

Analisis Debit Banjir Rencana Bendung Kamijoro dengan Metode Nakayasu

The Discharge Analysis Flood of Kamijoro Dam Using Nakayasu Method

Agung Sapta Nugraha, Puji Harsanto.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Intisari. Sungai Progo merupakan salah satu sungai yang melintas dari ujung Temanggung hingga menuju Samudra Hindia dan memiliki peran penting bagi pemenuhan air di sebagian wilayah Yogyakarta. Sungai Progo memiliki debit banjir besar yang bisa dimanfaatkan untuk pengairan sawah dan mempunyai luas puluhan hektar sehingga membentuk daerah aliran sungai (DAS). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai debit banjir rencana dan membandingkan hasil hitungan peneliti dengan konsultan. Lokasi penelitian ini terletak di Bendung Kamijoro, Desa Sendang Sari, Pajangan, Bantul yang berada di DAS Progo dengan luas 2203, 480 km². Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu, namun sebelumnya harus dihitung dengan metode *polygon thiesen* dan *log pearson III*. Hasil analisis dari 9 stasiun tahun 1998-2007 yaitu pada kala ulang 50 tahun didapat debit 1281,56 m³/ detik dan kala ulang 100 tahun 1443, 33 m³/ detik. Perbandingan yang telah dilakukan dari hasil analisis hitungan peneliti dengan hitungan konsultan memiliki nilai lebih kecil dibanding dengan hitungan konsultan dikarenakan perbedaan jumlah stasiun yang diambil dari DAS yang ada.

Kata kunci : Bendung kamijoro, debit banjir rencana, hidrograf satuan sintetik, metode nakayasu, sungai progo

Abstract. Progo's river is one of the rivers which passes from the top of Temanggung city to Hindia Ocean and has an important role in fulfilling partly water in Yogyakarta. Progo river has a large flood discharge that can be used for irrigating rice fields and has an area of tens of hectares to form a watershed. The purpose of this study is to find out the value of the planned flood discharge and compare the result of the calculation of the researcher with the consultant. The location of this research is located in Kamijoro Dam, Sendang Sari Village, Pajangan, Bantul, which is in the Progo River basin with an area 2203, 480 km². The method used in this study is the nakayasu's synthetic unit hydrograph, but previously it must be calculated using the polygon thiesen method and log pearson III. The result of the analysis of 9 stations in 1998-2007 namely at the time of the return periode 50 years were got debit 1281,56 m³/second and the return periode of 100 years 1443,33 m³/second. Comparison that have been do from the result of the analysis of the researchers' counts with the count of consultants have a smaller value compared to the count of consultants due to differences in the number of stations taken from the existing watershed.

Key word: Kamijoro dam, planned flood discharge, synthetic unit hydrograph, method nakayasu, progo river

1. Pendahuluan

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air baku sehingga keberadaannya sangat penting dalam menunjang kebutuhan manusia termasuk di sekitar Bendung Kamijoro. Bendung Kamijoro terletak di Sungai Progo dusun Kamijoro, Desa Sendang Sari, Pajangan, Bantul merupakan bendung yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan air dalam upaya meningkatkan hasil pertanian mendukung program ketahanan pangan Nasional serta pencapaian target pemenuhan air baku MDG,

sehingga Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak pada Tahun Anggaran 2014 melakukan Peningkatan Bangunan Pengambilan dan Jaringan Irigasi Kamijoro. Bendung Kamijoro memanfaatkan air yang bersumber dari Kali Progo dan untuk disalurkan melewati jaringan irigasi yang disekitar Bendung Kamijoro maka di perlukan perhitungan debit banjir.

Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu daerah yang semua airnya mengalir disuatu sungai, dan daerah ini biasanya dibatasi oleh batas topografi atau berdasarkan aliran permukaan karena permukaan air tanah berubah-ubah (Kapantow dkk., 2017).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah di mana airnya mengalir ke sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yaitu ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, bukan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian (Robot dkk., 2014). DAS ditentukan dengan garis-garis kontur untuk menentukan arah dari limpasan permukaan. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur (Ka'u dkk., 2016).

Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu daerah yang semua airnya mengalir disuatu sungai yang dibatasi oleh batas topografi gunung dan bukit yang menampung curah hujan pada cekungannya, menyimpan dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atas cekungan yang terbentuk kemudian mengalir ke sungai dan akhirnya bermuara di danau ataupun laut (Nugraha, 2014).

Perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, dan berbagai bangunan air di sungai perlu dilakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan besaran banjir rencana. Penelitian ini menggunakan metode HSS dan analisis frekuensi. Curah hujan rencana yang diperoleh, dapat dihitung debit banjir rencana sungai Tondano menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetis yaitu HSS Gama I dan HSS Limantara, juga Metode Rasional dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun, 100 tahun (Rapar dkk., 2014).

Curah hujan (mm) merupakan ketinggian air hujan yang jatuh pada tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) mm adalah air hujan setinggi 1 (satu) mm yang jatuh (tertampung) pada tempat yang datar seluas 1 m² dengan asumsi tidak ada yang menguap, mengalir dan meresap pada suatu wilayah (Mulyono, 2014). Sedangkan intensitas curah hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman (Maulidani dkk., 2015).

Pola umum curah hujan dapat ditentukan dengan cara mengetahui data curah hujan rata-rata bulanan selama 10 tahun terakhir. Selanjutnya diamati saat terjadinya curah hujan maksimum dan minimum pada daerah penelitian (Dainty dkk., 2016). Analisis Curah Hujan Rencana Daerah Curah hujan yang diperlukan untuk menghitung debit banjir yaitu bukan curah hujan pada suatu titik tertentu melainkan data curah hujan harian maksimum di seluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini bisa disebut dengan curah hujan wilayah/daerah yang dinyatakan dalam mili meter (Lestari, 2016).

Banjir adalah keadaan sungai dimana aliran airnya tidak tertampung oleh palung sungai, yang dikarenakan debit banjir lebih besar daripada kapasitas sungai yang ada (Kamase dkk., 2017).

Debit maksimum di daerah aliran sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang yang sudah ditentukan dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya (Wigati dkk., 2016).

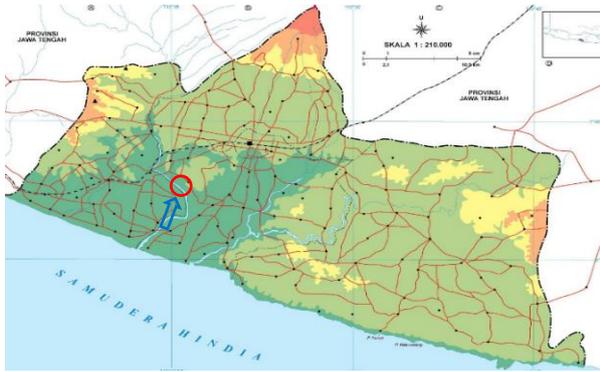
Menurut Triatmodjo (2008) Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari nilai debit yang besar dengan metode probabilitas yang diperkirakan bahwa nilai debit paling besar hanya akan terjadi setiap 10 tahunan, 100 tahunan maupun dapat terjadi hanya setiap 1000 tahunan, juga mencari nilai yang terbesar kemungkinan terjadi misalnya setiap 100 tahunan.

Untuk menentukan hidrograf satuan, digunakan Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) berdasarkan karakteristik DAS yang ditinjau (Purnomo, 2017).

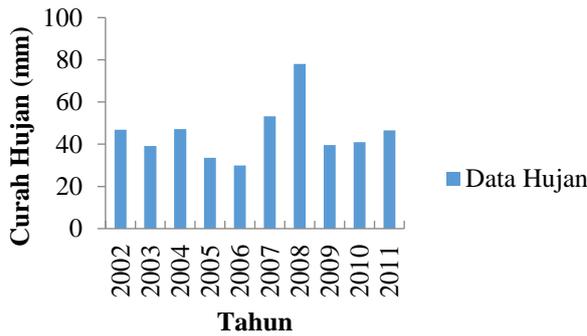
2. Pengumpulan Data dan Analisis

Lokasi dan Data Penelitian

Lokasi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sub DAS Progo hulu dengan luas area DAS 2203, 480 km². Data stasiun pihak konsultan dari tahun 1998 hingga 2007 meliputi data kedalaman curah hujan harian dari 9 stasiun hujan dan data debit aliran sungai dengan menggunakan metode hidograf satuan sintetis nakayasu.



Gambar 1 Lokasi penelitian



Gambar 2 Data hujan rata – rata DAS

Pengumpulan Data Penelitian

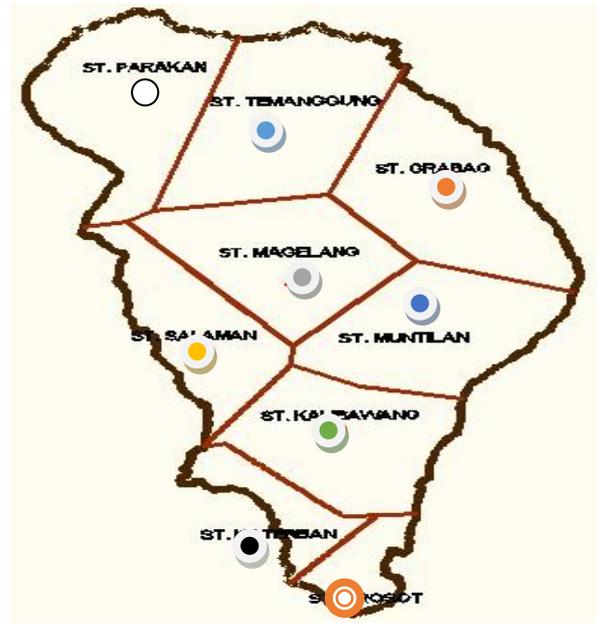
Pada penelitian ini menggunakan data sekunder, dan pengumpulan data sekunder ini dilakukan dengan mengajukan permintaan data kepada pihak-pihak yang terkait dalam proyek ini, salah satunya adalah pihak BBWS Serayu-Opak selaku pemilik proyek ini. Data-data yang diperlukan pada penelitian ini adalah intensitas 9 stasiun hujan, panjang sungai, luas DAS.

Pembuatan Batas DAS

Proses pembuatan DAS dilakukan dengan cara menghubungkan titik puncak bukit ataupun gunung yang mengelilingi Sungai Progo dari hulu hingga hilir dan membentuk garis menyatu antara satu dengan yang lain.

Pembuatan Poligon Thiessen

Pembuatan poligon thiessen dilakukan dengan cara menghubungkan setian stasiun hujan yang dituju kemudian di garis lurus antar satu stasiun dengan stasiun lainnya, selanjutnya titik tengah pada garis yang terbentuk digaris lurus 90° hingga memotong garis lainnya dan secara otomatis garis tersebut akan mengelilingi stasiun hujan dan di tujukan sebagai luasan stasiun hujan.



Gambar 3 Bentuk poligon thiessen

Curah Hujan Wilayah

Pada curah hujan wilayah kali ini menggunakan wilayah stasiun hujan Salaman, Magelang, Katerban, Brosot, Kalibawang, Grabag, Temanggung, Parakan, dan Muntilan yang diharapkan dapat merangkum daerah aliran Sungai Progo.

Metode Thiessen

Poligon Thiessen memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya (Triatmodjo, 2008).

$$P_{rata} = \frac{A1.P1+A2.P2+\dots+An.Pn}{A1+A2+\dots+An} \dots\dots\dots (1)$$

Log Pearson III

Log Pearson III merupakan metode analisis frekuensi yang digunakan untuk mencari nilai Xtr

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (LogXi - Log\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

$$Cs = \frac{nx\sum (Xi - X)^3}{(n-1)x(n-2)xSD^3} \dots\dots\dots (3)$$

$$Xtr = arcLog (Tr) \dots\dots\dots (4)$$

Uji Chi Square

Uji Chi Square merupakan uji untuk menentukan standar kualitas data yang tidak jauh berbeda dengan data lainnya.

$$Y \text{ hit} = \frac{(EF - OF)^2}{EF} \dots \dots \dots (5)$$

Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit dari suatu sungai yang dapat dihitung dengan beberapa metode salah satunya metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu.

$$T_g : 0,40 + 0,000058 L \dots \dots \dots (6)$$

a : diambil 2

$$t_r : 0,5 T_g \dots \dots \dots (7)$$

$$T_p : T_g + 0,80 t_r \dots \dots \dots (8)$$

$$T_{0,3} : a T_g \dots \dots \dots (9)$$

$$1,5T_{0,3} : 1,5 \times T_{0,3} \dots \dots \dots (10)$$

$$Q_p : 1/3,6 \times A.Re \times 1/(0,3T_p + T_{0,3}) \dots (11)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Berawal dari data curah hujan maksimum dari berbagai stasiun yang ditentukan dan dibuatlah curah hujan rata-rata dengan cara mengalikan data hujan maksimum dengan luas area suatu stasiun. Kemudian mencari Xtr dengan salah metode salah satunya Log Pearson III yang hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 1 Hasil Xtr dari metode *Log Pearson III*

T	Kt	Kt.S	ln Xi + Kt.S	Xt
2	-0,1	0,0	3,7	42,4
5	0,8	0,2	4,0	54,0
10	1,3	0,4	4,1	62,7
25	2,0	0,5	4,3	74,8
50	2,5	0,7	4,4	84,7
100	2,9	0,8	4,6	95,4

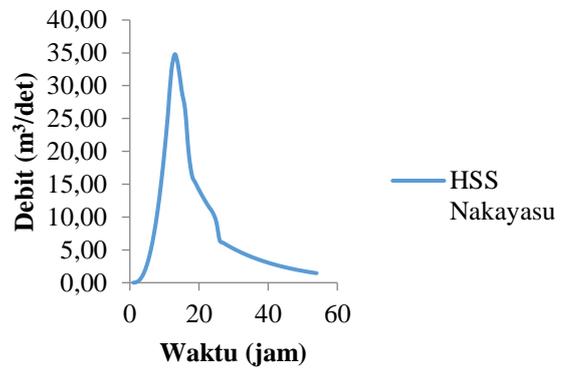
Rata-rata (Xi) = 45,51 mm

(Ln Xi) = 13,78 mm

Standart Deviasi = 0,26

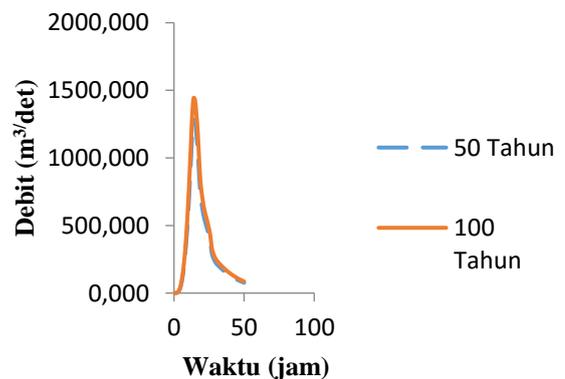
Coef Skewness = 0,855

Berdasarkan tabel di atas dengan metode gumbel didapatkan Xtr tertinggi pada kala ulang 100 tahun dengan nilai 95,4 mm dimana data xtr sangat penting digunakan untuk menghitung debit rencana pada sungai progo. Semakin kecil kala ulang tiap tahun, maka semakin sering pula kemungkinan nilai tersebut akan terjadi, begitupun apabila semakin besar kala ulang tiap tahun, maka akan semakin kecil kemungkinan nilai tersebut kan terjadi. Sebagai contoh kala ulang ke 2 yang memiliki tingkat kemungkinan sering terjadi yaitu 50% sedangkan pada kala ulang ke 100 tahun memiliki tingkat kemungkinan 1%.



Gambar 4 HSS Nakayasu

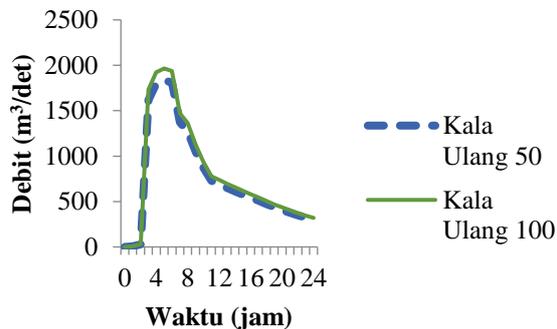
Gambar di atas merupakan hasil analisis untuk parameter hidrograf sintetis satuan nakayasu yang memiliki nilai dari 0 hingga menanjak sampai titik puncak yang bernilai lebih dari 30 m³. Data tersebut merupakan parameter apakah data hujan tersebut naik ataupun turun.



Gambar 5 Grafik 100 Tahun

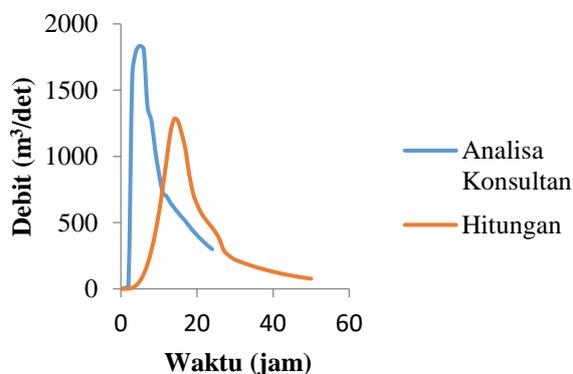
Gambar di atas merupakan hasil analisis untuk parameter hidrograf sintetis satuan nakayasu yang memiliki nilai dari 0 hingga menanjak sampai titik puncak yang bernilai lebih

dari 1400 m³. Data tersebut merupakan parameter apakah data hujan tersebut naik ataupun turun.



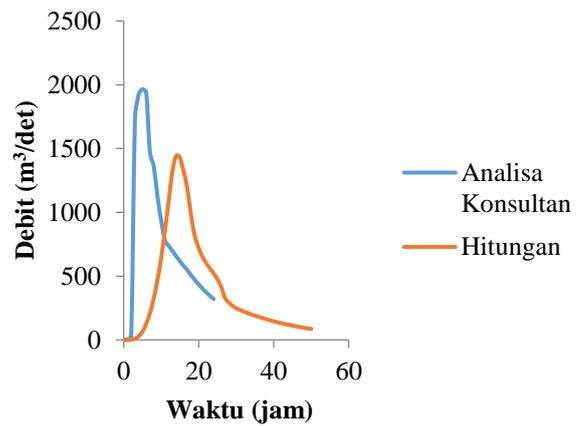
Gambar 6 Grafik Konsultan (PT Yodya Karya, 2017)

Gambar di atas merupakan hasil analisis untuk parameter hidrograf sintetis satuan nakayasu yang memiliki nilai dari 0 hingga menanjak sampai titik puncak yang bernilai hampir 2000 m³. Data tersebut merupakan parameter apakah data hujan tersebut naik ataupun turun.



Gambar 7 Perbandingan Grafik 50 Tahun

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai grafik pada konsultan bernilai lebih tinggi dibanding hitungan, akan tetapi apabila dilihat pada parameter grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu, grafik pada hitungan lebih sesuai dibanding dengan milik konsultan yang sangat jauh berbeda dari parameter yang ada dengan nilai hampir 1834,3 m³/det pada konsultan dan 1281,5 m³/det pada hitungan.



Gambar 8 Perbandingan Grafik 100 Tahun

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai grafik pada konsultan bernilai lebih tinggi dibanding hitungan, akan tetapi apabila dilihat pada parameter grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu, grafik pada hitungan lebih sesuai dibanding dengan milik konsultan yang sangat jauh berbeda dari parameter yang ada dengan nilai hampir 965,4 m³/det pada konsultan dan 1443,3 m³/det pada hitungan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan analisis debit banjir rencana bendung kamijoro adalah sebagai berikut :

- Luasan daerah aliran sungai progo terdapat hasil 2203,480 km² yang dikelilingi berbagai bukit maupun pegunungan disekitar sungai progo. Nilai deviasi dengan metode *log pearson* 0,26 dan nilai Cs sebesar 0,855 yang nantinya nilai Cs akan di gunakan untuk menghitung Kt atau presentase peluang terlampaui dan nilai Xtr yang mempunyai hasil 44,7 pada tahun ke 100.
- Hasil analisis debit banjir rencana pada bendung kamijoro menggunakan metode nakayasu yang telah dihitung tiap 50 tahun, memiliki nilai maksimum sebesar 1281,56 m³/detik dan tiap 100 tahun memiliki nilai debit maksimum sebesar 1443,33 m³/detik.
- Perbandingan yang telah dilakukan dari hasil analisis hitungan dengan hitungan konsultan ternyata hitungan memiliki nilai

lebih besar dibanding dengan hitungan konsultan. Penyebab perbedaan hasil tersebut dikarenakan bedanya jumlah stasiun yang diambil dari DAS yang ada.

5. Daftar Pustaka

- Dainty, I., Abdulah, S.H., dan Priyati, A., 2016, Analisis Peluang Curah Hujan Untuk Penetapan Pola Dan Waktu Tanam Serta Pemilihan Jenis Komoditi Yang Sesuai Di Desa Masbagik Kecamatan Masbagik Kabupaten Lombok Timur, *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 4, 208-209.
- Kamase, M., Hendratta L.A., dan Sumarauw, J.S.F., 2017, Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tornado di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat, *Jurnal Sipil Statik*, 5, 176.
- Kapantow, B., 2017, Analisis Debit Dan Tinggi Muka Air Sungai Paniki di Kawasan Holland Village, *Jurnal Sipil Statik*, 5, 22.
- Ka'u, D. S., Soekarno., dan Mangangka, I. R., 2016, Analisis Debit Banjir Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara, *Jurnal Sipil Statik*, 4, 123&132-133.
- Lestari, U.S., 2016. Kajian metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Ruas Kecamatan Sungai Pandan, *Jurnal Poros Teknik*, 8, 86-87
- Maulidani, S.S., Ihsan, N., dan Sulistiawaty., 2015, Analisis Pola Dan Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Data Observasi Dan Satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) 3B42 V7 Di Makasar, *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 1, 99.
- Mulyono, D., 2014, Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan, *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut*, 13, 3.
- Nugraha, M.A., 2014. Analisis Hidrograf Banjir Pada DAS Boang, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2, 639.
- Purnomo, S.N., 2017, Pengaruh Metode Pemilihan Data Hujan Pada Perancangan Debit Banjir di DAS Serayu, *Jurnal Techno*, 18, 52.
- Rapar, S.M.E., Mananoma, T., Wuisan, E. M., dan Binilang, A., 2014, Analisis Debit Banjir Sungai Tandano Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara, *Jurnal Sipil Statik*, 2, 13&20.
- Robot, J.A., Mananoma, T., Wuisan, E., dan Tangkudung, H., 2014, Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode HSS Gama-I dan HSS Limantara, *Jurnal Sipil Statik*, 2, 1.
- Triatmodjo, B., 2008, *Hidrologi Terapan*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Wigati, R., Sudarsono., dan Cahyani, I.D., 2016, Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1., *Jurnal Fondasi*, 5, 16.