintaan listrik yang meningkat. Pembiayaan ini diberikan antara lain untuk rehabilitasi dan perluasan PLTA Bakaru di Sulawesi Selatan (proyek disebut "Bakaru II"). Permasalahan spesifik tingginya sedimentasi di Sungai Mamasa yang diasumsikan berasal dari praktik penggunaan lahan di bagian hulu, sehingga membutuhkan langkah-langkah yang memadai di daerah hulu. Sejak awal beroperasi, PLTA Bakaru I telah menghadapi masalah sedimentasi di dalam bendungan dan abrasi pada turbin di PLTA yang disebabkan oleh konsentrasi kuarsa yang tinggi di dalam air. Hal ini mengakibatkan biaya operasional yang tinggi untuk penggantian runner dan penggerukan bendungan. PLTA Bakaru dikelola oleh PLN. Selama negosiasi Pemerintah Indonesia – Jerman pada tahun 2015, 23,5 euro dijanjikan untuk "Program Hutan IV", yang akan melengkapi rehabilitasi PLTA "Bakaru II" dengan program peningkatan pengelolaan DAS dan konservasi di DAS Mamasa. Program bendungan Bakaru, dan dengan demikian akan mengurangi kerusakan akibat abrasi pada turbin di PLTA.

Daerah aliran sungai (DAS) Mamasa merupakan daerah aliran sungai multifungsi yakni merupakan sumber air baku bagi masyarakat yang bermukim di sekitarnya, sumber irigasi, dan sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA) Sub DAS Mamasa sangat penting bagi bendungan Bakaru I/II, POKO, PLTA PLN, serta pembangkit listrik tenaga air lokal lainnya yang terletak di bagian hilir DAS Mamasa. DAS Mamasa dan sub-DAS kecil lainnya memiliki manfaat yang penting signifikan dalam penyediaan air bagi masyarakat setempat untuk penggunaan rumah tangga, pertanian, dan pembangkit listrik skala kecil melalui instalasi pembangkit listrik tenaga mikro hidro. (Frisca, 2020).

Pengelolaan DAS (Watershed Management) adalah pengelolaan sumber daya yang terdapat disuatu daerah aliran sungai untuk produksi dan perlindungan persedian air dan sumber dasar air (water-based resources), termasuk pengendalian erosi dan banjir serta perlindungan nilai estetika yang terkait dengan air. Pengelolaan DAS merupakan salah satu bagian dari pengelolaan sumber daya alam, yaitu pengurusan dari semua sumber-sumber alam dari sebuah negara dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan kehidupan penduduk (Hardjoamidjojo dan Sukandi, 2013).

Menurut Syarifudin dan Hendri (2009) Pengelolaan DAS mempunyai berbagai tujuan, antara lain untuk melindungi lahan dari segala bentuk kerusakan, mengurangi laju erosi dan menstabilkan aliran. Pengelolaan DAS terpadu merupakan pengelolaan DAS yang terstruktur secara menyeluruh mulai dari DAS bagian hulu (upper stream), DAS bagian tengah (middle stream) sampai DAS bagian hilir (lower stream). Pengelolaan DAS yang baik dapat meminimalisir permasalahan yang sering muncul diwilayah DAS. Beberapa permasalahan yang biasa terjadi seperti 5 kekurangan suplay air, kerusakan akibat banjir, tingginya erosi dan sedimentasi, pencemaran sumber air bersih (mata air), pencemaran aliran sungai, menurunnya produktifitas dan kekurangan energy (Frisca, 2020).

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2023 di desa Lembang Salulo di dua sungai yaitu, sungai Pebessian dan sungai Bubun Batu Yang terletak di desa Lembang Salulo, Provinsi Sulawesi Barat.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Stop watch untuk menghitung per satuan waktu, rol meter untuk mengukur start dan finish pengukuran pelampung, kamera untuk photo dokumentasi, alat tulis menulis (ATM), alat pelampung, alat penyipat ruang total station, botol untuk media pengukuran dengan pelampung.

Teknik Pengumpulan Data

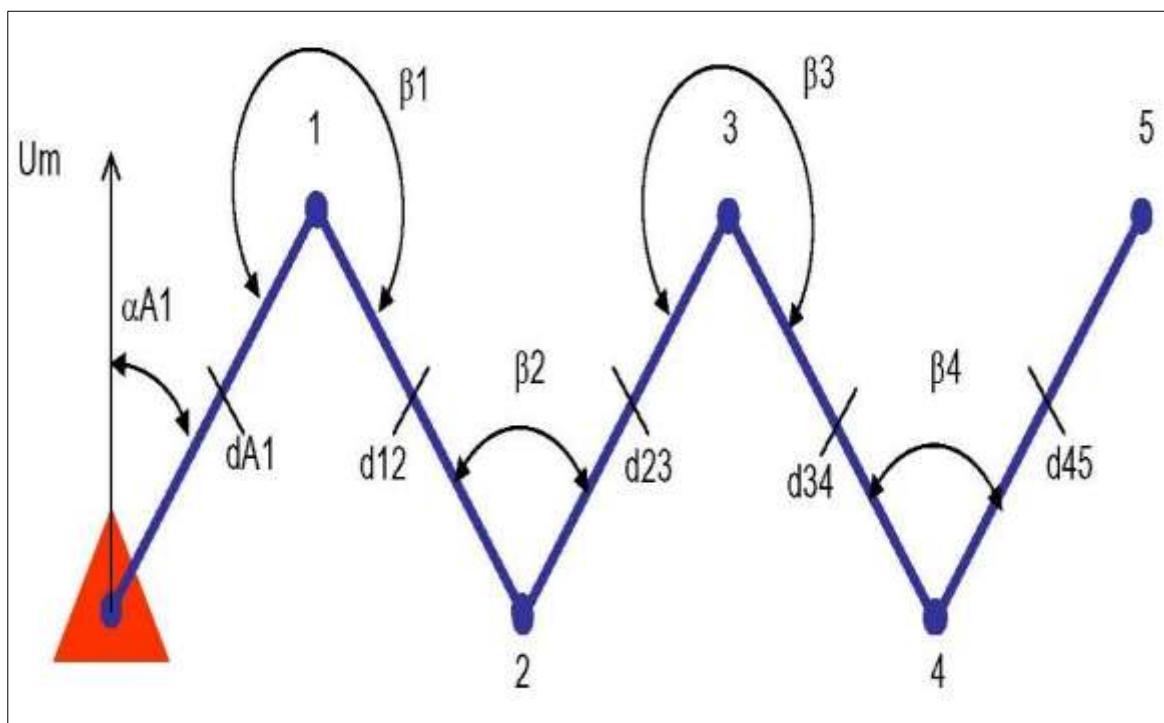
Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yakni survei lapangan terhadap objek aliran sungai. Adapun cara pengumpulan data tersebut dilakukan sebagai berikut:

- Pengukuran Kecepatan Aliran: Siapkan peralatan untuk mengukur jarak antara hulu dan hilir dengan jarak 20 m, kemudian lepaskan pelampung kira 20 meter di hulu penampa sungai dan pada saat itu juga catat waktunya. Ulangi Langkah tersebut sampai pelampung terakhir minimal 3 kali percobaan.
- Pengukuran Luas penampang sungai:

Pengukuran Kerangka Kontrol Horisontal:

- Pengukuran poligon menggunakan alat ukur Total Station Sokkia im – 50 Series.

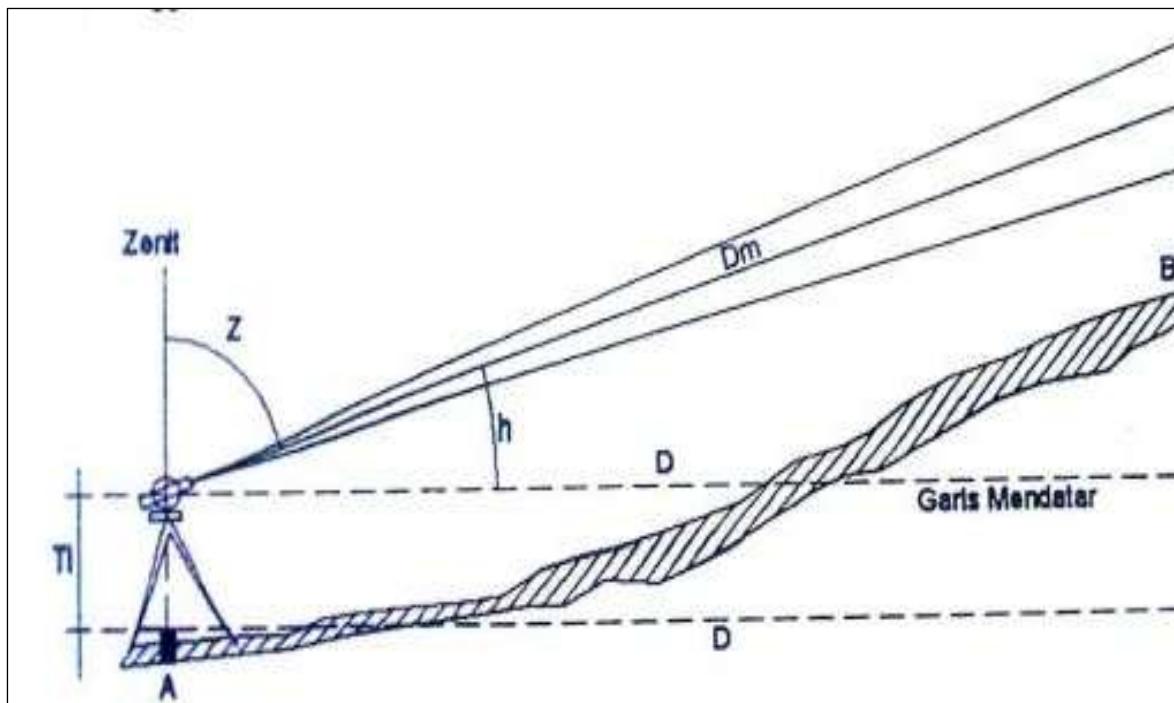
2. Pengukuran poligon utama diikatkan dari BM ke CP yang diukur dengan menggunakan GPS.
3. Jarak antar poligon maksimal 200 meter.
4. Ketelitian untuk poligon utama yaitu: Kesalahan sudut yang diperbolehkan adalah $10''$ kali akar jumlah titik poligon ($10\sqrt{n}$) dan Ketelitian jarak linier harus lebih kecil dari $1/10000$.
5. Pengukuran poligon cabang dilakukan dengan ketentuan yaitu: Pengukuran poligon cabang menggunakan metode terikat sempurna diikatkan pada titik kerangka kontrol horizontal utama. Toleransi penutup sudut maksimum adalah $20''$ kali akar jumlah titik poligon ($20\sqrt{n}$). Ketelitian jarak linier harus lebih kecil dari $1/5000$



Gambar 1. Pengukuran Kerangka Kontrol Orizontal

Pengukuran Kerangka Kontrol Vertikal:

1. Pengukuran dilakukan dengan cara trigonometris.
2. Alat yang digunakan sama dengan alat yang digunakan untuk mengukur poligon utama.
3. Pengukuran vertikal dilakukan setiap jarak 50 meter.
 - a. Batas ketelitian yang dicapai tidak boleh lebih dari $40 \sqrt{D}$ (milimeter), dimana D adalah panjang pengukuran (Km).
 - b. Referensi levelling menggunakan elevasi dari pengukuran GPS yaitu ketinggian ellipsoid.
 - c. Toleransi ketelitian beda tinggi adalah $40 \text{ mm} \sqrt{D}$, ($D = \text{jumlah panjang jarak jalur pengukuran dalam kilometer}$), kecuali pada jalur dimana diletakkan posisi BM toleransinya $20 \text{ mm} \sqrt{D}$.



Gambar 2. Pengukuran Kerangka Kontrol Vertikal

Pengukuran Situasi:

Pengukuran situasi dan detail dilakukan dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Pengukuran situasi dilakukan dengan sistem atau cara Tachymetri, yang mencakup semua objek yang dibentuk oleh alam maupun manusia yang ada di sepanjang jalur pengkuran.
2. Akurasi alat yang digunakan maksimal 30"
3. Setiap data pengukuran harus dilengkapi dengan sketsa lapangan.
4. Setiap data ukur harus diberi kode seperti kaki slope, kepala slope, elevasi, alur (creek), jalan, sungai, rawa dll.
5. Dalam pengambilan data perlu diperhatikan keseragaman penyebaran dan kerapatan titik yang cukup sehingga dihasilkan gambar situasi yang benar.
6. Pengukuran sungai dilakukan pada tepi atas, tepi bawah dan as dengan kerapatan maksimal 15 meter.
7. Pengukuran alur dilakukan pada as dengan kerapatan maksimal 15 meter.

Analisis Data

a. Kecepatan Aliran:

Analisis data untuk kecepatan aliran air dengan metode Pelampung dilakukan dengan Menghitung kecepatan aliran air dengan menggunakan rumus:

$$V = D/t$$

Dimana:

- V : kecepatan aliran air sungai (m/detik)
- D : jarak antara daerah penampang I dengan II (meter)
- T : waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak (detik)

b. Luas penampang basah saluran (A):

Pengolahan data hasil pengukuran:

1. Pengolahan data Total Station dengan metode radial ini diolah dengan menggunakan software Sokkia Link yang akan menghasilkan koordinat (X, Y, Z)
2. Rektifikasi citra menggunakan software ErMapper v 7.1, sedangkan koreksi geometriknya menggunakan satelit GeoEye
3. Subsetting citra satelit didasarkan pada data survey pendahuluan mengenai batas wilayah/area yang akan disurvei.

Pengolahan data – data kerangka kontrol horisontal dan vertikal:

1. Pengukuran kerangka kontrol dilakukan menggunakan alat ukur Total Station dimana data yang diamati di lapangan berupa sudut (vertikal & orizontal) dan jarak serta variabel lainnya direkam langsung kedalam data kolektor atau pada internal memori alat tersebut yang selanjutnya dapat di download/ditransfer kedalam komputer PC atau Notebook menggunakan software yang tersedia misalnya Autoland Development, MicroSurvey CAD, Topcon dan lainnya untuk segera dapat diproses. Proses download/transfer data ini dilakukan setiap hari sepulang dari lapangan untuk dapat segera mengantisipasi dan merencanakan progress kerja selanjutnya.
2. Jika toleransi ketelitian tidak tercapai maka harus dilakukan pengukuran ulang pada sisi yang salah.
3. Perhitungan dapat diterima jika batas toleransi telah dipenuhi.

Hasil Pengukuran situasi dan Detil Topografi:

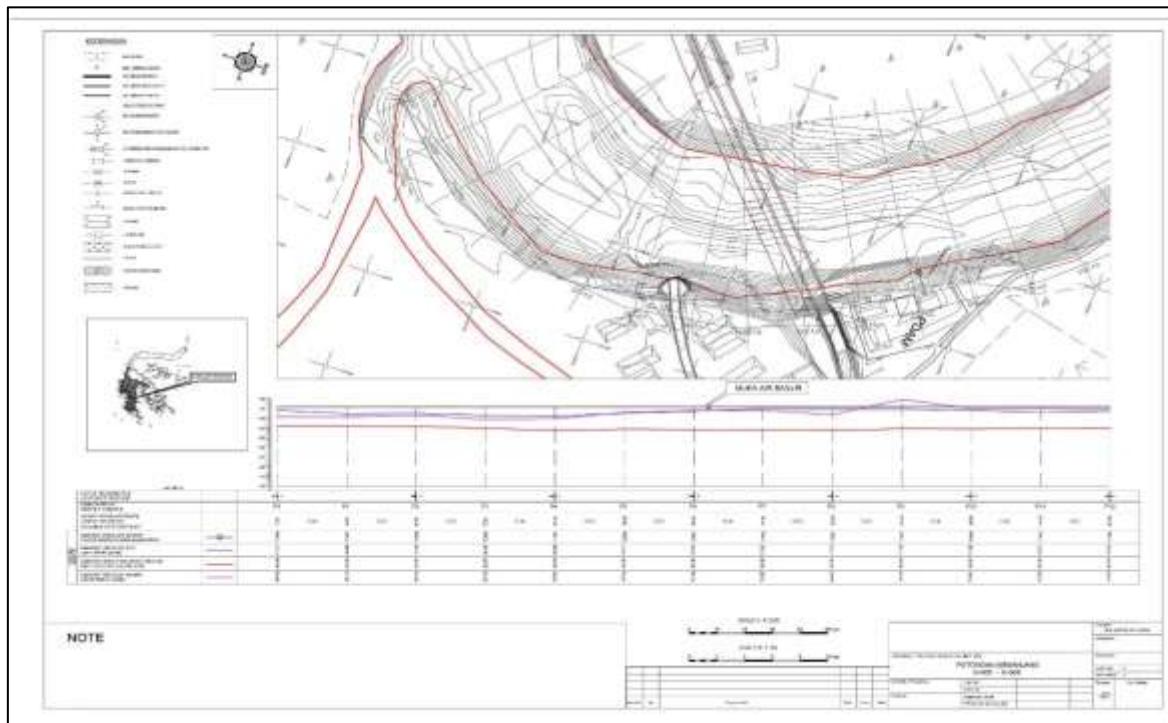
1. Pengolahan data situasi dan detail topografi dilakukan dengan menggunakan software MicroCadsurvey
2. Sebelum data situasi dan detail topografi diolah, terlebih dahulu harus disiapkan garis breaklines. Garis breaklines harus dibuat pada setiap : Kepala dan kaki slope, Tepi atas dan tepi bawah sungai, As alur, Kedua tepi jalan dan Surface editing.
3. Proses pembuatan surface pada software survey berupa Triangulation Irreguler Network (TIN) harus melibatkan seluruh data topografi (X,Y,Z) dan garis breaklines
4. Surface editing dilakukan langsung pada TIN tetapi harus menggunakan garis breaklines
5. Cek terhadap data situasi dan detail topografi dilakukan secara bertahap dengan menampilkan gambar kontur yang dilengkapi dengan gambar situasi. Jika koordinat kerangka dasar dan poligon cabang belum final, perhitungan

koordinat data situasi dan detail topografi dihitung dengan koordinat sementara.

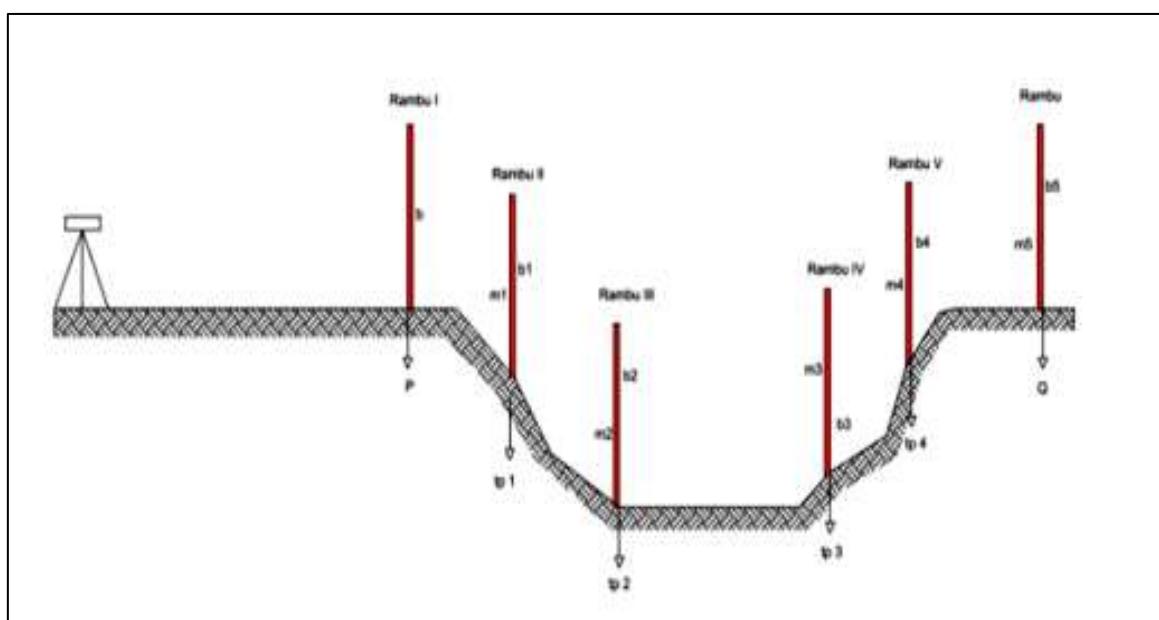
6. Jika terdapat kekeliruan (data lapangan salah atau kurang) maka harus dilakukan pengecekan ulang terhadap data situasi dan detail topografi.
7. Proses pembuatan surface final dengan menggunakan koordinat definitif dilakukan secara bersamaan untuk seluruh area pemetaan, selanjutnya dilakukan proses pembuatan kontur. Gambar kontur harus sesuai dengan sketsa lapangan.

Pembuatan Peta:

1. Penggambaran hasil pengukuran mengacu kepada standar penggambaran yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PU Nomor : KP-07 Tahun 2013 tentang Kriteria Perencanaan Standar Penggambaran.
2. Penggambaran draft dapat dilaksanakan dengan penggambaran secara grafis, dengan menggunakan data ukur sudut dan jarak.
3. Penggambaran peta situasi definitif dilakukan setelah hasil perhitungan definitif selesai dilaksanakan sehingga koordinat sebagai kerangka horizontal dan spot height sebagai kerangka vertikal telah dilakukan hitungan perataannya.
4. Penggambaran peta situasi sungai skala 1 : 2.000 dengan interval kontur 0,50 m di buat pada kertas kalkir ukuran A1.
5. Peta ikhtisar skala 1 : 10.000 s/d 1 : 25.000 dengan interval kontur 1,0 m di buat pada kertas kalkir ukuran A1.
6. Penggambaran profil memanjang sungai skala (H) 1 : 2.000 dan skala (V) 1 : 1 : 200, penggambaran profil melintang sungai skala (H) 1 : 2.000 dan skala (V) 1 : 1 : 200.
7. Semua titik koordinat kerangka utama dan cabang di gambar dengan sistem koordinat.
8. Indek kontur di tulis setiap garis kontur.
9. Penggambaran garis kontur tidak boleh putus dan antara garis kontur yang satu dengan kontur yang lain tidak akan saling berpotongan.
10. Sistem grid yang di pakai adalah sistem proyeksi UTM.



Gambar 3. Peta Situasi Dan Potongan Memanjang.



Gambar 4. Profil Melintang

c. Penghitungan Debit sungai (Q):

Perhitungan Debit sungai dimulai dengan:

1. Gambar penampang basah di hulu dan hilir
2. Gambar lintasan pelampung
3. Hitung panjang tiap lintasan pelampung
4. Hitung kecepatan aliran permukaan tiap pelampung, untuk mendapatkan kecepatan aliran sebenarnya maka kecepatan aliran permukaan tiap

pelampung harus dikalikan dengan koreksi yang besarnya berkisar antara 0.7 dan 0.8 tergantung dari panjang pelampung dan proses lintasan pelampung

5. Tentukan bagian penampang basah
6. Tentukan nilai kecepatan aliran pada setiap batas bagian penampang
7. Hitung luas bagian penampang basah
8. Hitung debit untuk setiap bagian penampang basah

$$Q = V \times A$$

Dimana:

Q : Debit air yang mengalir ($m^3/detik$)

V : Kecepatan aliran air ($m/detik$)

A : Luas penampang basah (m^2)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan Aliran Sungai

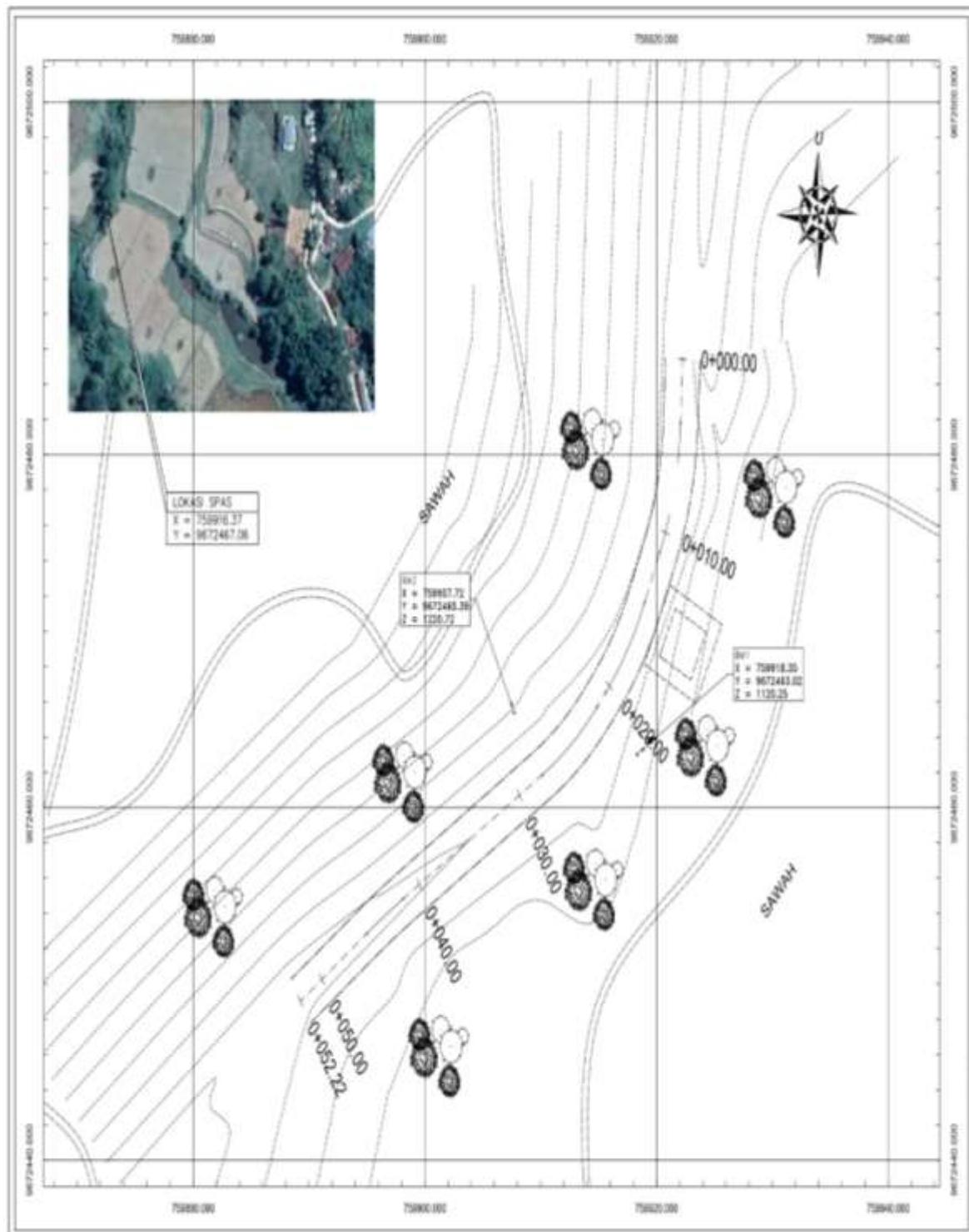
Pengamatan dan pengukuran kecepatan sungai dilakukan pada dua sungai yaitu sungai Pabessian dan Sungai Bubun Batu Desa Lembang Salulo. Pengukuran kecepatan aliran sungai dilaksanakan pada musim kemarau, pengukuran kecepatan aliran sungai menggunakan metode pelampung dengan menghitung jarak antara daerah penampang I dengan II (meter) dan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak (detik). Adapun jarak antar penampang 1 dengan II sepanjang 20 m dengan waktu di tempuh rata-rata pelampung sampai ke garis akhir lintasan adalah masing-masing sungai pabessian 37,13 detik dan sungai Bubun Batu 59,47 detik. Adapun kondisi layout sungai pabessian dan sungai bubun batu dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 Untuk hasil pengukuran perhitungan kecepatan aliran sungai dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan Aliran Sungai.

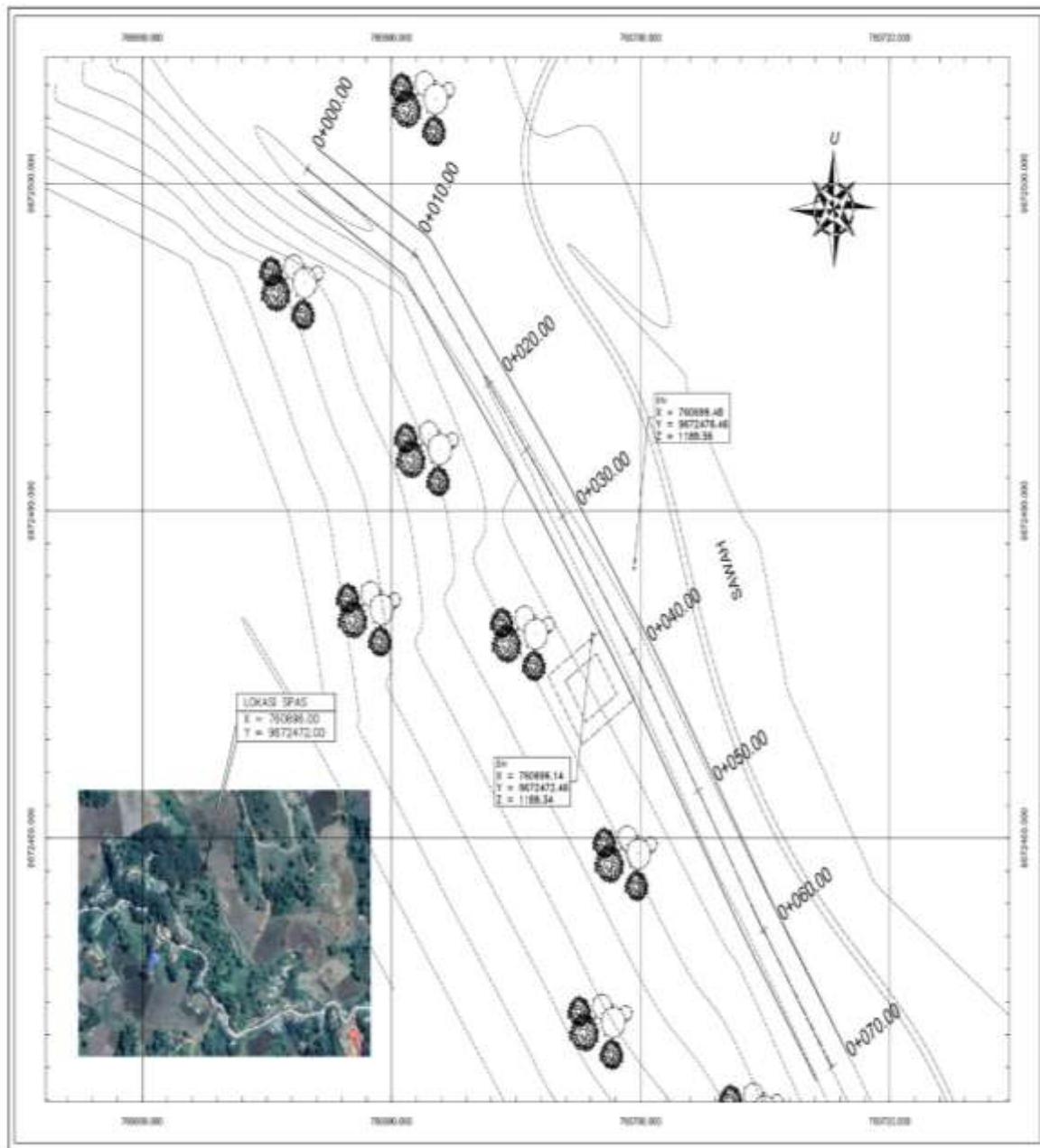
NO	Lokasi	Panjang (m)	Waktu(s)	Kecepatan aliran (m/s)
1	Sungai Pabesiang	20	37,13	0,53
2	Sungai Bubun Batu	20	59,47	0,33

Sumber: Hasil pengukuran Lapangan 2023

Berdasarkan Tabel 1 Kecepatan di atas adalah Aliran Sungai Pebessiang Yaitu 0,53 m/s dan Sungai Bubun Batu Yaitu 0,33 m/s, sehingga kecepatan Aliran Sungai Pebessiang lebih tinggi di bandingkan dengan Bubun Batu, kondisi tersebut terjadi pada musim kemarau.



Gambar 5. Layout kondisi sekitar sungai Pabessian

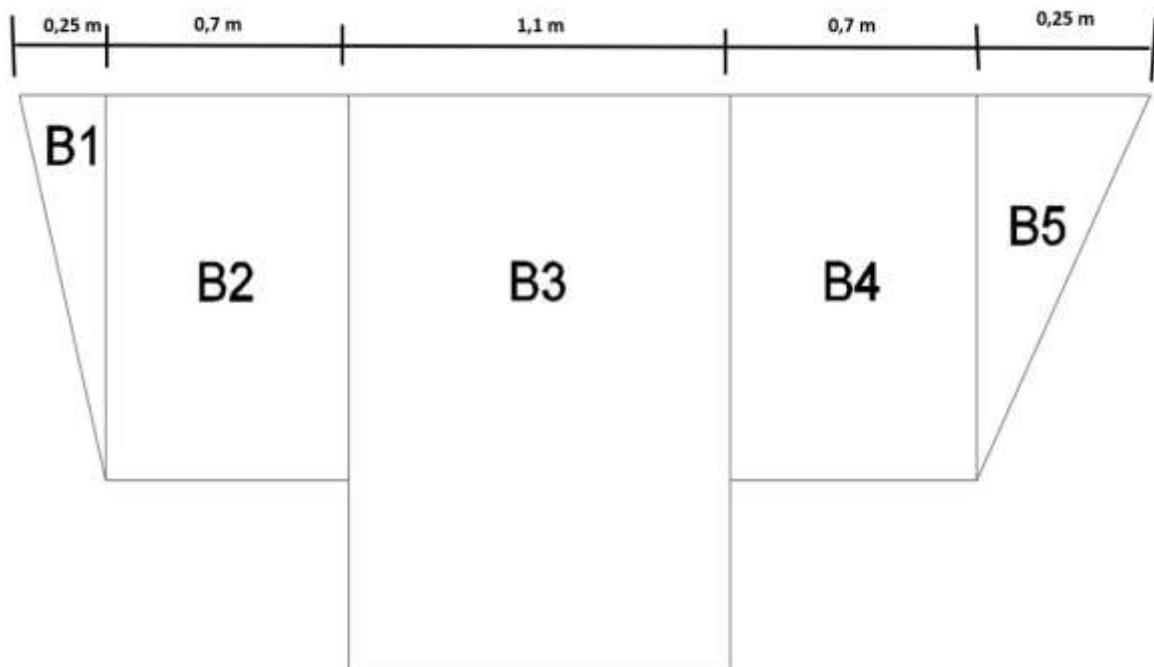


Gambar 6 Layout kondisi sekitar sungai Bubun Batu

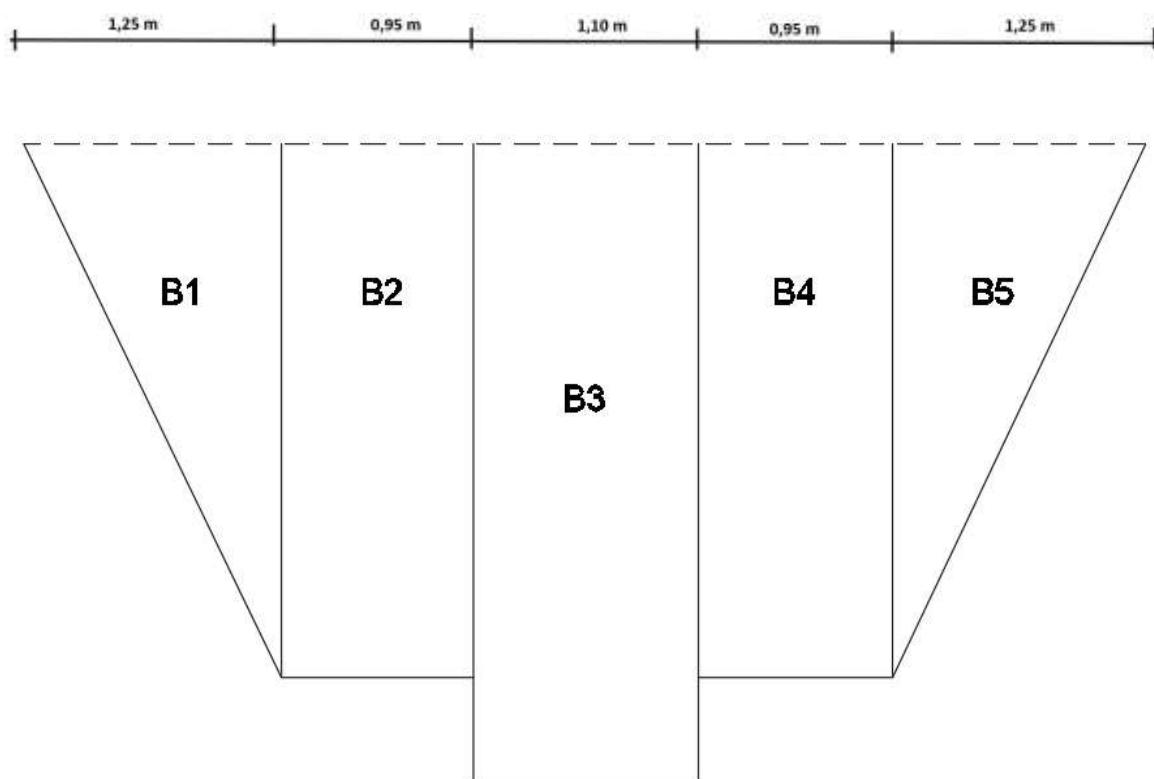
Menghitung Luas Penampang Basah

Pengukuran Luas Penampang Basah meliputi pengukuran dengan menggunakan total station (TS) dalam arah memanjang/kemiringan alur, daerah tangkapan alur/poligon dan pengukuran dalam arah melintang/penampang alur yang ada. Berdasarkan hasil pengukuran topografi data penampang sungai mempunyai jarak antar ruas 2 m atau disesuaikan dengan ketelitian yang diperlukan. Kemiringan Dasar sungai rerata ditentukan berdasarkan perbedaan elevasi dasar sungai antar

penampang. Panjang sungai yang dimodelkan sepanjang daerah sungai yang akan diukur. Luas penampang basah sungai sebagi berikut:



Gambar 7. Panampang Sungai Bubun Batu Desa Lembang Salulo



Gambar 8. Penampang Sungai Pabessian Batu Desa Lembang Salulo

Tabel 2. Luas Penampang Basah

NO	Sungai	Luas bidang penampang (m ²)					luas Penampang (m ²)
		B1	B2	B3	B4	B5	
1	Pabessian	0,25	0,14	0,55	0,28	0,25	1,47
2	Bubun Batu	0,025	0,38	0,99	0,38	0,025	1,8

Sumber: Hasil Analisis Data,2023

Adapun bedasarkan Tabel 2 luas penampang basah sungai pebessiang seluas 1,47 m² dan sedangkan sungai bubun batu seluas 1,8 jadi yang lebih luas adalah sungai pebessiang dengan jumlah 1,47 m² dan yang lebih kecil luasnya adalah sungai bubun bantu dengan jumlah 1,8 m².

Debit Sungai

Debit di setiap bagian dihitung dengan mengalihkan kecepatan rata dan luas penampang saluran Debit total adalah jumlah debit diseluruh bagian, untuk bagian yang berdampingan dengan kedua tebing sungai, persamaan di atas dapat digunakan, dimana kecepatan pada tebing adalah nol dan kedalaman pada titik tersebut juga nol, akan tetapi apa bila bagian tebing memiliki kecepatan dan kedalaman maka ukur lah sebagaimana mestinya. Debit yang dihitung merupakan jumlah debit total aliran pada setiap penampang dapat di rumus kan sebagai berikut.

Tabel 3. Perhitungan Debit Sungai

No	Sungai	Kecepatan		Luas	Debit air yang mengalir Q
		Aliran sungai = V (m/detik)	Penampang Basah = A (m ²)		
1	Pabessian	0,53		1,47	0,78
2	Bubun Batu	0,33		1,8	0,59

Sumber: Hasil Analisis Data,2023

Berdasarkan Tabel 3 debit air yang mengalir ke sungai pebessiang 0,78 m³ detik dan sedangkan sungai bubun batu seluas 0,59 m³ jadi yang lebih cepat mengalir adalah sungai pebessiang dengan jumlah 0,78 m³ dan yang lebih kecil mengalir adalah sungai bubun bantu dengan jumlah 0,59 m³, itulah hasil penelitian pada saat di lapangan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran saat di lapangan yaitu: Hasil pengukuran dan pengamatan kecepatan aliran sungai adalah dengan menggunakan metode pelampung yang berjarak 20 m dan didapatkan hasil kecepatan aliran sungai pabessian yaitu dengan kecepatan 0,53m/s, dan sungai bubun batu dengan kecepatan yang di tempuh yaitu, 0,33m/s. Hasil pengukuran luas penampang basah adalah dengan menggunakan alat total stasion atau biasa di sebut dengan (TS) dan didapatkan hasil pada sungai pabessian memiliki luas penampang 1,47 m², dan sungai Bubun batu 1,8 m². Adapun hasil perhitungan data debit sungai yaitu dengan cara menghitung kecepatan aliran

sungai (V) di kalikan dengan luas penampang basah (A), Sehingga di dapatkan hasil data tersebut. Sungai Pebessiang 0,78 m³/detik dan Sungai Bubun Batu 0,59 m³/detik. dari hasil penelitian ini ada 2 sungai tersebut.

Saran

Semoga dari hasil analisis debit aliran sungai pebessiang dan bubun batu pada SUB DAS Mamasa semoga bermanfaat, dan menjadi rujukan bagi peneliti selanjutnya tentang debit aliran sungai pebessiang dan bubun batu pada SUB DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini Friscas Nisy . 2017. *Pengukuran Debit Dan Sedimentasi Das Batang Lembang Bagian Tengah Kenagarian Selayo Kabupaten Solok*. STKIP Ahlussunnah Bukittinggi.
- Badaruddin 2017. *Panduan Praktikum Debit Air*. Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
- Nadia, Tiny, Hanny 2019. *Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Tembran Di Kabupaten Minahasa Utara*.
- Pamungkas, Nining Wahyuningru, (2018), *Evaluasi Lahan Untuk Menilai Kinerja Sub Daerah Aliran Sungai Rawakawuk* (Land Evaluation to Assess Performance of Rawakawuk Sub Watershed), Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, DOI: 10.20886/jppdas.2018.2.1.1-1
- Astuti Andina Fuji; Sudarsono, Hadi. *Analisis penanggulangan banjir sungai kanci*. Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur, 2020, 7.3
- Alfandi, Andi Rahmat. *Analisis Debit Sungai Pada Musim Kemarau Di Daerah Tangkapan Air Sanrego*. 2019.Phd Thesis, Universitas Hasaddun
- Kamal Neno, Herman Harijanto *Hubungan debit air dan tinggi muka air di sungai lambagu kecamatan tawaeli kota palu*.Warta Rimba ISSN, 2016, 2406-8373.
- Mambela,Friska. *Analisis tingkat kerawatan tanah longsor dengan menggunakan metode Frekuensi Rasio pada Sub DAS Mamasa*,2020.