JOURNAL FLYOVER (JFO)
Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana UMI

Vol. 01 No 01 Tahun 2021
E-ISSN: XXXX-XXXX

# Kajian Pengendalian Banjir dengan Menggunakan Waduk Regulasi

## *(Studi Kasus: DAS Wanggu Kota Kendari)*

**Haeruddin C Maddi [1*], Ratna Musa [2], Hanafi Ashad [3]**

1*) Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV, Kendari, Her45pu@yahoo.com
2) Teknik Sipil, Univeristas Muslim Indonesia, Makassar, ratnamusaa@gmail.com
3) Teknik Sipil, Univeristas Muslim Indonesia, Makassar, hanafiashad@umi.ac.id

## Abstract

*Floods are a serious problem faced by areas in Indonesia, one of which is Kendari City. One of the watersheds that are prone to flooding and is a priority area for handling floods in Kendari City is wanggu watershed. High rainfall accompanied by changes in land management in wanggu watershed affects the ability of water catchment by soil that increases surface water runoff resulting in flooding. Seeing from the problems that occur, it takes a flood control effort by planning a regulatory reservoir to accommodate runoff discharge and reduce flooding. In this study, a hydrological analysis was conducted to obtain a flood discharge design at the study site. Further addition, hydraulic analysis was carried out to find out the flood conditions during the 25-year anniversary to find out how much of the flood impact by using the help of the HEC-RAS 5.0.7 program. From the results of the calculation of flood discharge Q25 with the method of HSS SCS CN, HSS SCS, HSS ITB-1 and HSS ITB-2 consecutively amounted to 261.70 $m^3/s$; 259.80 $m^3/s$; 264.64 $m^3/s$; and 262.21 $m^3/s$. The cut in peak flood discharge using the regulatory pool is 141.6 $m^3/s$ which is equivalent to the reduction of Q25 flood discharge by 54.12%. The planned regulatory reservoir located in Baruga with an area of 45.54 Ha is able to accommodate the volume of Q25 flood discharge of 1,580,300.24 m3, where the peak volume of Q25 flood discharge is 351,276.48 $m^3$.*

*Keywords: Das Wanggu, HEC-RAS, Reservoir Regulation, Synthetic Unit Hydrograph*

## Abstrak

Banjir merupakan masalah serius yang dihadapi daerah-daerah di Indonesia, salah satunya adalah Kota Kendari. Salah satu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang rawan banjir dan merupakan daerah prioritas penanganan banjir di Kota Kendari adalah DAS Wanggu. Curah hujan yang tinggi disertai perubahan tata gunan lahan di DAS Wanggu mempengaruhi kemampuan resapan air oleh oleh tanah yang meningkatkan limpasan air permukaan yang mengakibatkan banjir. Melihat dari permasalahan yang terjadi maka dibutuhkan suatu upaya pengendalian banjir dengan merencanakan waduk regulasi untuk menampung debit limpasan dan mereduksi banjir. Pada studi ini, dilakukan analisis hidrologi guna mendapatkan debit banjir rancangan pada lokasi studi. Selanjutanya dilakukan analisis hidrolika untuk mengetahui kondisi banjir kala ulang 25 tahun untuk mengetahui seberapa besar dampak banjir dengan menggunakan bantuan program HEC-RAS 5.0.7. Dari hasil perhitungan debit banjir $Q_{25}$ dengan metode HSS SCS CN, HSS SCS, HSS ITB-1 dan HSS ITB-2 berturut-turut sebesar 261,70 $m^3$/dtk; 259,80 $m^3$/dtk; 264,64 $m^3$/dtk; dan 262,21 $m^3$/dtk. Adapun pemotongan debit puncak banjir menggunakan kolam regulasi ialah sebesar 141,6 $m^3$/dtk yang setara dengan reduksi debit banjir $Q_{25}$ sebesar 54,12%. Waduk regulasi yang direncanakan berlokasi di Baruga dengan luas 45,54 Ha mampu menampung volume debit banjir $Q_{25}$ sebesar 1.580.300,24 $m^3$, dimana volume puncak debit banjir $Q_{25}$ sebesar 351.276,48 $m^3$.

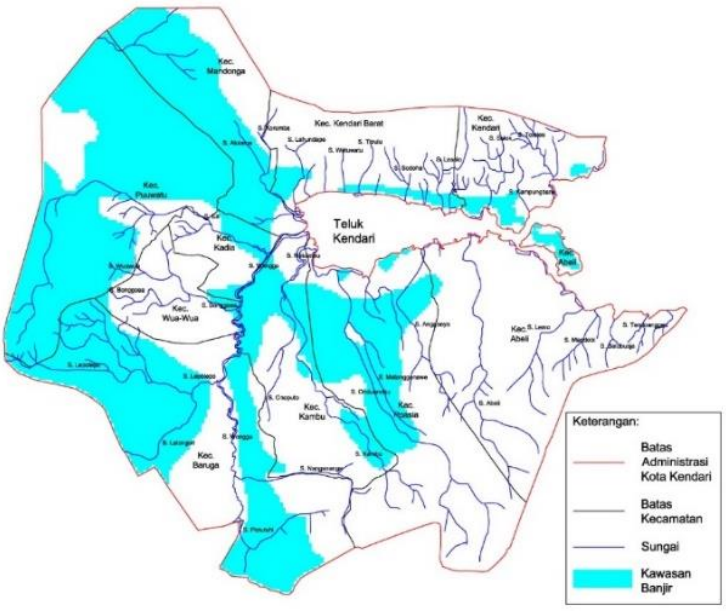
Kata Kunci: Das Wanggu, HEC-RAS, Hidrograf Satuan Sintetik, Waduk Regulasi

## 1. PENDAHULUAN

Permasalahan sedimentasi khususnya pada sungai-sungai besar di Indonesia menjadi perhatian yang serius terutama sungai-sungai yang melintasi perkotaan seperti halnya Sungai Wanggu di Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara. Menurut Supriadi, dkk, (2016) permasalahan banjir di Sungai Wanggu disebabkan oleh perubahan tata guna lahan, debit banjir semakin besar, kinerja system pengendalian banjir yang tidak optimal, penanganan banjir masih bersifat parsial dan jangka pendek serta berkurangnya kapasitas tampungan sungai akibat sedimentasi.

Perubahan tata guna lahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Wanggu mengakibatkan terjadinya peningkatan erosi serta sedimentasi akibat berkurangnya daerah tangkapan air hujan (La ode Alwi,2015). Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Wanggu mengalami penurunan kemampuan infiltrasi yang mengakibatkan peningkatan volume aliran permukaan (La ode Alwi, 2011). Hal tersebut ditandai dengan tumbuhnya rumput dan semak belukar di Hulu DAS Sungai Wanggu yang tidak mampu menahan air selama musim hujan. Hal ini berdampak pada mengalirnya aliran ke hilir secara bersamaan yang berpotensi terjadinya banjir di daerah hilir yang memberikan kontribusi terhadap sedimentasi pada hilir sungai di teluk Kendari. Akibatnya terjadi pendangkalan dimuara sungai dan mempengaruhi system pengendalian banjir Kota Kendari.

Wilayah rawan banjir yang ada di Kota Kendari merupakan kawasan yang berada pada kondisi kerendahan (bantaran kali) dengan akumulasi muara pengaliran air dari kawasan punggungan yang lebih tinggi. Sedimentasi yang tinggi serta pola aliran drainase yang belum tertata dengan baik telah membantu terjadinya bencana banjir dan genangan setiap waktu, sehingga kawasan yang mengalami kondisi ini adalah kawasan yang sama pada waktu sebelumnya. Untuk kawasan rawan banjir berdasarkan sejarah tersebar di 10 Kecamatan se-Kota kendari, terdiri dari 30 Kelurahan dengan total luas 635,251 ha seperti yang terlihat pada **Gambar 1** berikut ini.




**Gambar 1 Peta genangan banjir kota kendari berdasarkan sejarah**

Beberapa upaya yang telah dilakukan berupa pembangunan tanggul banjir di sepanjang hilir Sungai Wanggu, perbaikan drainase perkotaan, pembangunan check dam pada beberapa titik serta pembangunan Kolam Retensi Boulevard seluas 8,9 Ha. Namun upaya tersebut belum dapat dirasakan secara optimal manfaatnya. Hal ini disebabkan besarnya

debit Sungai Wanggu yang mengalir pada saat puncak hujan menyebabkan luapan dan genangan di beberapa titik. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah upaya untuk memotong piek banjir agar tidak segera mengalir masuk ke dalam kota.

Waduk Regulasi (Regulation Pond) merupakan alternatif yang sangat tepat untuk melengkapi system pengendalian banjir kota Kendari dalam upaya mereduksi luapan curah hujan yang turun secara bersamaan. Penggunaan waduk regulasi pada sungai perkotaan merupakan pilihan yang tepat untuk menambah kapasitas tampungan banjir, di mana kapasitas sungai tidak dapat lagi ditingkatkan elevasi dasar serta lebar tanggulnya akibat tata guna lahan. Waduk regulasi pada sungai perkotaan diproyeksikan menggunakan pendekatan perhitungan banjir kala ulang 25 tahun dengan pertimbangan terjadinya kerusakan DAS secara masif serta laju petumbuhan kota yang semakin pesat sehingga diperlukan pengendalian banjir dengan kala ulang yang tinggi agar mampu mereduksi banjir perkotaan secara maksimal. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian berupa kajian pengendalian banjir dengan menggunakan waduk regulasi dengan studi kasus Daerah Aliran Sungai Wanggu Kota Kendari dengan banjir rencana kala ulang 25 tahun.

## 2. METODOLOGI STUDI

Kajian pada studi ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis Sistem). HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk pemodelan aliran saluran terbuka seperti drainase, sungai, dan penampang saluran terbuka lainnya. River Analysis System (RAS), dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satuan kerja di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS mencakup fungsi untuk menganalisis air mengalir bergerak melintasi permukaan dan dikenal sebagai pemodelan banjir 2D dan menyediakan pemodelan gerakan air yang lebih akurat di permukaan dari 1D (atau berdasarkan bagian) Model banjir.

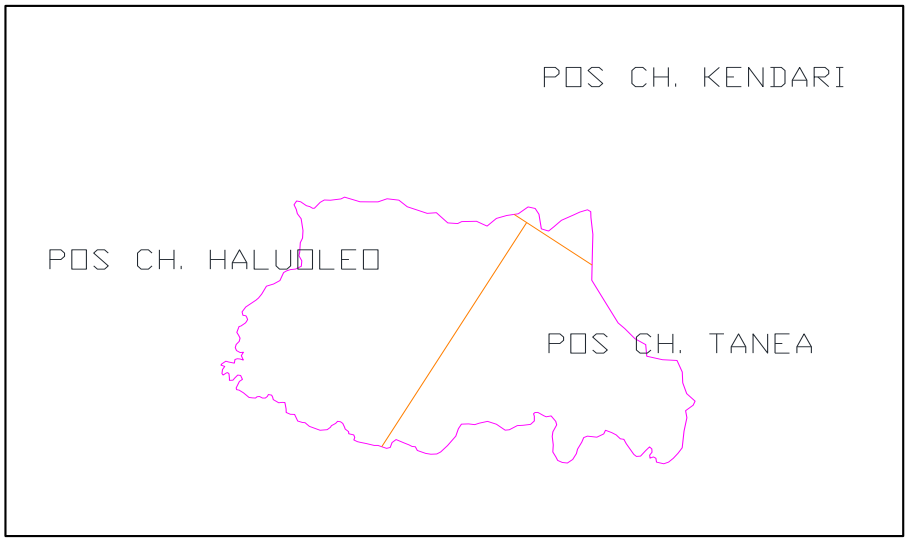
Sebelum dilakukan simulasi hidrolik menggunakan HEC-RAS perlu dilakukan beberap analisis hidorologi untuk kebutuhan input data pada HEC-RAS. Metode yang digunakan untuk perhitungan hujan kawasan atau hujan DAS adalah dengan metode Poligon Thiessen, yaitu dengan memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada metode Thiessen, diasumsikan pada suatu luasan DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun terdekat sehingga mewakili luasan tersebut. Metode ini cocok untuk digunakan karena penyebaran stasiun hujan pada lokasi yang di tinjau yang masih belum merata.

Selanjutnya dilakukan analisis distribusi frekuensi menggunakan Distribusi Normal, Gumbel tipe I, Log Normal 2 Parameter dan Log Pearson tipe III. Kemudian dilakukan penentuan hujan efektif menggunakan metode Monoobe denfan distribusi hujan 6 jam. Perhitungan analisis debit banjir rencana menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) SCS CN, HSS SCS HSS ITB-1, HSS ITB-2 serta model Rainfall -Runoff.

## 3. HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

### A. Penentuan Hujan Kawasan

Melalui analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode poligon thiessen diketahui bahwa terdapat tiga stasiun curah hujan yang berpengaruh terhadap wilayah DAS Sungai Wanggu seperti yang terlihat pada **Gambar 2** berikut ini.




**Gambar 2 Penentuan stasiun curah hujan melalui poligon thiessen**

Luasan dari masing-masing stasiun curah hujan tersebut disajikan dalam **Tabel 1** berikut ini.

**Tabel 1 Luasan Stasiun**

| | |
|---|---|
| DAS Hulu Wanggu | 173.546 $Km^2$ |
| Sta. Haluoleo | 90.628 $Km^2$ |
| Sta. Kendari | 3.782 $Km^2$ |
| Sta. Tanea | 79.136 $Km^2$ |

Data curah hujan yang telah diperoleh kemudian dianalisis ke dalam curah hujan rerata metoda Thiessen yang menggunakan data curah hujan sepuluh tahun terakhir seperti yang terlihat pada **Tabel 2** berikut ini.

**Tabel 2 Analisa curah hujan rerata metode thiessen**

| Tahun | Haluoleo | | Kendari | | Tanea | | Hujan Rerata (mm) | CH Terurut | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Re | A*Re | Re | A*Re | Re | A*Re | | Tahun | Hujan (mm) |
| **2009** | 94 | 8,519 | 94 | 355 | 54 | 4,273 | 75.76 | 2011 | 46.82 |
| **2010** | 55 | 4,985 | 54.5 | 206 | 153.5 | 12,147 | 99.90 | 2015 | 62.81 |
| **2011** | 61 | 5,528 | 38.2 | 144 | 31 | 2,453 | 46.82 | 2019 | 63.23 |
| **2012** | 104 | 9,425 | 93 | 352 | 31 | 2,453 | 70.47 | 2012 | 70.47 |
| **2013** | 256 | 23,201 | 237 | 896 | 31 | 2,453 | 152.99 | 2014 | 73.06 |
| **2014** | 109 | 9,878 | 92 | 348 | 31 | 2,453 | 73.06 | 2009 | 75.76 |
| **2015** | 90.5 | 8,202 | 65 | 246 | 31 | 2,453 | 62.81 | 2018 | 94.68 |
| **2016** | 155 | 14,047 | 76 | 287 | 31 | 2,453 | 96.74 | 2016 | 96.74 |
| **2017** | 155 | 14,047 | 91 | 344 | 31 | 2,453 | 97.06 | 2017 | 97.06 |
| **2018** | 151 | 13,685 | 77.5 | 293 | 31 | 2,453 | 94.68 | 2010 | 99.90 |
| **2019** | 90 | 8,157 | 96 | 363 | 31 | 2,453 | 63.23 | 2013 | 152.99 |

Berdasarkan hasil perhitungan Thiessen pada **Tabel 2** diketahui bahwa curah hujan terendah terjadi pada tahun 2011 sebesar 46,82 mm serta curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2013 sebesar 152,99 mm.

## B. Analisis Distribusi Frekuensi

Metode distribusi frekuensi yang digunakan dalam analisa curah hujan rencana dalam penelitian ini antara lain Distribusi Normal, Gumbel tipe I, Log Normal 2 Parameter dan Log Pearson tipe III. Hasil Analisa masing-masing metoda dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut.

**Tabel 3 Nilai ekstrim distribusi**

| T | $X_{rerata}$ | Sd | K | X (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 84.8660 | 28.4321 | 0.0000 | 84.87 |
| 5 | 84.8660 | 28.4321 | 0.8400 | 108.75 |
| 10 | 84.8660 | 28.4321 | 1.2800 | 121.26 |
| 20 | 84.8660 | 28.4321 | 1.6400 | 131.49 |
| 25 | 84.8660 | 28.4321 | 1.7100 | 133.48 |
| 50 | 84.8660 | 28.4321 | 2.0500 | 143.15 |
| 100 | 84.8660 | 28.4321 | 2.3300 | 151.11 |
| 1000 | 84.8660 | 28.4321 | 3.0900 | 172.72 |

**Tabel 4 Nilai ekstrim distribusi gumbel tipe 1**

| T | $Y_T$ | Sd | $Y_n$ | $S_n$ | K | X (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 0.3665 | 28.4321 | 0.4996 | 0.9676 | -0.1375 | 80.96 |
| 5 | 1.4999 | 28.4321 | 0.4996 | 0.9676 | 1.0338 | 114.26 |
| 10 | 2.2504 | 28.4321 | 0.4996 | 0.9676 | 1.8094 | 136.31 |
| 20 | 2.9702 | 28.4321 | 0.4996 | 0.9676 | 2.5533 | 157.46 |
| 25 | 3.1985 | 28.4321 | 0.4996 | 0.9676 | 2.7893 | 164.17 |
| 50 | 3.9019 | 28.4321 | 0.4996 | 0.9676 | 3.5163 | 184.84 |
| 100 | 4.6001 | 28.4321 | 0.4996 | 0.9676 | 4.2379 | 205.36 |
| 1000 | 6.9073 | 28.4321 | 0.4996 | 0.9676 | 6.6222 | 273.15 |

**Tabel 5 Nilai log normal 2 parameter**

| T | P | k | Log X | X (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 0.5000 | -0.0358 | 1.9036 | 80.0960 |
| 5 | 0.2000 | 0.8285 | 2.0222 | 105.2396 |
| 10 | 0.1000 | 1.3014 | 2.0871 | 122.1976 |
| 20 | 0.0500 | 1.7031 | 2.1422 | 138.7287 |
| 25 | 0.0400 | 1.7807 | 2.1528 | 142.1708 |
| 50 | 0.0200 | 2.1686 | 2.2060 | 160.7057 |
| 100 | 0.0100 | 2.4972 | 2.2511 | 178.2832 |

**Tabel 6 Data nilai ekstrim distribusi log pearson tipe III**

| T | P(%) | Cs | G | Log X | X (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | 0.3144 | -0.0523 | 1.9013 | 79.6785 |
| 5 | 20 | 0.3144 | 0.8228 | 2.0214 | 105.0518 |
| 10 | 10 | 0.3144 | 1.3102 | 2.0883 | 122.5343 |
| 20 | 5 | 0.3144 | 1.7629 | 2.1504 | 141.3750 |
| 25 | 4 | 0.3144 | 1.8535 | 2.1628 | 145.4775 |
| 50 | 2 | 0.3144 | 2.2182 | 2.2128 | 163.2431 |
| 100 | 1 | 0.3144 | 2.5543 | 2.2589 | 181.5245 |
| 1000 | 0.1 | 0.3144 | 3.5459 | 2.3950 | 248.3046 |

Setelah data nilai ekstrim dari masing-masing distribusi curah hujan tersebut didapat maka perlu dilakukan pengujian kecocokan data distribusi dengan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorof.

**Tabel 7 Hasil uji Chi-square**

| No. | Metode Distribusi | Nilai $X^2$hitung | Nilai $X^2$Kritis | Keterangan |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Distribusi Normal | 8.55 | 5.99 | **Tidak Memenuhi** |
| 2 | Distribusi Gumbel Tipe I | 4.91 | 5.99 | **Memenuhi** |
| 3 | LOG-PEARSON III | 4.91 | 5.99 | **Memenuhi** |
| 4 | Log Normal II | 4.91 | 5.99 | **Memenuhi** |

**Tabel 8 Hasil uji smirnov- Kolmogorof**

| No. | Metode Distribusi | Nilai $X^2$hitung | Nilai $X^2$Kritis | Keterangan |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Distribusi Normal | 0.15 | 0.39 | **Memenuhi** |
| 2 | Distribusi Gumbel Tipe I | 10.06 | 0.39 | **Tidak Memenuhi** |
| 3 | LOG-PEARSON III | 0.91 | 0.39 | **Tidak Memenuhi** |
| 4 | Log Normal II | 0.17 | 0.39 | **Memenuhi** |

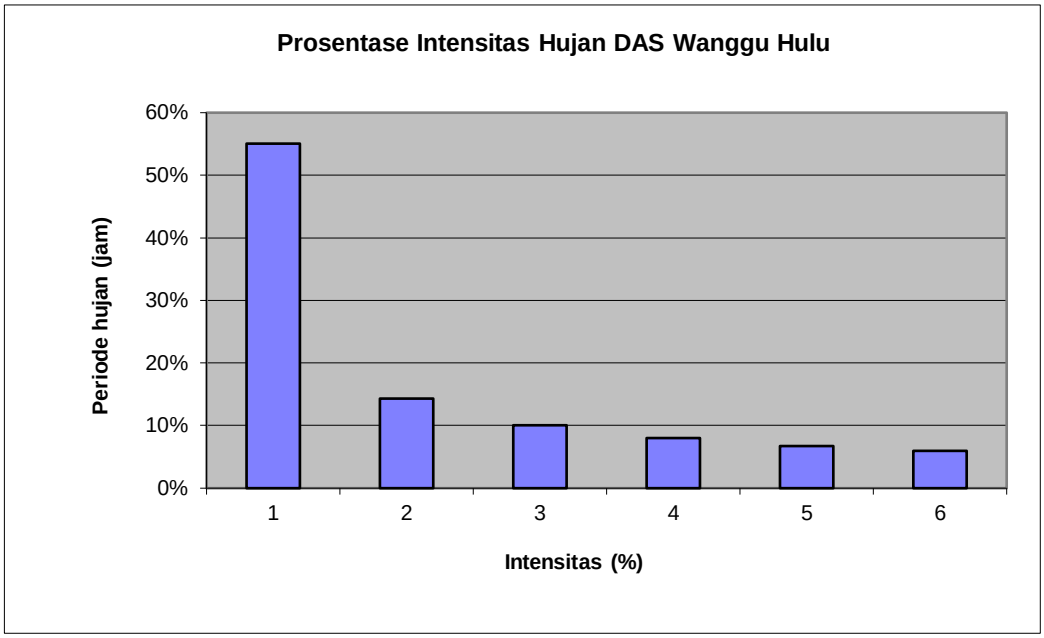
Berdasarkan hasil dari uji kecocokan, maka distribusi hujan rencana Log Normal Tipe II yang akan digunakan dalam perhitungan debit banjir.

**Tabel 9 Hujan rencana kala ulang**

| No. | Kala Ulang (tahun) | Distribusi Normal (mm) | Distribusi Gumbel Tipe I (mm) | Distribusi Log Normal 2 Parameter (mm) | Distribusi Log Pearson Tipe III (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 84.87 | 80.96 | 80.10 | 79.68 |
| 2 | 5 | 108.75 | 114.26 | 105.24 | 105.05 |
| 3 | 10 | 121.26 | 136.31 | 122.20 | 122.53 |
| 4 | 25 | 133.48 | 164.17 | 142.17 | 145.48 |
| 5 | 50 | 143.15 | 184.84 | 160.71 | 163.24 |
| 6 | 100 | 151.11 | 205.36 | 178.28 | 181.52 |

## C. Analisis Hujan Efektif

Penentuan Hujan Efektif menggunakan metode Monoobe. Dalam hal ini distribusi hujan yang dipilih adalah distribusi hujan 6 jam. Hasil perhitungan intensitas hujan tersebut ditunjukkan pada **Gambar 3** berikut ini.




**Gambar 3 Grafik distribusi curah hujan 6 jam**

Setelah intensitas hujan didapat, kemudian dilakukan factor reduksi terhadap luasan DAS, dimana Luas DAS untuk hulu Sungai Wanggu itu sendiri sebesar 173,546 m2. Intensitas hujan yang telah tereduksi dapat dilihat pada **Tabel 10** berikut ini.

**Tabel 10 Hujan efektif yang telah dikurangi faktor reduksi**

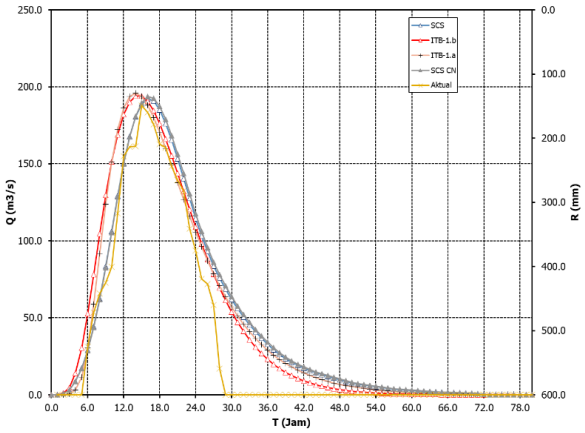
| **Data Hujan Rancangan** | | | |
|---|---|---|---|
| **Sungai Wanggu Hulu** | | **FR =** | **0.90190** |
| **No.** | **Periode Ulang (tahun )** | **Hujan Rancangan (mm)** | **Hujan Rancangan setelah dikurangi Faktor Reduksi (mm)** |
| 1 | 2 | 80.096 | 72.239 |
| 2 | 5 | 105.240 | 94.916 |
| 3 | 10 | 122.198 | 110.211 |
| 4 | 20 | 138.729 | 125.120 |
| 5 | 25 | 142.171 | 128.224 |
| 6 | 50 | 160.706 | 144.941 |
| 7 | 100 | 178.283 | 160.794 |

## D. Analisis Debit Banjir

Analisa debit banjir rencana merupakan salah satu bagian yang terpenting dari proses analisa hidrologi. Perhitungan debit banjir diperlukan untuk mengetahui desain rencana pada Kolam Regulasi Hulu Sungai Wanggu. Metode perhitungan yang dipakai dalam menghitung debit banjir adalah dengan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) SCS CN, HSS SCS HSS ITB-1, HSS ITB-2 serta model Rainfall -Runoff. Dengan hidrograf satuan sintetik dapat diketahui debit banjir rencana dari data hujan dengan mentranformasikan hyetograph menjadi hidrograf aliran sungai seperti yang ditampilkan pada **Tabel 11** dan **Gambar 4** berikut ini.

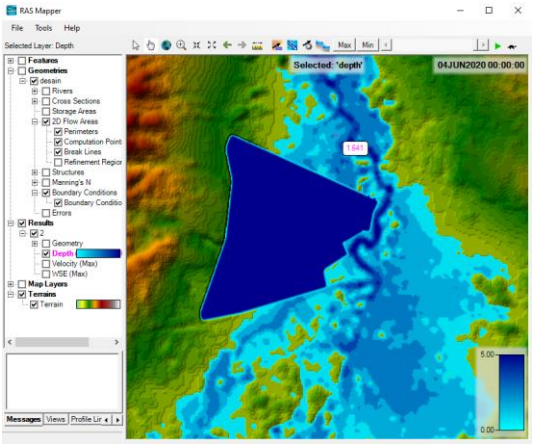
**Tabel 11 Rekapitulasi debit banjir rencana kala ulang**

| Q | Cara Hidrograph Satuan | | | | Rainfall-Runoff Model Tank |
|---|---|---|---|---|---|
| | SCS | SCS-CN | ITB-1 | ITB-2 | Debit Sintetis + Aktual |
| 2 | 146.37 | 147.44 | 149.10 | 147.73 | 143.60 |
| 5 | 192.32 | 193.72 | 195.90 | 194.10 | 192.90 |
| 10 | 223.30 | 224.93 | 227.47 | 225.38 | 225.10 |
| **25** | **259.80** | **261.70** | **264.64** | **262.21** | **265.30** |
| 50 | 293.67 | 295.82 | 299.15 | 296.40 | 295.00 |
| 100 | 325.80 | 328.17 | 331.87 | 328.82 | 324.60 |




**Gambar 4 Perbandingan hasil kalibrasi berbagai metode HSS untuk Q25**

HEC-RAS (*Hydrologi Engineering Center- River Analysis System*) versi 5.0.7 digunakan untuk analisa kemampuan kapasitas aliran maksimum Sungai Wanggu dengan debit rencana yang telah diperoleh melalui hasil perhitungan seperti pada tabel 11. Adapun hasil *running Unsteady Flow Analysis* HEC-RAS 2-Dimensi serta peta genangan banjir dapat dilihat pada **Gambar 5**




**Gambar 5 Hasil *running unsteady flow analysis* HEC-RAS 2 dimensi**

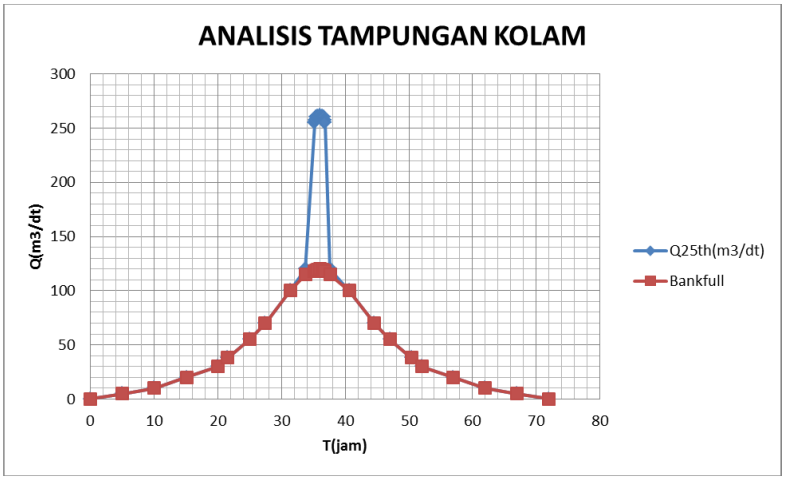
## E. Analisis Kolam Regulasi

Sungai Wanggu ditanggul pada ruas dimana akan dibangun Kolam Regulasi, dengan kapasitas debit sebesar kapasitas bankfull. Kapasitas bankfull adalah debit sungai existing di mana nilai besaran tersebut tidak menimbulkan dampak luapan pada sungai Wanggu. Debit bankfull ini di tentukan berdasarkan analisa hidrolika yang menggunakan program Hecras 2D. Adapun hasil perhitungn volume debit banjir dan tampungan kolam regulagsi ditunjukkan pada **Tabel 12** dan **Gambar 6** berikut ini.

**Tabel 12 Perhitungan volume debit banjir dan tampungan kolam regulasi**

| t (jam) | Q25 ($m^3$/dtk) | Bankfull ($m^3$/dtk) | Vol. Q25 th ($m^3$) | Vol. Bankfull ($m^3$) | DV ($m^3$) | Komulatif $m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 5,00 | 5,00 | 5,00 | 90.000,00 | 90.000,00 | 0 | - |
| 10,00 | 10,00 | 10,00 | 180.000,00 | 180.000,00 | 0 | - |
| 15,07 | 20,00 | 20,00 | 365.168,60 | 365.168,60 | 0 | - |
| 20,00 | 30,00 | 30,00 | 532.245,60 | 532.245,60 | 0 | - |
| 21,57 | 38,00 | 38,00 | 214.666,56 | 214.666,56 | 0 | - |
| 24,96 | 55,00 | 55,00 | 671.616,00 | 671.616,00 | 0 | - |
| 27,43 | 70,00 | 70,00 | 621.608,40 | 621.608,40 | 0 | - |
| 27,43 | 100,00 | 100,00 | 1.426.176,00 | 1.426.176,00 | 0 | - |
| 31,39 | 120,00 | 115,00 | 1.024.056,00 | 981.387,00 | 42.669,00 | 42.669,00 |
| 33,76 | 255,00 | 118,00 | 1.322.654,40 | 612.051,84 | 710.602,56 | 753.271,56 |
| 35,20 | 257,00 | 118,00 | 29.051,28 | 13.338,72 | 15.712,56 | 768.984,12 |
| 35,23 | 260,64 | 119,00 | 138.210,22 | 63.103,32 | 75.106,90 | 844.091,02 |
| 35,63 | 260,76 | 119,50 | 232.334,93 | 106.474,50 | 125.860,43 | 969.951,45 |
| 36,00 | 261,60 | 120,00 | 351.276,48 | 161.136,00 | 190.140,48 | 1.160.091,93 |
| 36,37 | 260,76 | 119,50 | 350.145,17 | 160.464,60 | 189.680,57 | 1.349.772,50 |
| 36,62 | 260,64 | 119,00 | 232.226,94 | 106.029,00 | 126.197,94 | 1.475.970,44 |
| 36,77 | 257,00 | 118,00 | 136.281,96 | 62.573,04 | 73.708,92 | 1.549.679,36 |
| 36,80 | 255,00 | 118,00 | 28.825,20 | 13.338,72 | 15.486,48 | 1.565.165,84 |
| 37,64 | 120,00 | 115,00 | 363.225,60 | 34.891,20 | 15.134,40 | 1.580.300,24 |
| 40,61 | 100,00 | 100,00 | 1.069.380,00 | 1.069.380,00 | 0 | 1.580.300,24 |
| 44,57 | 70,00 | 70,00 | 998.323,20 | 998.323,20 | 0 | 1.580.300,24 |
| 47,04 | 55,00 | 55,00 | 488.406,60 | 488.406,60 | 0 | 1.580.300,24 |
| 50,43 | 38,00 | 38,00 | 464.025,60 | 464.025,60 | 0 | 1.580.300,24 |
| 52,00 | 30,00 | 30,00 | 169.473,60 | 169.473,60 | 0 | 1.580.300,24 |

| t (jam) | Q25 ($m^3$/dtk) | Bankfull ($m^3$/dtk) | Vol. Q25 th ($m^3$) | Vol. Bankfull ($m^3$) | DV ($m^3$) | Komulatif $m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 56,93 | 20,00 | 20,00 | 354.830,40 | 354.830,40 | 0 | 1.580.300,24 |
| 62,00 | 10,00 | 10,00 | 182.584,80 | 182.584,80 | 0 | 1.580.300,24 |
| 67,00 | 5,00 | 5,00 | 90.000,00 | 90.000,00 | 0 | 1.580.300,24 |
| 72,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.580.300,24 |




**Gambar 6 Diagram inflow-outflow hidrograf**

Berdasarkan pada **Tabel 13** dan **Gambar 8** diketahui bahwa besarnya debit puncak Q25 ialah sebesar 261,60 m3/dtk dan besarnya debit *bankfull* ialah sebesar 120,00 $m^3$/dtk. Adapun besarnya debit banjir sungai wanggu yang akan masuk ke dalam kolam regulasi ialah sebesar Q25 – Qb. Sehingga diperoleh besaran pemotongan debit puncak banjir sebesar 141,60 $m^3$/dtk atau 54,12 % dari debit puncak banjir Q25.

Berdasarkan pada **Tabel 13** diketahui pula volume aliran di sungai wanggu periode jam-jam ialah sebesar 351.276,48 $m^3$ pada saat terjadi puncak banjir Q25. Selain itu, melalui penjumlahan volume limpasan jam-jam diperoleh kapasitas tampungan kolam regulasi yang dibutuhkan yaitu sebesar 1.580.300,24 $m^3$. Dengan volume tampungan sebesar 1.580.300,24 $m^3$ serta kedalaman tampungan efektif waduk rata-rata sebesar 3,47 maka diperoleh luas rencana kolam regulasi sebesar 45,54 ha.

Berdasarkan hasil analisis hidrolika diketahui elevasi spillway sebesar +13,97 m dengan lebar atas spillway sebesar 3 m. Apabila diasumsikan panjang pelimpah sepanjang 130 m, maka kedalaman limpasan di atas mercu pelimpah diperoleh sebesar 0,79 m. Dari analisis tersebut dapat diketahui elevasi muka air banjir di atas pelimpah sebesar 13,97 + 0,79 = 14,76 m.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Debit banjir maksimum yang terjadi di Sungai Wanggu dengan debit kala ulang 25 tahun ialah sebagai berikut:
   a) ITB-1 : 264,64 $m^3$/dtk
   b) ITB-2 : 262,21 $m^3$/dtk
   c) SCS CN : 261,70 $m^3$/dtk
   d) SCS : 259,80 $m^3$/dtk

2. Besarnya pemotongan debit puncak banjir $Q_{25}$ ialah sebesar 141,6 m3/dtk atau sebesar 54,12% yang diperoleh dari selisih debit puncak banjir $Q_{25}$ sebesar 261,6 $m^3$/dtk dan debit bankfull sebesar 120 $m^3$/dtk dengan penurunan tinggi muka air maksimum sebesar + 0,79 m.
3. Kolam regulasi yang direncanakan berlokasi di Baruga dengan luas 45,54 Ha mampu menampung volume debit banjir $Q_{25}$ sebesar 1.580.300,24 $m^3$, dimana volume puncak debit banjir $Q_{25}$ sebesar 351.276,48 $m^3$.

## B. Saran

Diharapkan adanya penelitian lanjutan mengenai banjir kota Kendari menggunakan pendekatan penanggulangan banjir serta metode perhitungan yang berbeda dengan menggunakan data-data terbaru.

## 5. DAFTAR REFERENSI


Alwi, L., dan Marwah, S. 2015. Analisis Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Degradasi Lahan dan Pendapatan Petani DAS Wanggu Sulawesi Tenggara. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Vol.18, No.2, Juli 2015 :117-130.

Alwi, L., et al. 2011. Kajian Dampak Dinamika Penggunaan Lahan Terhadap Erosi dan Kondisi Hidrologi DAS Wanggu. Jurnal Hidrolitan, Vol.2 : 2 : 2 : 74-86.

Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Asdak, C.2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sunga. Yogyakarta : Penerbit Gajah Mada University Press.

Dewi, R., Limantara,L.M., and Soetopo, 2016. Analisis Parameter Alfa Hidrograf Satuan Sintetik Nalayasu di Sub DAS Lesti. Jurnal Teknik Pengairan Vol, 7 Nomor 1, Mei 2016 hlm 107-116.

Hadisusanto,N. 2011. Aplikasi Hidrologi, Cetakan 01. Yogyakarta : Mediautama.

Harto, Sri. 1993. Analisis Hidrologi. Jakarta : Gramedia Pustaka Umum, 1993.

Hermono, S., et al. 2012. Strategi Pengendalian Banjir Kota Semarang. Bandung : Jurnal Sumber Daya Air, 2012. pp. 141-156.

Jha, Abhas K, Bloch, Robin and Lamond, Jessica, 2012. Cities and Flooding : A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century. Washington : International Bank for Reconstruction and Development, 2012.

Kodoatie, R.J. and Sugiyanto, 2001. Banjir. Semarang : Pustaka Belajar, 2001.

Kodoatie, R.J. and Syarief, R. 2006. Pengelolaan Banjir Terpadu. Yogyakarto : Andy, 2006.

Kusumadewi, D.A., Djakfar, L., dan Bisri, M. 2012. Arahan Spasial Teknologi Drainase untuk Mereduksi Genangan di Sub Daerah Aliran Sungai Watu Bagian Hilir. Jurnal Teknik Pengairan Vol. 3 No.2, Desember 2012 hlm 258-276.

Limantara. Lily Montarcih. 2010. HSidrologi Praktis. CV Lubuk Agung: Bandung.

Maddi, H.C. 2005. Perencanaan Waduk Regulasi Pampang (Pampang Regulation Pond) Kota Makassar. Skripsi Jurusan Teknik Keairan, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Makassar.

Maddi, H.C. 2018. Pemodelan Sabo Dam Tipe Terbuka untuk Menurunkan Energi Aliran Debris Flow di Sungai Jeneberang. Disertasi Doktor Program Doktor Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar.

Maddi, H.C. 2018. Counter Measures Energy on Debris Flow Event by Open Type Sabo Dam Model. International Journal of Applied Engineering Research Vol. 13 No. 13 2018 pp.1694-1702.

Marfai, Muh Aris, and Lorenz King. 2008. "Coastal flood management in Semarang, Indonesia." Environmental Geology 55.7 (2008): 1507-1518

Natakusumah, Dantje K., Hatmoko, Waluyo and Harlan, Dhemi, 2011. Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya. Jurnal Teknik Sipil, 2011.

Nugraha, M. N., 2014. Analisis Hidrograf Banjir pada DAS BOANG. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol, 2 Nomor 4, Desember 2014 hlm 638-641.

Paimin, Sukresno, &Purwanto, 2006. Sidik Cepat Degradasi Sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS). Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.

Pujiastuti .R. 2015. Pengaruh Land Subsidence terhadap Genangan Banjir dan Rob di Semarang Timur. Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil Vol.21 No.1, Juli 2015 hlm 1-12.

Sarminingsih, A. 2018. Pemelihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. Jurnal Persepsi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan Vol. 15 No.1, Maret 2018 hlm 53-61.

Soemarto, C.D,.1987Hidrologi Teknik. Usaha Nasional: Surabaya.

Soewarno, 1995. Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis. Bandung : Nova Publisher.

Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. PT Pradnya Paramita: Jakarta.

Supriadi, dkk. 2016. Pengendalian Banjir Sungai Wanggu Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara. Semarang : Unissula, 2016.

Suripin, 2003 Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta : Andi,

Triatmodjo, Bambang. 2010. Hidrologi Terapan. Yogyakarta : Beta Offset, 2010

Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (2004;8)

2013. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan - 04. Jakarta : Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

2013. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama - 02. Jakarta : Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

2017. Modul Metode Pengendalian Banjir. Jakarta : Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017