



IDENTIFIKASI DAN PENGUKURAN DEBIT ALIRAN SUNGAI SARIO

Franky Tombokan¹, Teddy Takaendengan²

Program Studi D-3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado ^{1,2}

E-mail: franky.tombokan@sipil.polimdo.ac.id

Abstrak

Perubahan iklim yang terjadi saat ini adalah akibat dari pemanasan global (global warming). Banyak daerah yang mengalami musibah banjir. Sungai Sario adalah satu dari beberapa sungai yang mengalir yang daerah hilirnya berada di gunung Mahawu dan bermuara di pantai Sario. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi titik-titik lokasi yang terkendala dan mengalami perubahan serta untuk mendapatkan gambaran umum mengenai morfologi sungai Sario. Pengukuran kecepatan aliran air sungai Sario dilakukan untuk mendapatkan data debit yang pada akhirnya dapat digunakan sebagai acuan dalam penanggulangan/pencegahan banjir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dan metode analisa perhitungan kecepatan dan debit air sungai Sario. Hasil pengukuran debit sungai Sario yang dilakukan pada bulan Juli tahun 2021, pada tiga titik lokasi yaitu (1) titik lokasi dekat jembatan sario, titik (2) dibelakang bengkel mobil sario dan titik lokasi (3) di Dikampung Passo Sario adalah kedalaman rata-rata adalah 0,50 m yang terjadi pada jarak sekitar 5,5 m dari sisi kanan sungai, kecepatan rata-rata adalah 0,1345 m/detik. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: a. di beberapa titik lokasi (1) dan (2) mengalami perubahan morfologi yang diakibatkan oleh faktor alam (sedimentasi, penyempitan, meander, b. Titik lokasi (2) mengalami penyempitan akibat buangan sampah plastic masyarakat setempat, c. Daerah hilir sungai Sario (lokasi di Jembatan Sario) menjadi daerah pengendapan sedimen yang terbawa aliran air, dan d) debit air rata-rata yang mengalir 0,263 m³/detik.

Kata kunci—Sungai Sario, pemanasan global, morfologi, debit air, saampah plastic

Abstract

The current climate change is the result of global warming. Many areas have experienced floods. The Sario River is one of several flowing rivers whose downstream area is on Mount Mahawu and empties into the Sario coast. This research was conducted to identify and identify constrained and changing location points and to get a general description of the morphology of the Sario river. The measurement of the speed of the Sario river water flow is carried out to obtain discharge data which can ultimately be used as a reference in flood prevention. The method used in this research is the method of observation and analysis method of calculating the velocity and discharge of the Sario river. The results of the Sario river flow measurement carried out in July 2021, at three location points, namely (1) the location point near the Sario bridge, the point (2) behind the Sario car workshop and the location point (3) in the Passo Sario Village is the average depth is 0.50 m which occurs at a distance of about 5.5 m from the right side of the river, the average speed is 0.1345 m/sec. From the results of the research that has been done, the following conclusions can be drawn: a. at several location points (1) and (2) experienced morphological changes caused by natural factors (sedimentation,

narrowing, meanders, b. Location points (2) experienced narrowing due to plastic waste disposal by local communities, c. Downstream area of the Sario river (location at Sario Bridge) becomes the area of sediment deposition carried by the flow of water, and d) the average water flow rate is 0.263 m³/second.

Keywords—*Sario River, global warming, morphology, water discharge, plastic waste*

1. PENDAHULUAN

Dunia saat ini mengalami perubahan iklim yang diakibatkan oleh pemanasan global (*global warming*). Dampak yang paling dirasakan akibat anomali cuaca adalah banyaknya bencana yang diakibatkan oleh fenomena alam tersebut. Curah hujan yang tinggi ataupun kekeringan yang berkepanjangan, kebakaran hutan dan banyak lagi bencana yang terjadi. Di Indonesia, beberapa daerah mengalami kekeringan dan beberapa daerah mengalami curah hujan yang tinggi yang mengakibatkan banjir. Salah satu daerah yang mengalami musibah banjir tersebut adalah kota Manado. Di awal tahun 2011, tepatnya di bulan Januari, Kota Manado mengalami bencana yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan. Beberapa tempat yang terendam banjir diantaranya kecamatan Sario, Malalayang, Paal Dua, Tikala, Wanea, Tumiting, Singkil, dan Wenang (<https://manadopost.jawapos.com/berita-utama/22/01/2021>). Penyebab banjir bisa diakibatkan oleh berbagai faktor, diantaranya curah hujan yang tinggi, kelembaban tanah yang tinggi, dan penggunaan lahan yang tidak sesuai peruntukannya (Savitri dan Pramono, 2017).

Dikelurahan Sario, yang juga terjadi banjir, sebagian besar diakibatkan oleh luapan air yang ada di sungai Sario yang sudah tidak bisa menampung lagi volume air yang ada. Ini juga disebabkan oleh terjadinya pendangkalan sungai, penyempitan sungai, penggunaan sempadan sungai yang tidak sesuai perilaku masyarakat yang membuang sampah di sungai..

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penulis merumuskan permasalahannya sebagai berikut:

- a. Adanya titik-titik lokasi yang terkendala pada aliran sungai Sario
- b. Adanya titik-titik lokasi yang mengalami perubahan pada aliran air sungai Sario.
- c. Belum/tidak adanya gambaran umum mengenai morfologi sungai Sario
- d. Belum dilakukannya pengukuran debit aliran air sungai Sario yang terkini

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

- Mengidentifikasi dan mendata titik-titik lokasi yang terkendala pada aliran sungai Sario
- Mengidentifikasi dan mendata titik-titik lokasi yang mengalami perubahan pada aliran air sungai Sario.
- Mendapatkan gambaran umum mengenai morfologi sungai Sario
- Memperoleh Nilai debit aliran air sungai Sario yang terkini

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- Mengetahui wilayah sempadan sungai yang mengalami perubahan peruntukan
- Dengan debit yang layak untuk dimanfaatkan sebagai sumber air bersih bagi masyarakat sekitar
- Memberdayakan masyarakat sekitar untuk meningkatkan usaha atau tingkat ekonomi dengan memanfaatkan badan air sungai Sario

Ruang lingkup pada penelitian ini hanya dibatasi pada:

- Aliran air sungai Sario
- Pengukuran morfologi sungai (dimensi sungai: lebar, dalam, bentuk geometri)

- Pengukuran kecepatan aliran air dengan menggunakan peralatan *Current Meter*

2. DASAR TEORI

Kota Manado merupakan salah kota yang ada di Propinsi Sulawesi Utara, yang juga merupakan ibukota propinsi Sulawesi Utara. Menurut buku “Kota Manado Dalam Angka 2020”, Kota Manado berbatasan langsung di bagian utara dengan kabupaten Minahasa Utara, di bagian timur dengan Minahasa Utara dan Minahasa Selatan, di bagian selatan dengan Kabupaten Minahasa, dan di bagian barat dengan Laut Sulawesi. Kota Manado memiliki 11 kecamatan serta 87 kelurahan dan desa. Kota Manado memiliki bentang alam yang berupa daratan dan perbukitan, sehingga Kota Manado memiliki banyak aliran sungai dan bermuara di pantai teluk Manado.

Wilayah kota Manado dilalui oleh 5 sungai besar yang membelah kota Manado yaitu: S. Tondano, S. Tikala, S. Sario, S. Bailang dan S. Malalayang (Wuisang dan Rondonuwu, 2015). Sungai Sario adalah salah satu sungai yang membelah kota Manado yang bersumber dari kawasan gunung Mahawu yang terletak di Kota Tomohon (Suadnya dkk, 2017). Sungai ini melewati Kawasan Perumahan elit Citraland, Karombasan (sekitaran pasar Karombasan), Ranotana, tanjung Batu, dan bermuara disekitar pantai Sario.

2.1 Sungai

Definisi dari sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (PP No. 38 tahun 2011). Sedangkan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografin dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Secara umum, permasalahan DAS disebabkan oleh faktor alam dan faktor manusia, dimana faktor alam yang sangat berpengaruh adalah curah hujan, kemiringan lereng dan jenis tanah (Widiyanto dan Hani, 2018). Kondisi daerah Aliran Sungai (DAS) dapat merupakan lahan perkebunan, pertanian, maupun lahan kosong yang hanya ditumbuhi oleh vegetasi liar (Nining Wahyuningrum, Pamungkas Buana Putra, 2018). Bantaran sungai adalah bagian dari sistem sungai secara holistic, dimana keberadaan bagian hulu akan mempengaruhi bagian tengah dan hilir yang umumnya membelah kawasan kota (Wuisang dan Rondonuwu, 2015).

Menurut Ali (2018) menyatakan bahwa sungai adalah penyatuhan air di permukaan bumi akibat dari kelebihan curah hujan dan air tanah yang mengalir ke lembah dan membentuk alur-alur secara alamiah.

2.1.1 Alur Sungai

Alur sungai adalah bagian dari sungai tersebut, sederhananya alur sungai dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu:

- Bagian Hulu

Bagian ini terletak dibagian atas atau ujung atas dari sungai karakteristik bagian hulu ini adalah kemiringan dasar yang cukup curam sehingga kecepatan aliran air sangat tinggi dan penampangnya berbentuk V (Gambar 1. Pola Alur Sungai). Karena kecepatan aliran yang tinggi, maka biasanya bagian hulu ini terjadi erosi.

- **Bagian Tengah**

Bagian ini adalah bagian yang terpanjang dari suatu sungai yang merupakan bagian yang banyak digunakan masyarakat. Bagian tengah sungai ini juga paling banyak melewati bagian-bagian dari suatu kota. Kecepatan aliran pada bagian tengah ini tidak terlalu cepat dibanding dengan bagian hulu, sehingga endapan/sedimen banyak terjadi. Bagian tengah ini juga banyak terjadi pola berjalin (*braided atau meander*) (Kuntjoro dkk, 2013)

- **Bagian Hilir**

Bagian hilir merupakan ujung paling bawah dari suatu sungai yang biasanya berhubungan langsung dengan laut (muara). Bagian hilir ini juga banyak dipengaruhi oleh karakteristik air laut (pasang dan surut).

Kecepatan aliran dibagian hilir ini relative lebih kecil dibandingkan dengan bagian yang lain.

2.2 Debit

Debit (*discharge*) atau besarnya aliran sungai adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang per satuan waktu, dan dinyatakan dengan satuan m^3/detik (PEDC, 1986). Sedangkan aliran adalah pergerakan air di alur sungai. Jadi pengukuran debit adalah proses pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran, kedalaman dan lebar serta luas penampang basah untuk perhitungan debit dan pengukuran tinggi muka air.

Perhitungan kecepatan aliran air dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan metode pengukuran kecepatan, juga dapat dihitung dengan menggunakan rumus. Rumus yang biasanya digunakan untuk menghitung kecepatan aliran adalah rumus Manning-Gauckler-Strickler (MGS), Darcy Weisbach (PEDC, 1986).

Debit juga dapat diukur dengan membuat suatu penampang kendali buatan, dimana dimensi penampang sudah diketahui dan tergantung dengan tinggi muka air yang ada serta kecepatan aliran air.

2.3 Morfologi Sungai

Morfologi sungai adalah suatu cabang ilmu yang mempelajari geometri (bentuk dan ukuran), jenis dan sifat serta perilaku sungai yang biasanya diserta dengan perubahan dalam dimensi ruang dan waktu, serta mempelajari sifat dinamis dan lingkungan yang kesemuanya saling berhubungan dan berkaitan (Pusdiklat SDM, 2017).

Berdasarkan Morfologinya, sungai dikelompokkan menjadi 4 tipe sungai yaitu:

- a. Sungai lurus
 - b. Sungai berkelok (meandering)
 - c. Sungai anyaman (braided)
 - d. Sungai bercabang-cabang (Anastomasing)
- (https://id.wikipedia.org/wiki/Morfologi_sungai)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

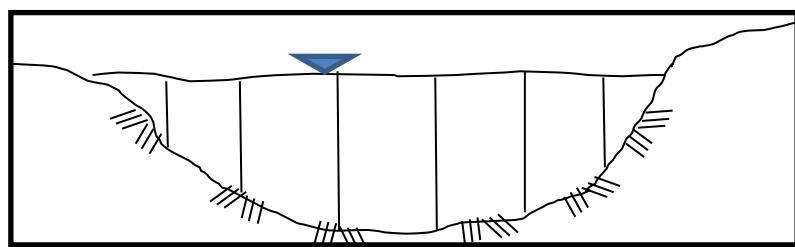
Tempat penelitian adalah sepanjang sungai Sario, waktu penelitian dimulai dari bulan Mei hingga bulan Oktober 2021

3.2. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian observasi (Asrini dkk, 2017). Teknis pelaksanaan metode observasi ini adalah dengan melakukan peninjauan, pengukuran di lapangan untuk mendapatkan titik-titik lokasi aliran air sungai yang mengalami perubahan, terkendala yang dapat mengakibatkan terjadinya perubahan aliran air sungai Sario.

3.3. Morfologi Sungai.

Metode yang digunakan adalah melakukan pengukuran langsung untuk mendapatkan kedalaman sungai dengan mengambil beberapa titik pengukuran, disekitar daerah hulu sungai, bagian tengah sungai dan hilir sungai, belokan sungai dan titik titik yang dianggap strategis. Gambar 1. Potongan melintang sungai, memperlihatkan metode pengukuran morfologi sungai. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan peralatan sederhana yaitu tongkat kayu yang sudah diberi ukuran. Hasil yang akan di dapatkan adalah gambaran geometric dari potongan sungai.



Gambar 1. Potongan melintang sungai

3.4. Pengukuran Debit aliran

Pengukuran debit dapat dilakukan secara langsung dan secara tidak langsung. Pengukuran debit secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa alat pengukur arus (current meter), pelampung, zat warna/ Debit hasil pengukuran dapat dihitung segera setelah pengukuran selesai dilakukan.

Pengambilan sampel sedimen terlarut dilakukan setelah pengukuran debit selesai. Penentuan bagian penampang sungai tempat pengambilan sampel dapat digunakan dengan metode Equal Discharge Increment (EDI) dan Equal Width Increment (EWI). Metode Equal Discharge Increment dilakukan dengan cara membagi debit pengukuran menjadi bagian yang sama sejumlah sampel yang akan diambil. Metode Equal Width Increment dilakukan dengan cara membagi lebar penampang sungai menjadi beberapa bagian yang sama tergantung dari jumlah sampel yang akan diambil. Vertikal pengambilan sampel terletak pada tengah – tengah dari bagian penampang tempat pengambilan sampel. Pada penelitian ini juga, menggunakan peralatan yang berasal dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi.

Metode yang digunakan dalam mengukur debit air yang ada adalah dengan mengukur kecepatan aliran air dengan menggunakan:

- a. Menggunakan alat Current meter

Alat Current meter type baling-baling, dimana pada prinsipnya arus memutar baling-baling dan banyaknya putaran dikonversi menjadi pembacaan digital pada counter, waktu dicatat pada stopwatch.

Rumus:

$$A \equiv a \pm b/N \quad (1)$$

Dimana:

A = Kecepatan (m/det)

N = banyaknya putaran per satuan waktu (putaran/detik)

a,b = konstanta yang tergantung tingkat jenis alat.

b. Pengukuran Debit Aliran

Debit aliran dihitung dengan menggunakan rumus (Rahayu, 2009):

Dimana:

$Q \equiv \text{debit (m}^3/\text{det)}$

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = Luas penampang basah (m^2)

3.5 Metode Pelaksanaan

A Peralatan

1. Stick Propeler
 2. Propeler
 3. Baling-baling 3 ukuran
 4. Counter
 5. Meter Rol
 6. Peralatan Tulis

B. Langkah Kerja

1. Siapkan dan letakan peralatan yang akan digunakan pada area kerja
 2. Tinjau lokasi sungai yang akan diukur lebar, kedalaman air dan kecepatan aliran air
 3. Ukur lebar sungai dengan meter rol kemudian lebar sungai dibagi dengan 0,5 meter.
 4. Pada ukuran lebar sungai yang diukur di dapat 8,6 meter maka:
$$8,6 \text{ m} / 0,5 \text{ m} = 17,2 \text{ potongan/titik alat}$$
 5. Kemudian mulai pengukuran aliran dari titik 0 sampai titik 17 dengan jarak setiap titik 0,5 meter.
 6. Lakukan pengukuran sesuai dengan prosedurnya agar data yang diambil sesuai dengan lapangan.
 7. Pada pengukurannya jika tinggi air lebih dari 0,75 meter maka dilakukan 2 kali pengukuran dengan posisi propeler dan baling-baling di 0,8 meter dan 0,2 meter. Namun jika tinggi air kurang dari 0,75 meter maka posisi propeler hanya ditempatkan di 0,6 meter.
Jika tinggi air hanya 0,5 meter maka:
$$0,5 \times 0,6 = 0,3 \text{ m}$$
 jadi posisi propeler diletakan pada stik dengan ketinggian 0,3 meter.
 8. Jika dalam pengukuran posisi pijakan kaki untuk stick propeler mengenai bebatuan maka stick propeler boleh dipindahkan sedikit agar tidak mengenai bebatuan. Namun jika pengukuran tepat dasarnya adalah bebatuan dan tinggi air sudah tidak dapat membuat baling-baling berputar maka perputarannya ditulis 0.
 9. Setelah sudah selesai melakukan pengukuran kemudian ukur lebar sungai sampai pada talutnya atau sampai dimana air biasanya naik.
 10. Jika sudah selesai kembalikan semua peralatan yang digunakan pada tempatnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengambilan data dilakukan pada tiga titik lokasi pengambilan yaitu: 1) titik lokasi 1 bertempat disekitar jembatan Sario, damping kantor kelurahan Sario Utara, 2) titik lokasi 2 bertempat \pm 500 m ke bagian atas/hulu sungai Sario tepatnya dibelakang bengkel mobil. 3) titik lokasi 3 bertempat \pm 1000 m kebagian atas/hulu sungai Sario tepatnya di kampung Passo kelurahan Sario Utara. Data curah hujan yang berasal dari BPS Kota Manado pada tahun 2020, memperlihatkan bahwa curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Mei dengan besaran 353 mm. Curah hujan terendah terjadi pada bulan Januari sebesar 69 mm, untuk jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1. Jumlah curah hujan Kota Manado

Bulan	Jumlah Curah Hujan Menurut Bulan di Kota Manado (mm³)		
	2018	2019	2020
Januari	254,00	544,00	69,00
Februari	455,00	233,00	144,70
Maret	349,00	74,00	143,40
April	235,00	483,00	211,30
Mei	147,00	114,00	353,50
Juni	254,00	116,00	102,40
Juli	196,00	196,00	103,70
Agustus	96,00	0,00	78,10
September	145,00	10,00	227,50
Oktober	161,00	303,00	228,80
November	329,00	36,00	122,20
Desember	470,00	188,00	297,50

Sumber: BPS Kota Manado tahun 2020

Dari data yang didapatkan, curah hujan yang terjadi pada bulan Desember 2020 menunjukkan nilai yang tidak terlalu tinggi yaitu sekitar 297 mm. Pada bulan Januari 2021, terjadi bencana banjir yang melanda sebagian besar kota Manado. Daerah yang terkena bencana banjir salah satunya adalah kelurahan Sario Utara. Air meluap hingga hingga melewati dinding penahan tanah dengan ketinggian dinding adalah sekitar 3 m. Jika diketahui lebar sungai adalah sekitar 10 – 12 m, maka debit air yang mengalir pada keadaan banjir adalah sekitar $18 \text{ m}^3/\text{detik}$. Hal ini tidak pernah terjadi sebelumnya. Faktor alam sangat berpengaruh pada proses fisik morfologi sungai. Aliran air yang mengalir dari hulu sungai mengikuti transport air dan material didalam palungan sungai dan dataran banjir. (Pusdiklat SDA dan Konstruksi, 2017). Bagian hulu sungai, dengan keadaan morfologi sungai yang berbentuk V dan mempunyai kemiringan yang curam mengakibatkan banyak terjadi aktifitas erosi dari tebing dan dasar sungai. Akibat dari aktifitas erosi dari tebing dan dasar sungai yang membawa banyak sedimen akan membentuk dataran banjir yang letaknya di hilir sungai. Sedimen yang terbawa bervariasi dari batu kerikil sampai lumpur dan lempung. Sedimen yang terbawa dari hulu hingga ke hilir sungai akan mengendap di zona yang paling dekat dengan muara sungai.

Faktor non-alam juga berpengaruh pada proses fisik morfologi sungai. Faktor non-alam ini diakibatkan dari kebiasaan manusia yang ada disekitar daerah aliran sungai. Kebiasaan tersebut adalah menebang pepohonan yang biasanya banyak tumbuh didaerah aliran sungai tersebut dan juga kebiasaan membuang sampah disungai. Jenis sampah yang paling banyak dibuang, didominasi sampah plastik, hal ini mengakibatkan percepatan pendangkalan sungai. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wuisang dan Rondonuwu (2015), menyatakan bahwa lingkungan sungai dan bantarnya cenderung semakin rusak, vegetasi penutup tanah yang terdapat dihulu dan dihilir yang berfungsi sebagai pelindung tanah dan air semakin berkurang jumlah dan luasnya. Sungai Sario secara visual dapat dikatakan telah mengalami pendangkalan, baik itu diakibatkan oleh aktifitas alamiah maupun non alamiah. Hal ini dapat dilihat dari banyak sampah plastik yang telah mengendap maupun yang masih terbawa aliran air. Hasil pengukuran debit sungai Sario yang dilakukan pada bulan Juli tahun 2021, adalah:

Lokasi 1

- Kedalaman maksimum 0,38 m yang terjadi pada jarak sekitar 5,5 m dari sisi kanan sungai.
- Kecepatan rata-rata adalah 0,1178 m/detik
- Debit air yang mengalir 0,252 m³/detik

Lokasi 2

- Kedalaman maksimum 0,62 m yang terjadi pada jarak sekitar 5,0 m dari sisi kanan sungai.
- Kecepatan rata-rata adalah 0,1299 m/detik
- Debit air yang mengalir 0,274 m³/detik

Lokasi 3

- Kedalaman maksimum 0,47 m yang terjadi pada jarak sekitar 2,5 m dari sisi kanan sungai.
- Kecepatan rata-rata adalah 0,156 m/detik
- Debit air yang mengalir 0,261 m³/detik

Dari ketiga titik lokasi pengambilan data, didapati bahwa kecepatan aliran air rata-rata adalah sebesar 1,21 m/detik. Sedangkan debit air yang mengalir adalah sebesar 0,26 m³/detik. Hal ini menunjukkan bahwa dengan lebar bawah sungai \pm 6 meter dan tinggi muka air 0,6 meter, debit disaat curah hujan tinggi dengan curah hujan rendah terjadi fluktuasi yang sangat besar. Sungai Sario, dengan kondisi eksisting seperti ini belum dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa: 1) Sungai Sario, di beberapa titik yaitu dititik lokasi (1), dekat jembatan sario dan titik lokasi (2) yaitu dibelakang bengkel mobil sario mengalami perubahan morfologi yang diakibatkan oleh faktor

alam (sedimentasi, penyempitan, meander). 2) Titik lokasi (3) di kampung Passo, perubahan morfologi yang terjadi adalah selain penyempitan juga sedimentasi yang diakibatkan oleh buangan sampah masyarakat sekitar. 3) Gambaran umum morfologi yang didapat dari hasil penelitian ini adalah terjadinya perubahan dari bantuk aslinya yaitu penyempitan dan pendangkalan sungai akibat buangan sampah dan sedimen lainnya. 4) Nilai debit aliran air rata-rata yang diperoleh adalah $0,260 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dari penelitian ini diharapkan agar Pemerintah Kota Manado dapat memprioritaskan untuk mengeruk dasar sungai, membuat dinding penahan di sepanjang bantaran sungai, khususnya didaerah yang melintasi kawasan pemukiman

6. SARAN

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan melihat perkembangan sosial masyarakat

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Manado, khususnya Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat yang telah membiayai penelitian ini melalui skema penelitian internal Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M.Yunus, Husaiman, M.Ilham Nur, (2018), *Karakteristik aliran air pada bangunan pelimpah Ogee*, Jurnal teknik Hidro Vol. 11 No. 1 Februari 2018
- Asrini, Ni Ketut, I Wayan Sandi Adnyana, I Nyoman Rai, (2017). Studi Analisis Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali, *ECOTROPHIC Jurnal Ilmu Lingkungan*, DOI: 10.24843/EJES.2017.v11.i02.p01
- BPS Kota Manado, (2020), *Manado Dalam Angka 2020*, <https://manadokota.bps.go.id/publication>
- Kota Manado, https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Manado, diunduh tanggal 21 April 2021 jam 12.01
- Kuntjoro, Didik Harijanto, Sungkono, Saptarita, Choirul Anwar, (2018), *Perkiraan Geometri Sungai Bermeander Dari Besaran Debit*, Jurnal Aplikasi Vol. 11 No. 1
- Morfologi Sungai, https://id.wikipedia.org/wiki/Morfologi_sungai, diunduh tanggal 22 April 2021 jam 17.49
- Nining Wahyuningrum, Pamungkas Buana Putra, (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.2018.2.1.1-16
- PEDC, (1986), *Hidrologi*, Buku Ajar PEDC Bandung
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 38 tahun 2011, Tentang Sungai
- PUSDIKLAT Sumberdaya Air dan Konstruksi, (2017), *Modul Morfologi Sungai Pelatihan Perencanaan Teknik Sungai*, Kementerian PUPR BPSDM
- Rahayu S, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I dan Verbist B. (2009). Monitoring air di daerah aliran sungai. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre - Southeast Asia Regional Office

- Savitri, E dan Pramono, I.B. (2017), Analisis Banjir Cimanuk Hulu 2016 (Upper Cimanuk Flood Analysis of 2016), *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, DOI: 10.20886/jppdas.2017.1.2.97-110
- Suadnya, Dewi Purwati, Sumarauw, JSF, Mananoma, Tiny, (2017), Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Sario di Titik Kawasan Citraland, *Jurnal Sipil Statik* Vol.5 no.3 Mei 2017.
- Widianto, A dan Hani, A. (2018). Pola dan evaluasi penggunaan lahan di sempadan Sungai Cinangka, Sub Daerah aliran Sungai Cimanuk Hulu (Pattern and evaluation of land use in Cinangka Buffer Zone, Upper Cimanuk Sub Watershed). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Vol. 2, No.1, hal. 61-72.
- Wuisang, Cynthia,E.V., Rondonuwu, Dwight M, (2015), Perencanaan Greenbelt Pada Lansekap Bantaran Sungai Wilayah Perkotaan, *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI*.