



Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Anak Sungai Sario
Di Titik Jembatan Kantor Lurah Karombasan Utara Kecamatan Wanea Kota Manado

Yeremia E. J. Tiwow^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Tiny Mananoma^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^ayeremiatiwow021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^ctmananoma@yahoo.com

Abstrak

Anak Sungai Sario adalah salah satu anak sungai dari Sungai Sario yang seringkali mengalami pengelupaan dan mengakibatkan terjadinya banjir di Kota Manado terlebih khusus pada beberapa jalan dan kelurahan yang dilewati oleh anak sungai ini. Jalan Kantor Lurah Karombasan Utara, Kelurahan Wanea yang merupakan salah satu daerah yang dilewati oleh anak sungai ini terdampak langsung luapan Anak Sungai Sario yang menyebabkan jalan serta beberapa rumah di kelurahan ini terendam banjir dan mengalami kerusakan. Oleh karena itu untuk mengantisipasi banjir yang kemungkinan terjadi kelak, perlu dilakukan analisis terhadap besarnya debit banjir dan elevasi tinggi muka air anak sungai Sario. Analisis dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode *Log Pearson III*. Data Hujan yang digunakan yaitu data hujan harian maksimum yang diambil dari pos Hujan Tinoor. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahun 2008 s/d 2022. Setelah didapat besar hujan, pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, dan untuk kehilangan air dengan SCS *Curve Number (CN)*. Untuk aliran dasar (*baseflow*) menggunakan metode *recession*. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir. Dalam kalibrasi ini, parameter yang dikalibrasi adalah *lag time*, *curve number*, *recession constant*, *baseflow* dan *ratio to peak*. Dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi menggunakan program HEC-HMS. Debit puncak hasil simulasi setiap kala ulang dimasukkan dalam program HEC-RAS untuk simulasi elevasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur. Hasil simulasi menunjukkan semua penampang melintang dari STA 0+25 sampai STA 0+200 tidak mampu menampung debit banjir untuk semua kala ulang rencana.

Kata kunci: anak Sungai Sario, debit banjir elevasi tinggi muka air, HEC-HMS, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Anak Sungai Sario adalah salah satu anak sungai yang berada di antara jembatan Kantor Lurah Karombasan Utara dan Pasar Pinasungkulan Karombasan, Kecamatan Wanea yang seringkali meluap dan mengakibatkan banjir apabila terjadi hujan dengan volume yang cukup besar dan kurun waktu yang cukup panjang. Jalan di daerah Kantor Lurah Karombasan Utara, yang merupakan salah satu daerah yang dilewati oleh Anak Sungai ini, terdampak langsung luapan anak sungai yang menyebabkan jalan serta beberapa rumah di Kompleks Kantor Lurah Karombasan Utara ini terendam banjir dan mengalami kerusakan pada Januari 2014. Berdasarkan kejadian tersebut, maka diperlukan analisis terhadap besarnya debit banjir dan tinggi muka air di Anak Sungai Sario, agar dapat mengantisipasi berbagai risiko yang nantinya dapat merugikan masyarakat di daerah tersebut. Dengan dilakukannya pengendalian banjir di Anak Sungai Sario, maka dari hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dilakukannya penanggulangan banjir di Anak Sungai Sario.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, tingginya intensitas hujan menyebabkan meluapnya air dan menggenangi jalan dan pemukiman warga di sekitar daerah aliran anak sungai sehingga diperlukan analisis besarnya debit banjir dan elevasi tinggi muka air dalam upaya penanganan banjir.

1.3. Batasan Penelitian

1. Titik tinjau terletak di Anak Sungai Sario tepatnya di antara jembatan Kantor Lurah Karombasan Utara dan Pasar Pinasungkulan Karombasan dengan jarak 100 meter ke arah hulu dan 100 meter ke arah hilir.
2. Analisis hidrologi menggunakan data hujan harian maksimum.
3. Kala ulang rencana dibatasi pada 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.
4. Metode yang digunakan: untuk analisis hidrologi menggunakan program komputer HEC-HMS untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana dan untuk analisis hidraulika menggunakan program komputer HEC-RAS untuk mendapatkan tinggi muka air banjir.

1.4. Tujuan Penelitian

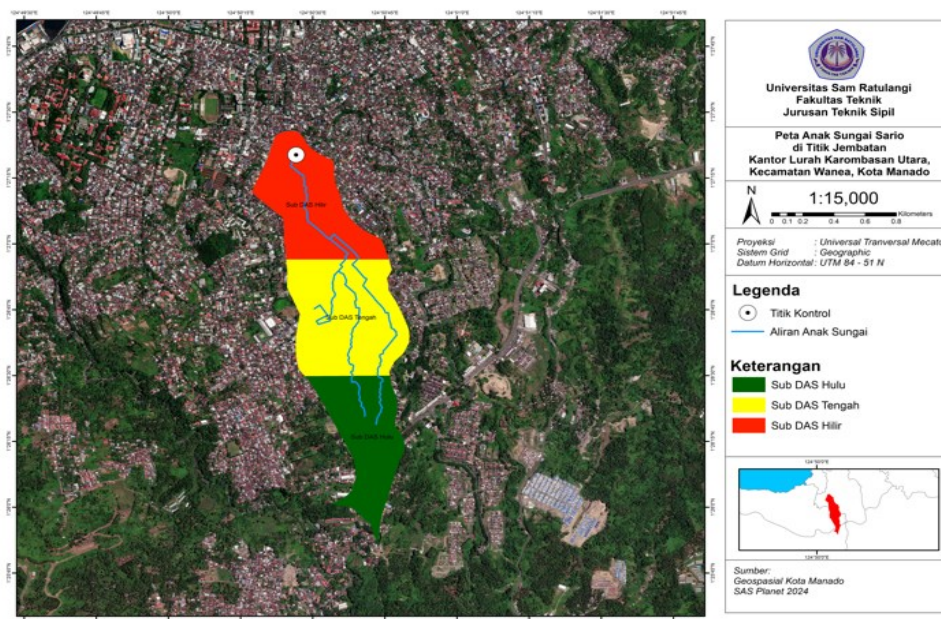
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir dan elevasi tinggi muka air yang berpotensi terjadi pada penampang Anak Sungai Sario tepatnya di titik jembatan Kantor Lurah Karombasan Utara, Kecamatan Wanea, Kota Manado.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan agar bermanfaat untuk menjadi bahan informasi kepada pihak yang membutuhkan dalam penanggulangan banjir dan referensi untuk penelitian di Anak Sungai Sario.

1.6. Lokasi Penelitian

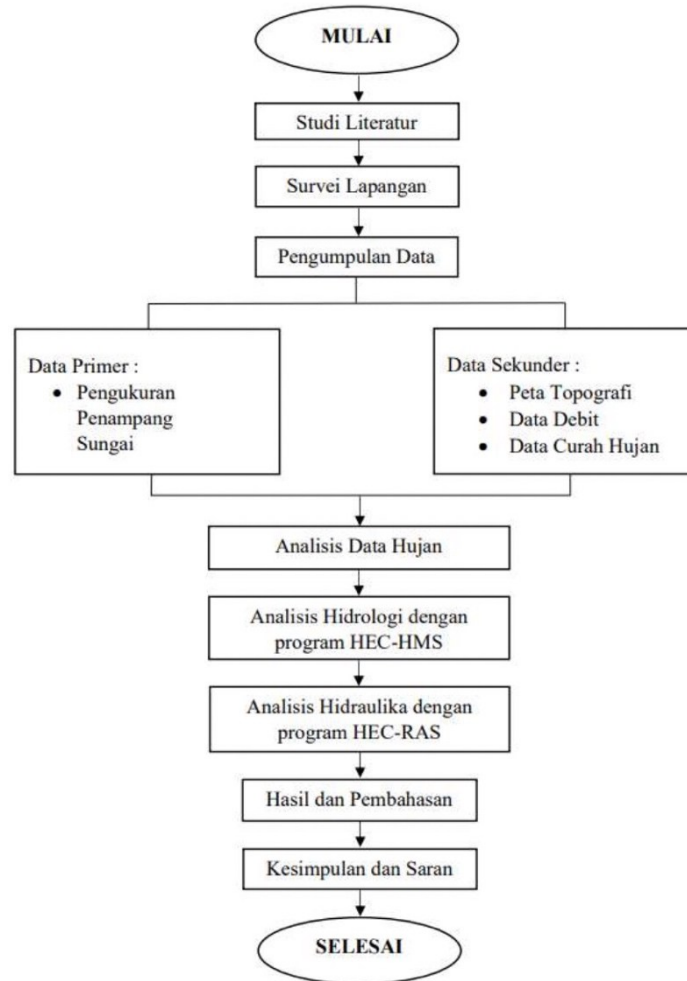
Anak Sungai Sario terletak di Jembatan Kantor Lurah Karombasan Utara, Kecamatan Wanea, Kota Manado. Titik kontrol penelitian terletak di Titik Jembatan Kantor Lurah Karombasan Utara. Secara geografis terletak pada $1^{\circ}27'27''$ Lintang Utara $124^{\circ}50'10''$ Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (ArcGIS 10.8)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Daur Hidrologi

Daur hidrologi adalah gerakan air laut ke udara yang kemudian jatuh lagi ke permukaan bumi sebagai hujan dan akhirnya mengalir kembali ke laut yang berlangsung terus menerus dan tidak pernah berhenti.

3.2. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang dimana semua airnya akan mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi yang ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan. Batas ini tidak ditetapkan pada air bawah tanah, hal ini dikarenakan permukaan air tanah selalu berubah dengan musim yang ada dan tingkat kegiatan pemakaian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan DAS Sario di Titik Jembatan Kantor Lurah Karombasan dilakukan

dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2022. Pos hujan yang digunakan yaitu Pos Hujan Tinoor. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2008 sampai 2022.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum
(Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I)

No	Tahun	Pos Hujan Tinoor (mm)
1	2008	74,1
2	2009	65,4
3	2010	101,7
4	2011	102,4
5	2012	96,8
6	2013	110,5
7	2014	184
8	2015	108,2
9	2016	90,3
10	2017	156
11	2018	108,1
12	2019	120,3
13	2020	134,8
14	2021	156,4
15	2022	87,9

4.2 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Hasil penentuan tipe sebaran menunjukkan tidak ada parameter statistik dari data pengamatan yang memenuhi syarat untuk distribusi normal, log normal dan distribusi gumbel. Maka akan digunakan distribusi Log Pearson tipe III.

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,77	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	3,75	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 C_v = 0,88$	0,77	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6*C_v^6 + 15*C_v^4 + 16*C_v^2 + 3 = 4 = 4,42$	3,75	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,77	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,40$	3,75	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi	-	Memenuhi

4.3 Curah Hujan Rencana

Nilai $CS_{log X}$ juga diperlukan untuk mencari nilai K. perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik sehingga didapati : $CS_{log} = 0,138$ (Kemencengan Positif). Faktor frekuensi K pada tiap kala ulang terdapat di tabel *KT* untuk kemencengan positif (terlampir) yang ditentukan dengan menggunakan nilai $CS_{log X}$ dan kala ulang dalam tahun.

Tabel 3. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (TR)	Log X _{TR}	X _{TR}
2 Tahun	2,035	108,304
5 Tahun	2,139	137,747
10 Tahun	2,195	156,808
25 Tahun	2,257	180,547
50 Tahun	2,297	198,031
100 Tahun	2,333	215,471

Nilai K tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

- 2 Tahun : -0,023
- 5 Tahun : 0,833
- 10 Tahun : 1,295
- 25 Tahun : 1,797
- 50 Tahun : 2,127
- 100 Tahun : 2,427

Selanjutnya adalah perhitungan hujan kala ulang 2 tahun sebagai berikut:

$$\log X_{TR} = Y + K.S_{\log x} = 2,04 + (-0,023) \times 0,12 = 2,035$$

$$X_{TR} = 10^{2,034} = 108,304$$

Hasil perhitungan untuk kala ulang lainnya terdapat pada Tabel 3.

4.4 Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman

Tabel 4 Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% Distribusi Hujan	55	22	8	6	3	1	3	3

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana Berbagai Kala Ulang

Jam	P (mm)					
	Kala Ulang					
	2	5	10	25	50	100
1	59,57	75,76	86,24	99,30	108,92	118,51
2	23,83	30,30	34,50	39,72	43,57	47,40
3	8,66	11,02	12,54	14,44	15,84	17,24
4	6,50	8,26	9,41	10,83	11,88	12,93
5	3,25	4,13	4,70	5,42	5,94	6,46
6	1,08	1,38	1,57	1,81	1,98	2,15
7	3,25	4,13	4,70	5,42	5,94	6,46
8 - 10	3,25	4,13	4,70	5,42	5,94	6,46
Total (mm)	109,39	139,12	158,38	182,35	200,01	217,63

4.5 Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 6. Jenis dan Luas Tutup Lahan DAS Anak Sungai Sario

Jenis Tutup Lahan	Luas(km)	Presentase (%)
tanah yang diolah dan ditanami (konservasi)	0,17	1,28496
tanah yang diolah dan ditanami (tanpa konservasi)	0,04	0,30234
Pemukiman (65% kedap air)	13,02	98,41270
Jumlah	13,23	100

Nilai CN rata – rata DAS Anak Sungai Sario adalah 89,93

4.6 Analisis Banjir Rencana

Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS akan menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, dan untuk kehilangan air dengan SCS *Curve Number (CN)*. Untuk aliran dasar (*baseflow*) akan menggunakan metode *recession*. Pertama akan dihitung asumsi lag time awal dari DAS Anak Sungai Sario dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 2,4 \text{ km}^2$$

$$S = 0,006$$

Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$T = L^{0,8}(2540 - 22,86 \text{ CN})^{0,7} \cdot 14,104 \text{ CN} \times s^{0,5}$$

$$T = 2,4^{0,8}(2540 - 22,86 \times 89,93)^{0,7} \cdot 14,104 \times 89,93 \times 0,006^{0,5}$$

$$T = 1,93 \text{ Jam}$$

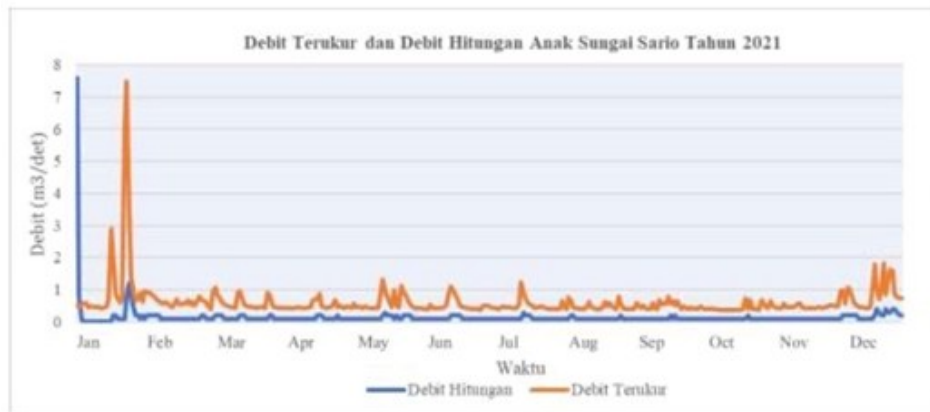
4.7 Parameter Hasil Kalibrasi

Karena hasil kalibrasi debit puncak sama dengan $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ tidak melebihi debit terukur $7,6 \text{ m}^3/\text{s}$ maka parameter-parameter yang ada dicoba-coba hingga debit hasil simulasi dianggap memenuhi ketentuan.

Tabel 7. Parameter – Parameter Hasil Kalibrasi

<i>CN</i>	89
<i>Recession Constant</i>	0,1
<i>Ratio to Peak</i>	0,3
<i>Initial discharge</i>	$7.6 \text{ m}^3/\text{s}$
<i>Lag Time</i>	115,623

4.8 Data Debit Hasil Perhitungan dan Data Debit Terukur

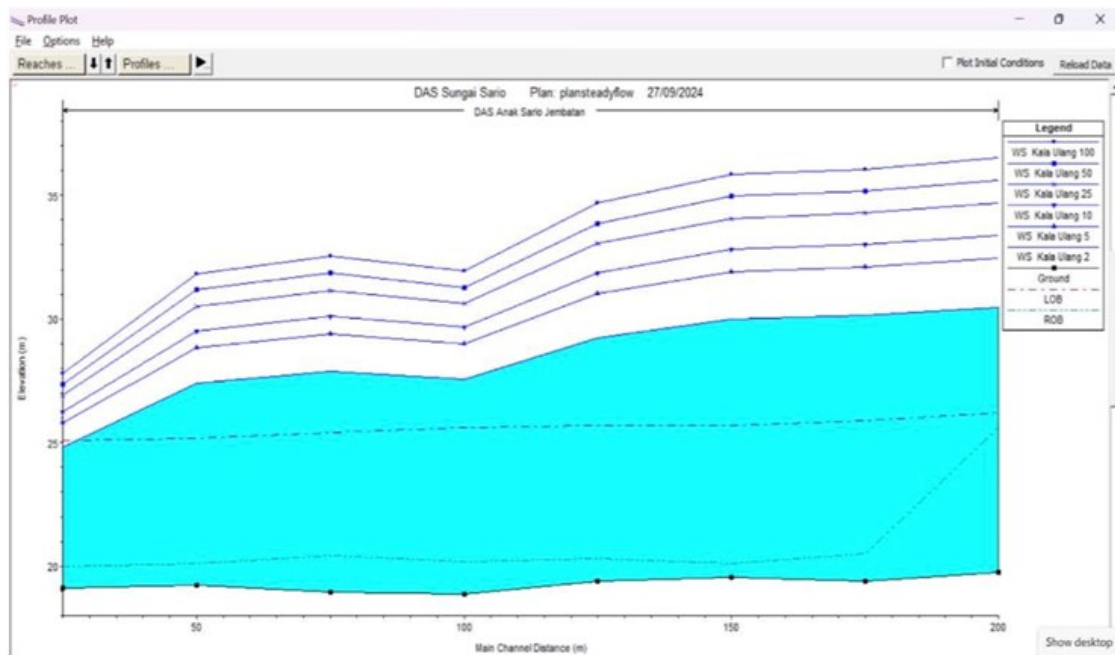


Gambar 3. Grafik Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

4.9 Hasil Simulasi-Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program Komputer HEC-RAS

Analisis Hidraulika menggunakan program komputer HEC-RAS dilakukan dengan data masukkan yaitu data debit puncak dari perhitungan HSS-SCS yang diolah menggunakan program komputer HEC-HMS, dan data penampang sungai serta koefisien kekasaran saluran (nilai *n manning*).

Hasil simulasi menunjukkan adanya luapan air yang terjadi pada STA 0+25, STA 0+50, STA 0+75, STA 0+100, STA 0+125, STA 0+150, STA 0+175, dan STA 0+200. Pada debit banjir kala ulang 2 tahun (Q2), 5 tahun (Q5), 10 Tahun (Q10), 25 Tahun (Q25), 50 tahun (Q50), 100 tahun (Q100).



Gambar 4. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Anak Sungai Sario

5. Kesimpulan

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 2 tahun (Q_2) = 35,8 m³/det, 5 tahun (Q_5) = 45,7 m³/det, kala ulang 10 tahun (Q_{10}) = 52,1 m³/det, kala ulang 25 tahun (Q_{25}) = 60,1 m³/det, kala ulang 50 tahun (Q_{50}) = 65,9 m³/det, dan kala ulang 100 tahun (Q_{100}) = 71,8 m³/det. Hasil simulasi program HEC-RAS menunjukkan adanya luapan air yang terjadi pada STA 0+25 sampai STA 0+200 pada debit banjir kala ulang 2 tahun (Q_2) sampai 100 tahun (Q_{100}).

6. Saran

Setelah melihat, meneliti, dan menganalisa. Maka berikut merupakan beberapa hal yang disarankan untuk dilakukan untuk memaksimalkan penanganan warga kecamatan Wanea disekitar Pasar Pinasungkulan Karombasan dari bencana banjir.

1. Memperbaiki talud yang sudah ada pada anak sungai di antara STA 0+25 hingga STA 0+200.
2. Selain lokasi penelitian, data hujan dan data debit yang tersedia juga merupakan data dari pos hujan dan pos debit yang berasal di pinggiran DAS dan bahkan di luar DAS Anak Sungai Sario sehingga untuk mendapatkan data debit yang lebih akurat dapat dipasang alat ukur hujan dan alat ukur debit di bagian hulu dan hilir DAS.

Referensi

- Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1. Data Debit Harian Sungai Sario. Manado.
 Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1. Data Hujan Harian Pos Tinoor, Tomohon. Manado.
 Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill, Singapore.
 Hanson, T. L., & Johnson, H. P. (1964). Unit hydrograph methods compared. Transactions of the ASAE, 7(4), 448–451.
 Hydrologic Engineering Center. (2000). HEC-HMS Technical Reference Manual. U.S Army Corps of Engineers, USA.
 Hydrologic Engineering Center. (2016). HEC-RAS 5.0 Reference Manual. U.S Army Corps of Engineers, USA.
 Mamuya, F. L., Sumarauw, J. S. F., & Tangkudung, H. (2019). Analisis kapasitas penampang Sungai Roong Tondano terhadap berbagai kala ulang banjir. Jurnal Sipil Statik, 7(2), 179–188.
 Nadia, K., Mananoma, T., & Tangkudung, H. (2019). Analisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai

- Tembran di Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(6), 703–710.
- Salem, H. P., Sumarauw, J. S., & Wuisan, E. M. (2016). Pola distribusi hujan jam jaman di Kota Manado dan sekitarnya. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3).
- Seyhan, E. (1990). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sumarauw, J. S. (2013). *Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. (2017). *Hidrograf Satuan Sintetis*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S., Mananoma, T., & Pandey, S. V. (2023). Cross-sectional engineering for Lombagin River flood management, Bolaang Mongondow Regency. *Tuijin Jishu/Journal of Propulsion Technology*, 44(6), 3244–3263.
- Supit, C. J. (2013). The impact of water projects on river hydrology. *Jurnal Tekno- Sipil*, 11(59), 56–61.
- Talumepa, M. Y., Tanudjaja, L., & Sumarauw, J. S. F. (2018). Analisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), 699–710.
- Tampi, A. C., Sumarauw, J. S., & Supit, C. J. (2023). Analisis tinggi muka air banjir Sungai Paniki di Desa Borgo, Tanawangko Kabupaten Minahasa. *TEKNO*, 21(85), 1219–1232.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.