

# EVALUASI TINGGI MUKA AIR BANJIR SUNGAI TAMAN UNTUK PENENTUAN TINGGI LEVEL JALAN TOL PADA PROYEK PROBOLINGGO – BANYUWANGI STA. 49+200-STA 49+275

*Udien Yulianto*

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,  
udienyulianto@gmail.com*

## **Abstrak**

Sungai dapat didefinisikan sebagai saluran di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah yang melalui saluran itu air dari darat mengalir ke laut. Permukaan bumi secara alami mengalami erosi begitu muncul ke permukaan. Sedangkan Banjir adalah aliran air sungai yang tingginya melebihi muka air normal, sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah di sisi sungai. Faktor alamiah terjadinya banjir adalah curah hujan yang sangat banyak dan tidak diimbangi dengan daerah resapan air yang baik. Tergenangnya suatu jalan disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah banjir lokal dan banjir kiriman.

Analisis hidrologi dan drainase dibuat untuk memenuhi pekerjaan perencanaan teknik DED (Detail Engineering Design) jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi seksi II Sta.46+100–Sta.105+600. Berdasarkan analisis perencanaan hidrologi dan drainase merupakan gambaran umum dari perencanaan hidrologi dan drainase pada pekerjaan jalan tol Probolinggo –Banyuwangi yang meliputi analisis hidrologi drainase, perhitungan Evaluasi Tinggi Muka Air Banjir Sungai Taman Untuk Penentuan Tinggi Level Jalan Tol Pada Proyek Probolinggo – Banyuwangi Sta. 49+200-Sta 49+275.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayahu untuk debit banjir dan rumus Manning untuk menghitung tinggi muka air sungai Deli pada bagian yang akan menentukan tinggi level jembatan.

Kata kunci : evaluasi, muka air, banjir, sungai, level

## **1. PENDAHULUAN**

Faktor alamiah terjadinya banjir adalah curah hujan yang sangat banyak dan tidak diimbangi dengan daerah resapan air yang baik, serta kurangnya saluran drainage. Hujan akan menyerap ke dalam tanah dan kemudian diikat oleh akar pepohonan dan dialirkan lagi melalui aliran air semacam sungai yang pada akhirnya bermuara lagi di lautan, penyebab banjir dan genangan di antaranya yang mengalami alih fungsi sehingga tidak lagi bisa menahan laju banjir. misalnya saja sungai di perkotaan, banyak masyarakat yang membuang sampah di sungai sehingga berpotensi menyumbat aliran air.

Banjir adalah aliran air sungai yang tingginya melebihi kapasitas pengaliran sungai, sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah di sisi sungai. aliran air limpasan tersebut yang semakin meninggi, mengalir dan

melimpasi muka tanah yang biasanya tidak dilewati aliran air. Peristiwa banjir sendiri tidak menjadi permasalahan, apabila tidak mengganggu terhadap aktivitas atau kepentingan manusia dan permasalahan ini timbul setelah manusia melakukan kegiatan pada daerah dataran banjir.

Proyek tol Probolinggo-Banyuwangi sta.49+200 Sta.49+275 perlu dilakukan perencanaan dengan metode yang tepat maka diperlukan analisa tinggi muka air banjir (MAB) yang telah direncanakan dan tidak melupakan tujuan adanya pembangunan jalan/jembatan.

## **2. METODOLOGI**

### **2.1. Jenis Penelitian**

Sebuah penelitian dapat terlihat dalam bentuk jenis penelitian itu sendiri yang akan digunakan dalam penelitian tersebut. Pada

penelitian ini digunakan jenis evaluasi, pada pekerjaan yang sudah di rencanakan.

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini yaitu Metodologi Variabel dan Indikator:

Variabel penelitian ini adalah : Tinggi Muka Air

Indikator penelitian ini adalah : Intensitas Curah Hujan

## 2.2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah langkah-langkah yang diambil oleh peneliti untuk mengumpulkan data atau informasi untuk diolah dan dianalisis secara ilmiah.

### 2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada yang berupa dokumen-dokumen pelaksanaan proyek.

- Karakteristik daerah pengaliran
- Data curah hujan
- Data debit sungai
- Data morfologi sungai
- Penentuan metode analisa yang dipakai

Standar perhitungan analisa hidrologi dalam penentuan debit banjir, telah ditetapkan melalui Kepmen PU no 306/KPTS/1989 tentang pengesahan 32 standar konsep SNI bidang pekerjaan umum, yaitu Metode Perhitungan Debit Banjir (SNI 03 – 2415 – 1991), dan SNI 03 – 3424 – 1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.

Desain lebih ditekankan pada kompilasi ketinggian banjir yang pernah terjadi dan dibandingkan terhadap *output* dari analisis data curah hujan, dimana perhitungan desain akan menggunakan elevasi banjir yang tertinggi. Data-data tersebut antara lain:

- a) Data curah hujan, harian yang didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika.

- b) Peta Rupa Bumi telah di *super-impose* dengan foto satelit (Bakosurtanal)
- c) Peta Lembar Geologi dari Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi

### 2.2.2. Metode Analisis Data

Metode analisis data adalah kegiatan menganalisis data, dari data yang telah didapatkan maka melakukan kajian dengan teori dan data-data yang sudah diperoleh.

- a) Tahapan Metodologi Analisis Penentuan Luas *Catchment Area* (Das) *Catchment area* (daerah tangkapan air) merupakan 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 danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis yang dapat berupa punggung - punggung bukit atau gunung dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

*Catchment area* dapat dikatakan menjadi suatu ekosistem dimana terdapat banyak aliran sungai, daerah hutan dan komponen penyusun ekosistem lainnya termasuk sumber daya alam. Namun, komponen yang terpenting adalah air, yang merupakan zat cair yang terdapat di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. *Catchment area* erat kaitannya dengan Daerah Aliran Sungai (DAS).

Analisis atau penentuan luas daerah tangkapan air secara umum bergantung kepada data

- Peta *Digital Elevation Model* (DEM)
- *Pixel* (Kerapatan atau Dimensi Peta)

## b) Analisis Curah Hujan

Dalam analisis curah hujan dibagi menjadi empat tahap pengolahan dan hujan harian maksimum tiap tahun.

### 2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah dilakukan analisis data, maka dilakukan pembahasan hasil analisis. Dari hasil analisis yang diperoleh akan dilakukan perhitungan untuk menentukan elevasi tinggi muka air di Sungai Taman agar tinggi jembatan yang ditentukan aman dari banjir dan menghasilkan sebuah kesimpulan untuk tujuan menjawab rumusan masalah yang ada pada penelitian ini.

## 3. PEMBAHASAN

### 3.1. Data Penelitian

Dalam proses menganalisis suatu penelitian, dibutuhkan data penelitian yang akurat untuk mencapai hasil yang akurat. Dalam penelitian ini didapat data sekunder berupa : Luas Catchmen Area (DAS), Data Curah Hujan Maksimum, Data Uji Distribusi Frekuensi, Data Debit Sungai.

#### 3.1.1. Luas Catchmen Area (DAS)

*Catchment Area* merupakan luasan tangkapan hujan yang menuju satu titik persilangan bangunan drainase/ sungai yang menentukan perkiraan debit rencana. Gambar *Catchment Area* Sungai Taman sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1. berikut ini.



Gambar 3.1 *Catchment Area* Sungai Taman

#### 3.1.2. Data Curah Hujan Maksimum

Data hujan harian maksimum (R24) didapatkan dari pos pengamatan hujan, pos pengamatan hujan yang digunakan adalah pos hujan Kendit dengan jangka waktu 16 tahun dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2018. Berikut disampaikan Tabel 3.1 hasil Curah Hujan Maksimum Pos Pengamatan Hujan Kendit.

Tabel 3.1 Curah Hujan Maksimum

Tahun (th)	Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)
2003	103
2004	140
2005	99
2006	123
2007	82
2008	125
2009	150
2010	136
2011	100
2012	78
2013	63
2014	76
2015	62
2016	71
2017	87
2018	74

Sumber: Hasil Perhitungan



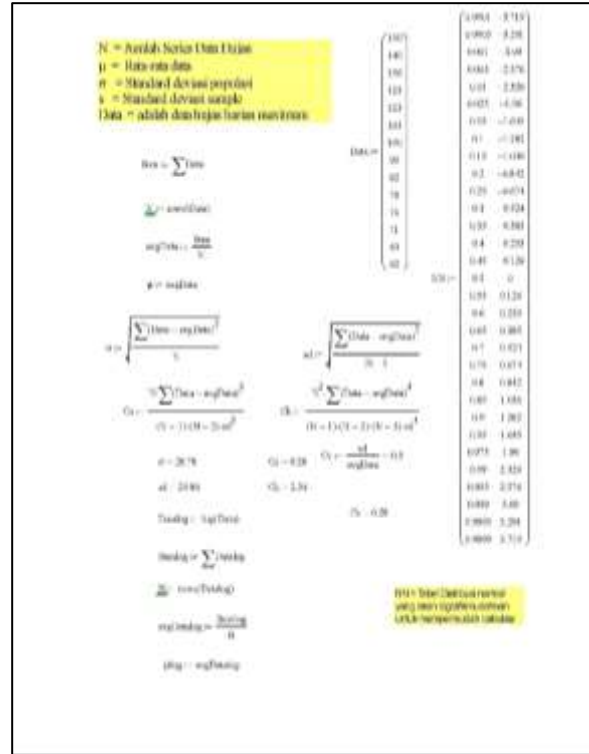
Gambar 3.2 Lokasi Pos Hujan Kendit

### 3.1.3. Uji Distribusi Frekuensi

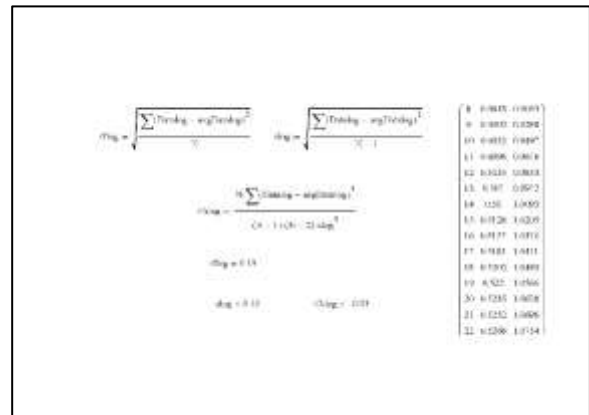
Beberapa distribusi yang dapat digunakan, antara lain distribusi normal, lognormal, *extreme value Type I* (Gumbel), dan/atau log Pearson III (LP3). Analisis frekuensi untuk pemilihan distribusi hujan yang sesuai untuk daerah yang ditinjau dapat dilakukan dengan metode yang lazim digunakan di Indonesia, yaitu metode moment. Dengan menghitung parameter statistik seperti nilai rerata, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien skewness dan koefisien kurtosis dari data yang ada serta diikuti dengan uji statistik, maka distribusi probabilitas hujan yang sesuai dapat ditentukan, koefisien kurtosis dari data yang ada serta diikuti dengan uji statistik, maka distribusi probabilitas hujan yang sesuai dapat ditentukan.

Beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengujian kesesuaian distribusi, yaitu uji Sminov-Kolmogorov dan/atau uji Chi Kuadrat, selanjutnya akan dijabarkan contoh perhitungan uji analisa distribusi frekuensi dan uji kesesuaian distribusi.

Berikut adalah contoh Lembar Kerja Analisis dan perhitungan curah hujan rata-rata rancangan Stasiun Kendit dengan menggunakan Metode Log Pearson III dan Metode Gumbel dengan data hujan maksimum daerah tahunan (1997-2015). Dari hasil perhitungan hujan rancangan dengan dua metode tersebut akan diuji kesesuaian distribusinya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.3:



Gambar 3.3 Analisis Frekuensi Data Pos Hujan Kendit (1)



Gambar 3.4 Analisis Frekuensi Data Pos Hujan Kendit (2)

## 3.2. Analisis Data

### 3.2.1. Analisis Intenistas Hujan Di Lokasi Penelitian

Dalam studi ini untuk menghitung intensitas curah hujan digunakan rumus Mononobe, karena tidak tersedia data hujan jangka pendek (menitan atau jam-jaman). Sehingga bila data hujan jangka pendek tidak tersedia, dan yang tersedia hanya data hujan

harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe.

Untuk daerah di Indonesia umumnya waktu lamanya hujan berkisar antara 5-7 jam. Menurut hasil pengamatan, informasi instansi terkait dan historis hujan, bahwa durasi hujan di lokasi proyek, rata-rata terjadi dalam 6 jam. Hasil perhitungan intensitas hujan dengan rumus Mononobe.

Contoh perhitungan intensitas hujan kala ulang 2 tahun sebagai berikut

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$$

$$I = \frac{96.3}{24} \cdot \left(\frac{24}{6}\right)^{2/3}$$

$$I = 21.40 \text{ mm/jam}$$

### 3.2.2. Analisis Debit Banjir Rancangan Yang Terjadi Pada Sungai Taman

Metode Perhitungan Debit Rencana didasarkan pada Luas Catchment Area yang sudah ditentukan batasnya, menurut SNI 2415:216 tentang "Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana" yang sebagaimana dimaksud pada luasan catchment area yang kurang dari 5 km<sup>2</sup> menggunakan Metode Perhitungan Rasional Praktis, dan pada luasan catchment area yang lebih dari 5 km<sup>2</sup> menggunakan Metode Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis. Pada Analisis Debit Banjir di Sungai Taman didapatkan Luas Ctachment Area sebesar 16.594 km<sup>2</sup>, dan panjang sungai utama 9.711 km.

## 3.3. Pembahasan Hasil Analisis

### 3.3.1. Hasil Analisis Intenistas Hujan Di Lokasi Penelitian

Dari hasil analisis intensitas curah hujan pada lokasi penelitian di dapatakan hasil di bawah ini :

Tabel 3.3.1. Perhitungan Intensitas Hujan Berdasarkan Kala Ulang

Kala Ulang (T)	Analisis Distribusi	Intensitas Hujan (mm/jam)
2	96.33	21.41
5	129.86	28.86
10	152.06	33.79
25	180.1	40.02
50	200.91	44.65
100	221.57	49.24
200	242.15	53.81

### 3.3.2. Hasil Analisis Debit Banjir Rancangan Yang Terjadi Pada Sungai Taman

Dari hasil Analisis Debit Banjir Rancangan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu, didapat debit kala ulang 100 tahun sebesar 163.590 m<sup>3</sup>/dt, dibawah ini adalah besaran debit menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis berdasarkan Kala Ulang.

Debit metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayashu berdasarkan Kala Ulang

Kala Ulang Tahun	Q m <sup>3</sup> /dt
2	48.205
5	95.878
10	112.269
25	132.971
50	148.336
100	163.590
200	178.784

Sumber: Hasil Perhitungan

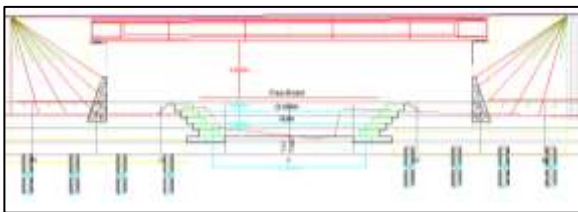
### 3.3.3. Hasil Analisis Ananlisis Tinggi Muka Air Banjir

1. Dari hasil analisis muka air sungai Taman di inlet, didapat tinggi muka airnya 1.59 m dari elevasi tanah, dengan kecepatan aliran rata-rata 8.906 m/s.
2. Dari hasil analisis muka air sungai Taman di as jalan, didapat tinggi muka airnya 1.99 m dari elevasi tanah, dengan kecepatan aliran rata-rata 6.85 m/s

3. Dari hasil analisis muka air sungai Taman di inlet, didapat tinggi muka airnya 1.96 m dari elevasi tanah, dengan kecepatan aliran rata-rata 6.94 m/s

### 3.3.4. Hasil Analisis Penentuan Tinggi Aman Jembatan

Dari hasil analisis diatas, dengan besaran Debit 2 tahun (48,205 m<sup>3</sup>/dt) dan besaran Debit 100 tahun (163,590 m<sup>3</sup>/dt) maka didapat rekomendasi tinggi jembatan dari elevasi muka sungai terendah setinggi 3 meter



Gambar 3.5 Penentuan Tinggi Aman Jembatan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis tinggi muka air banjir dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayashu maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil analisis perencanaan hidrologi Perencanaan Teknik (DED) Jalan Tol Probolinggo Banyuwangi Paket Konsultasi 2 STA 46+100 – STA 105+600 didapatkan curah hujan dengan kata ulang diatas adalah 200,91 curah hujan sebesar 44,65.
- 2) Berdasarkan hasil analisis ini di dapat debit bajir menggunakan kala ualang Q50 adalah 148.336 m<sup>3</sup>/dt.

Rekapitulasi data hujan harian stasiun hujan kendit (Data Tahun 2008-2017).

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. : “A Policy on Geometric Design of Highway and Street“, Published in the USA, 1984.
- AASHTO. : “Highway Drainage Guidelines“, Published in the USA, 1979.
- Badan Standardisasi Nasional. : “Tata Cara Perencanaan Hidrologi dan Hidraulik

untuk Bangunan di Sungai”, YBPPU, Jakarta, 1987.

Dewan Standardisasi Nasional : “Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan”, YBPPU, Jakarta, 1994.

Dirjen Pengairan, Dep PU. : “Standar Perencanaan Irigasi”, CV Galang Persada, Bandung, 1986.

Transportation Technology for Developing Countries : “Copenum 5 – Roadside Drainage”, USAID, Washington DC, 1978.

Sri Harto. : “Analisis Hidrologi”, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993.

Suyono Sosrodarsono : “Hidrologi untuk Pengairan”, Pradnya Paramita, Jakarta, 1993.

Joesroen Loebis : “Banjir Rencana untuk Bangunan Air”, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1992.

Soewarno : “Hidrologi – Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data Jilid Idan IP”, Nova, Bandung, 1995.

Linsley Ray K Jr. : “Hidrologi untuk Insinyur”, Erlangga, Jakarta, 1986.

Dewan Standardisasi Nasional : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan”, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1994