

# ANALISIS SISTEM DRAINASE PADA WILAYAH RAWAN BANJIR SIMPANG JALAN MANUNGGAL-MT HARYONO BALIKPAPAN

Wahidin Alaudin<sup>1</sup>, Maslina<sup>2</sup>, Syadila Melawardani<sup>3</sup>, Hamriani Ryka<sup>4</sup>.

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

<sup>4</sup>Prodi Teknik Geologi STT Migas Balikpapan

email: [wahidin\\_alaudin@yahoo.com](mailto:wahidin_alaudin@yahoo.com)

## ABSTRAK

*Simpang Jalan Manunggal - MT. Haryono di Kecamatan Balikpapan Selatan merupakan salah satu titik rawan banjir di Kota Balikpapan apabila hujan turun dengan intensitas yang tinggi. Pada penelitian ini dilakukannya analisis sistem drainase dan analisis hidrologi bertujuan untuk menghitung debit rencana banjir menggunakan metode rasional. Dengan curah hujan rencana untuk periode ulang 10 tahun menggunakan metode gumbel sebesar 648,99 mm. Berdasarkan hasil analisis, perlu adanya perencanaan sistem drainase baru dan perlunya pemeliharaan dan pembersihan drainase dari sampah dan sedimentasi.*

*Kata kunci : hidrologi, banjir, metode rasional, dan saluran drainase*

## ANALYSIS OF DRAINAGE SYSTEM IN FLOOD AREAS MANUNGGAL-MT HARYONO JUNCTION BALIKPAPAN

### ABSTRACT

*The traffic lights intersection of street Manunggal in South Balikpapan District is on of the flood-prone points in Balikpapan City if it rain so hard to get high intensity. In this research, analysis of the drainage system and hydrological purpose to calculation Rational flood Method. And so far to planned rainfall for a return period of 10 years using the Gumbel Method of 648,99 mm. Based on the results of the analysis, it is necessary to plan a new drainage system and maintenance from garbage/sediment.*

*Keywords: hydrology, flood, rational methods, and drainage channels*

### 1. PENDAHULUAN

Balikpapan ialah kota yang berada di Provinsi Kalimantan Timur dengan julukan Kota Minyak dan merupakan kota kedua terbesar setelah Kota Samarinda, dengan jumlah penduduk menurut hasil Sensus Penduduk 2020 ialah 688.318 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2020). Kota Balikpapan merupakan kota yang terus berkembang dan maju setiap tahunnya, mengakibatkan tingginya jumlah penduduk dan jumlah pembangunan di

Kota Balikpapan (Laporan Teknis Pendampingan Penyusunan Dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah, 2016). Untuk menciptakan tempat tinggal yang layak huni dan tidak kumuh, diperlukannya beberapa prasarana, salah satunya adalah prasarana drainase.

Sistem drainase yang buruk dapat menyebabkan tidak lancarnya aliran air, dan mengakibatkan terjadinya genangan setiap kali hujan turun dengan intensitas

yang tinggi (Puslitbang Kimpraswil Kota Semarang, 2002). Secara umum, menurut Suhardjono (1948) pembuangan air yang berlebihan dari suatu daerah ke daerah lain disebut dengan drainase.

Banjir terjadi dikarenakan curah hujan turun dengan intensitas tinggi atau diatas normal mengakibatkan system pengaliran drainase tidak dapat menampung luapan air hujan yang tinggi (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2007). Ada beberapa jenis peristiwa banjir yaitu daerah yang biasanya tidak dilalui oleh banjir atau dikarenakan saluran maupun sungai tidak mampu mengalirkan debit air (Siswoko, 1985).

Sama halnya yang telah dilakukan Irna Hendriyani (2021) yang telah melakukan kajian saluran drainase di Kelurahan Karang Joang dan dihasilkan bahwa diperlukan perubahan desain drainase agar drainase dapat menampung aliran air sehingga saat hujan deras tidak terjadi genangan. Jalan Manunggal merupakan jalan yang memiliki perumahan padat penduduk dan berada di dataran tinggi. Simpang lampu merah Jalan Manunggal adalah salah satu wilayah Kota Balikpapan yang sering mengalami genangan berlebihan hingga banjir, apabila intensitas air hujan tinggi. Drainase yang ada merupakan titik pertemuan aliran air dari arah Supermatket Giant Extra, Jalan MT Haryono Dalam dan perumahan BDS.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Berapa kecepatan aliran drainase eksisting Simpang Lampu Merah Jalan Manunggal?
2. Bagaimana luapan air yang terjadi pada periode ulang 10 tahun saat hujan dengan intensitas yang cukup tinggi?
3. Bagaimana dimensi penampang yang dibutuhkan?

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Analisis Hidrologi**

Sesuatu yang berhubungan dengan air di bumi, berdasarkan dengan penyebaran, peredaran, sifat-sifat, kapan terjadinya dan berkaitan dengan makhluk hidup dan lingkungannya merupakan Ilmu Hidrologi (Triatmodjo, 2008). Menurut Suripin (2004) analisis hidrologi ialah kesatuan dari beberapa karangan atau fakta/bukti yang berkaitan fenomena hidrologi. Sedangkan penguapan, jumlah besar curah hujan yang turun, suhu, lamanya penyinaran yang didapatkan, besarnya kecepatan angin, jumlah debit sungai, rata-rata tinggi muka air, merupakan fenomena hidrologi dan tidak akan pernah sama atau tidak menentu berdasarkan waktu (Triatmodjo, 2008).

### **2.2 Analisis Hujan**

Menurut Bambang Triatmodjo (2008) air yang menguap ke atmosfer dari ragam, banyaknya disebabkan oleh faktor klimatologi seperti temperature, angin, dan tekanan atmosfer merupakan asal terciptanya hujan. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer lalu mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butiran air dan kristal es yang akan menjadi hujan.

Menurut R.Sinaga, (2016) Komponene yang penting dalam analisis hidrologi adalah hujan. Terutama saat perancangan debit untuk menentukan berapa dimensi saluran drainase yang dirancang. Kawasan yang luas, tidak bisa diwakili pada satu titik pos pengukuran karena hujan yang turun sangat bervariasi terhadap tempat atau wilayah.

### **2.3 Analisis Frekuensi**

Untuk menentukan besaran curah hujan atau debit hujan dengan periode tertentu, analisis frekuensi diperlukan. Analisis frekuensi biasa digunakan untuk seri data yang dihasilkan dari pengamatan hujan dan debit berupa data, yang

didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran hujan atau debit di masa yang akan datang (diandaikan bahwa sifat statistik tidak berubah/sama) (R.Sinaga, 2016).

Tahapan analisis frekuensi hujan dapat dijabarkan sebagai berikut (Amin, 2010):

1. Menyajikan data seunder berupa data hujan yang telah dipilih terbaik menurut data yang ada
2. Diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar
3. Menghitung besaran statistik yang berkaitan ( $\bar{X}$ , S, Cs,Cv)

Analisis didalam teori ini, data yang cocok ditentukan berdasarkan parameter statiska. Rumus parameter statiska yang digunakan adalah: (E-Jurnal Universitas Atma Jaya, 2013)

- a. Nilai rerata

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

- b. Simpangan baku (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

- c. Koefisien asimetri (Cs)

Adalah nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi, kurva distribusi yang bentuknya simetri maka nilai CS = 0,00. Kurva distribusi yang bentuknya menceng ke kanan maka CS lebih besar nol. Kurva distribusi yang bentuknya menceng ke kiri maka CS kurang dari nol.

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

- d. Koefisien variasi (cv)

Adalah nilai yang berupa koefisien untuk membandingkan nilai deviasi standar dengan nilai rata-rata dari beberapa distribusi.

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

4. Pemilihan jenis sebaran (Distribusi)

Distribusi probabilitas dalam analisis hidrologi setelah parameter statistik telah dipastikan dan untuk menentukan distribusi yang cocok digunakan dalam analisis frekuensi ialah sebagai berikut :

- a. Distribusi Normal

Untuk mencari frekuensi curah hujan, distribusi normal sering diaplikasikan. Guna menghitung distribusi rata-rata curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan dan sebagainya (Triatmodjo, 2015)

- b. Distribus Log Normal

Ialah reaksi dari distribusi normal, yakni mengganti nilai varian X menjadi nilai logaritmik varian X. Secara sistematik distribusi Log Normal ditulis :

$$P(X) = \frac{1}{(\log X)(S)(\sqrt{2\pi})} \cdot \exp\left\{-\left(\frac{\log X - \bar{X}}{S}\right)^2\right\}$$

Dimana P(X) adalah peluang log normal, X adalah nilai varian pengamat,  $\bar{X}$  adalah rata-rata dari logaritmik varian X, dan S adalah deviasi standar dari logaritmik nilai varian x

Jika nilai P(X) diaplikasikan pada kertas peluang logaritmik akan menghasilkan persamaan, yaitu persamaan garis melintang atau garis lurus (Triatmodjo, 2015). Persamaan garis teoritik probabilitas :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

Dengan  $X_T$  merupakan debit banjir maksimum dengan kala T tahun,  $K_T$  merupakan faktor frekuensi, dan S merupakan simpangan baku.

- c. Distribusi Gumbel

distribusi ini umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir (Triatmodjo, 2015). Persamaan garis teoritis probabilitasnya adalah :

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{\sigma_n} (Y - Y_n)$$

Dengan Y adalah *reduced variate*,  $Y_n$  adalah *mean* dari *reduced variate*,  $\sigma_n$  adalah simpangan baku *reduced variate*, dan k adalah banyaknya data

d. Distribusi Log Pearson III

Distribusi ini banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Sifat distribusi ini adalah tidak menunjukkan sifat-sifat seperti pada ketiga distribusi diatas dan garis teoritik probabilitasnya berupa garis lengkung.

Parameter yang diperlukan pada distribusi ini adalah (Soemarto, 1987) harga rata-rata ( $\bar{X}$ ) dan standar deviasi (S).

**2.4 Waktu Konsentrasi**

Menurut Wesli (2008) untuk mengalirkan air dari titik yang terjauh ke aliran titik kontrol yang telah ditetapkan pada aliran tertentu ialah waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi dibagi menjadi beberapa bagian :

- a. Inlet time (to), ialah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dipermukaan tanah menuju saluran drainase yang ditentukan.
- b. Conduit time (td), ialah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir disepanjang saluran sampai titik yang ditentukan.

Waktu konsentrasi (tc) ditentukan dengan rumus :

$$Tc = to + td$$

**2.5 Intensitas Hujan**

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu (Susilowati, 2010). Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya cenderung makin

tinggi dan makin besar/ lama peiode ulangannya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF= *Intensity-Duration-Frequency Curve*).

Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, dan 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis (Triatmodjo, 2008)

Kemudian intensitas curah hujan (I) di dalam rumus Rasional dapat dihitung dengan persamaan:

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

Dimana  $R_{24}$  adalah curah hujan rencana setempat (mm),  $T_c$  adalah lama waktu konsentrasi (jam), dan I adalah intensitas hujan (mm).

**2.6 Analisa Debit Banjir Rencana**

Persamaan umum yang digunakan untuk memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir atau debit rencana) yaitu Persamaan Rasional USSCS (1973). Metode ini digunakan untuk daerah yang luas pengalirannya kurang dari 300 ha (Goldmen et.al., 1986) Dikarenakan DAS Drainase Jalan Manunggal adalah sekitar 50 Ha-60 Ha maka metode tersebut masuk dalam syarat batas untuk digunakan.

Pada Metode Rasional, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Suripin, 2004)

$$Q_r = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dimana  $Q_r$  merupakan debit rencana kala ulang ( $m^3 / detik$ ), C merupakan koefisien Pengaliran, I merupakan intensitas hujan

kala ulang tertentu (mm/jam), dan A merupakan luas daerah pengaliran (Km<sup>2</sup>).

## 2.7 Kecepatan Aliran Drainase

Kecepatan dalam saluran biasanya sangat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser di dasar saluran, dinding saluran dan keberadaan permukaan bebas. Kecepatan minimum yang diijinkan adalah kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan dan tidak merangsang tumbuhnya tanaman *aquatic* dan lumut. Pada umumnya, kecepatan sebesar 0,60 – 0,90 m/detik dapat digunakan dengan aman apabila presentase lumpur yang ada di air cukup kecil. Kecepatan 0,75 m/detik bisa mencegah tumbuhnya lumut (Fitria, 2013)

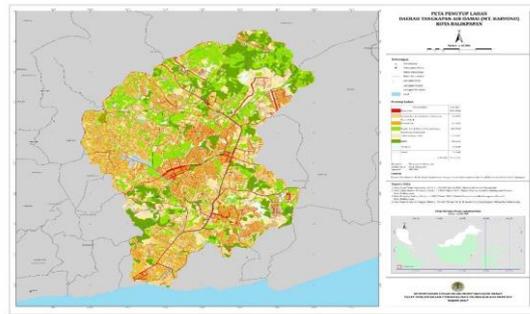
Penentuan kecepatan aliran air didalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar kontruksi saluran tetap aman. Persamaan Manning sebagai berikut:

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dimana V sebagai Kecepatan aliran (m/detik), n sebagai Koefisien kekasaran manning, R sebagai jari-jari hidrolis, dan S sebagai kemiringan memanjang saluran.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan di saluran drainase Simpang Jalan Manunggal-MT Haryono Balikpapan. Gambar DAS daerah sekitar berada di Sungai Ampal seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Das Sungai Ampal Balikpapan

Sumber: Bappeda Kota Balikpapan, 2015

Pada penelitian ini dibutuhkan data :

### 1. Data Primer

Data primer yang digunakan berupa :

- Dimensi drainase eksisting berupa ukuran penampang drainase dari tinggi, lebar dalam satuan (m) dan arah aliran.
- Data material dasar saluran sebagai pembentuk penampang saluran drainase.

### 2. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan berupa :

- Data topografi berupa panjang saluran drainase.
- Data curah hujan yang berpengaruh pada sistem aliran drainase yang diteliti.
- Master plant saluran drainase.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

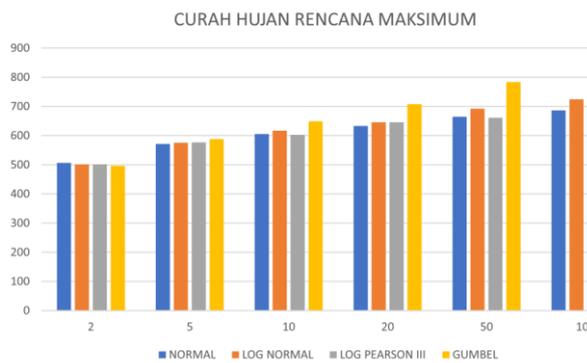
Dengan menggunakan data curah hujan 2020 yang bersumber dari Badan Meteorologi dan Geofisika Balikpapan, dapat diketahui beberapa hasil perhitungan berdasarkan frekuensi curah hujan dan curah hujan rencana maksimum.

Data curah hujan 2020 yang digunakan

THN	BULAN												MAX
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
2011	175,63	224,4	253,5	255	232,1	424,4	122,6	126,3	355	198,82	247,9	330,8	424
2012	254,2	293,53	244,2	181,8	483,4	230,2	361,8	165,6	76,9	203	243,8	179	483
2013	190	515,9	36,8	205	259,4	191,2	205,3	326,7	165,1	146,6	442,4	220,4	536
2014	199,6	98	256,1	271,5	146,8	246,3	242,2	187,3	21,2	164,3	145,8	421,9	422
2015	267,9	329,1	182,8	220,5	199,7	509,8	57,25	69,1	57,25	37,5	111,8	112,7	539
2016	67,8	172,3	189,6	301	202,1	92	243,9	44,8	195,7	203	288	538,42	538
2017	221,2	194,8	349	195,4	539,4	256,9	325,5	430,4	266,5	115,7	281,7	272,1	535
2018	254,4	237,7	412,2	117,1	400,8	223,7	348,9	178,4	18,6	205	122,3	366,9	412
2019	293,8	75,4	159,3	134,3	165,7	667,9	147,35	26,4	23,8	191,7	95,9	172,4	668
2020	158,1	312,3	199,2	336,9	352,6	553,5	533,7	264,6	356,7	271	340,3	280,6	554

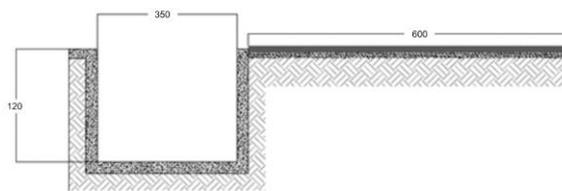
Berdasarkan hasil Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distibusi Log Pearson III dan Distribusi Gumbel dapat

disimpulkan dengan grafik pada Gambar 2.

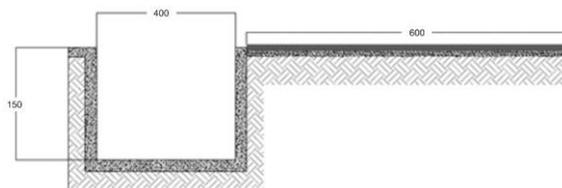


**Gambar 2** Grafik curah hujan rencana maksimum

Penelitian ini menggunakan Metode Rasional berdasarkan Metode Gumbel.



Drainase Pertama



Drainase Kedua

Dari hasil evaluasi perhitungan menggunakan metode rasional dan data metode gumbel, untuk debit rencana pada drainase dilokasi penelitian periode ulang 10 tahun didapatkan hasil saluran drainase satu dan dua tidak dapat menampung air didalam saluran, untuk itu diperlukannya perubahan dimensi penampang pada seluruh saluran dengan pelebaran.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil studi identifikasi penanggulangan banjir dan rencana desain

drainase maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecepatan aliran drainase eksisting Drainase pertama sebesar =  $8,03 \text{ m}^3/\text{det}$  dan kedua sebesar =  $0,98 \text{ m}^3/\text{det}$
2. Luapan air yang terjadi pada saat terjadi hujan deras pada drainase pertama luapannya sebesar  $20,46 \text{ m}^3/\text{det}$  dan kedua sebesar  $22,03 \text{ m}^3/\text{det}$ .
3. Dimensi penampang yang dibutuhkan, dengan melakukan perbaikan drainase agar pada saat hujan dengan intensitas yang tinggi tidak menyebabkan banjir pada wilayah tersebut.

Dengan mengubah lebar saluran drainase satu ;  $B = 4,5 \text{ m}$ ;  $h = 1,2 \text{ m}$  akan menghasilkan luas penampang basah sebesar  $5,40 \text{ m}^2$  yang dapat menampung debit air sebesar  $17,013 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Dengan mengubah lebar saluran drainase dua:  $B = 5,04 \text{ m}$ ;  $h = 1,5 \text{ m}$  akan menghasilkan luas penampang basah sebesar  $7,56 \text{ m}^2$  yang dapat menampung debit air sebesar  $28,197 \text{ m}^3/\text{det}$ .

## SARAN

Berdasarkan dari hasil analisis beberapa saran untuk perawatan dan pemeliharaan saluran drainase tersebut:

1. Dengan melakukan pelebaran drainase agar saat hujan dengan intensitas yang tinggi tidak mengakibatkan air meluap dan banjir pada wilayah tersebut.
2. Membersihkan sedimen dan sampah yang ada pada saluran drainase disekitar wilayah penelitian.
3. Dan memperbesar aliran anak sungai untuk menuju saluran sungai disamping Balikpapan Super Block (BSB) menuju laut lepas.

## DAFTAR PUSTAKA

Amadri, M. (2013). BAB II Dasar Teori. *Library Politeknik Negeri Bandung*, 5–45.

- <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/96/jbptppolban-%0Agdl-mochamadri-4787-3-bab2--8.pdf%0A>
- Anam, K. (2004). *Pengendalian Genangan Hujan*. 3–34. [http://repository.ump.ac.id/4121/3/Khoerul Anam BAB II.pdf](http://repository.ump.ac.id/4121/3/Khoerul%20Anam%20BAB%20II.pdf)
- Ardian, R. B., Zakaria, A., & Susilo, G. E. (2016). *Study System Drainase di Fakultas Teknik Universitas Lampung*. 4(3), 503–512.
- Direktorat Jendral Cipta Karya. (2016). Profil Kota Balikpapan. *Laporan Teknis Pendampingan Penyusunan Dokumen RPJM*, 1–23. [http://sippa.ciptakarya.pu.go.id/sippa\\_online/ws\\_file/dokumen/rpi2jm/DOCRPIJM\\_b53a7134b9\\_BAB\\_IIBAB\\_2\\_PROFIL\\_KOTA\\_BALIKPAPAN.pdf](http://sippa.ciptakarya.pu.go.id/sippa_online/ws_file/dokumen/rpi2jm/DOCRPIJM_b53a7134b9_BAB_IIBAB_2_PROFIL_KOTA_BALIKPAPAN.pdf)
- Fauzi, M. L. (n.d.). Perencanaan Sistem Drainase Jalan Mt. Haryono Global Sport Balikpapan. *Ojsmhs.Poltekba.Ac.Id*, 1–10. <http://ojsmhs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/view/179>
- Irna Hendriyani, Reno Pratiwi, Rahmat, dan Marisha Dewi Sartika. 2021. Kajian Saluran Drainase Berdasarkan Curah Hujan di Kelurahan Karang Joang Balikpapan. *Jurnal Transukma Prodi Teknik Sipil Universitas Balikpapan Vol. 4 No. 1 2021*. Link URL <https://transukma.uniba-bpn.ac.id/index.php/transukma/article/view/106>
- Lestari, U. S. (1970). Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio). *Poros Teknik*, 8(2), 86. <https://doi.org/10.31961/porosteknik.v8i2.373>
- Marthina, S., Rapar, E., Mananoma, T., Wuisan, E. M., & Binilang, A. (2014). Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I Dan HSS Limantara. *Jurnal Sipil Statik*, 2(2014), 1–12.
- Mustofa, M. J., Kusumastuti, D. I., & Romdania, Y. (2015). Analisis Hidrologi dan Hidrolika pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi (Menggunakan Program HEC-RAS). *Journal.Eng.Unila.Ac.Id*, 3(2), 303–312. <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/download/461/pdf>
- Pengairan, D., Pengairan, D., & Purworejo, K. (2017). Perhitungan Intensitas Hujan Berdasarkan Data Curah Hujan Stasiun Curah Hujan Di Kota Denpasar. *Denpasar*, 59.
- Rahmat, E., Purwadi, O. T., & Herison, A. (2018). *ANALISIS DAN DESIGN SISTEM DRAINASE DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS LAMPUNG (Studi Kasus: Zona III Wilayah Rektorat–Fakultas Pertanian)*. 6(2), 1–10. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/33050>
- Sinaga, R. M., & Harahap, R. (2016). Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan. *Educational Building*, 2(2), 27–41. <https://doi.org/10.24114/eb.v2i2.4494>
- Sudirman, Sutomo, S. T., Barkey, R., & Ali, M. (2014). Faktor-faktor yang mempengaruhi banjir/genangan di kota pantai dan implikasinya terhadap kawasan tepian air. *Seminar Nasional Space*, 141–157.
- Utara, U. S. (2003). *Universitas Sumatera Utara* 4. 4–16.
- Wismarini, T., Ningsih, D., & Amin, F. (2011). Metode Perkiraan Laju Aliran Puncak (Debit Air) Sebagai Dasar Analisis Sistem Drainase di Daerah Aliran Sungai Wilayah Semarang Berbantuan SIG. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 16(2), 1–9.