

ANALISIS DEBIT PUNCAK BANJIR DI DAERAH LUBUK LINGGAU SUMATERA SELATAN

Syarif Hidayat^{1*} dan Deddy Ardiansyah^{1*}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Sriwijaya, Palembang

*E-mail: syarifhidayat9824@gmail.com, ardiansyah.deddy@gmail.com

Received: 25 March 2023

Accepted: 8 April 2023

Published: 1 July 2023

Abstrak

Sejak beberapa tahun terakhir, kejadian banjir disekitar Kota Lubuk Linggau telah mengakibatkan banyak kerugian materil maupun immaterial. Pada tahun 2021, banjir besar telah terjadi pada delapan kelurahan disekitar kawasan Kota Lubuk Linggau yang mengakibatkan penggenangan serta kerusakan infrastruktur dan rumah warga setempat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemungkinan besar debit puncak banjir di daerah Lubuk Linggau yang berasal dari limpasan Sungai Kelingi. Debit banjir dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun berdasarkan data curah hujan harian dari tahun 2011 hingga 2021. Data curah hujan dan penggunaan lahan diperoleh dari PT. Saeba Consultant. Dalam penelitian ini, analisis hidrologi meliputi: 1) analisis curah hujan rata-rata tahunan dengan Metode Aljabar; 2) analisis distribusi curah hujan dan pendugaan curah hujan rencana dengan mempertimbangkan tiga metode yaitu: Log-Normal, Log Pearson Tipe III, dan Gumbel Tipe 1; dan 3) analisis debit banjir dengan mengadopsi Metode Satuan Hidrograf Sintetik Nakayasu (SHU). Analisis distribusi curah hujan menunjukkan bahwa Log Pearson Type III paling cocok. Berdasarkan analisis debit puncak banjir, diperoleh hasil bahwa debit banjir periode ulang 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun di Kota Lubuk Linggau, yang berasal dari DAS Sungai Kelingi adalah sebesar 40.94 m³/s, 44.99 m³/s, 50.29 m³/s, 54.41 m³/s dan 58.69 m³/s.

Kata Kunci: Banjir, Debit Puncak, DAS Sungai Kelingi, Analisis Hidrologi

Abstract

Since the last few years, flooding occurred in the Lubuk Linggau city has resulted in a lot of material and immaterial losses. In 2021, the biggest flood even has occurred in eight sub-districts at the Lubuk Linggau city which have resulted in inundation and damage to local residents' infrastructure and houses. This study aims to analyze the possibility of peak flood discharges in the Lubuk Linggau area originated from Sungai Kelingi runoff. Flood discharges were calculated for return periods of 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years based on daily rainfall data from year 2011 to 2020. Rainfall and land use data were obtained from PT Saeba Consultant. In this study, hydrological analysis includes: 1) average annual rainfall using the Aljabar method; 2) analysis of the rainfall distribution and calculate the design rainfall by considering three methods, namely: Log-Normal, Pearson Log Type III, and Gumbel Type 1; and 3) flood discharge analysis using the Nakayasu Synthetic Hydrograph Unit (SHU) method. Based on analysis of the rainfall distribution, it is showed that Type III Pearson Log is the most suitable method used. Based on the analysis of the peak flood discharge, the flood discharge results for return periods of 2, 5, 10, 25 and 50 years in the Lubuk Linggau city, originated from kelingi river watershed are 40.94 m³/s, 44.99 m³/s, 50.29 m³/s, 54.41 m³/s dan 58.69 m³/s, respectively.

Keywords: Flood, Peak Discharges, Kelingi River Watershed, Hidrological Analyses

To cite this article:

Syarif Hidayat dan Deddy Ardiansyah (2023). Analisis Debit Puncak Banjir di Daerah Lubuk Linggau, Sumatera Selatan. *Jurnal of Infrastructural in Civil Engineering*, Vol. (04), No. 02, pp: 12-20.

PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia sejak beberapa dekade terakhir, dimana sebagian besar pemicunya adalah curah hujan yang ekstrim pada musim penghujan [1–6]. Namun, kejadian banjir tidak hanya terjadi secara alami, tetapi dapat juga disebabkan karena faktor sosial ekonomi seperti urbanisasi dan kegiatan pembangunan yang dapat mengakibatkan daerah rawan banjir yang lebih besar [7–9]. Dalam hal kaitannya dengan pengurangan dan pencegahan risiko banjir di suatu wilayah setempat, estimasi debit puncak banjir di suatu wilayah setempat menjadi sangat diperlukan [9–11]. Estimasi debit puncak banjir dapat membantu dalam merancang dengan baik berbagai struktur teknik yang dapat digunakan untuk pencegahan banjir di DAS [12–14].

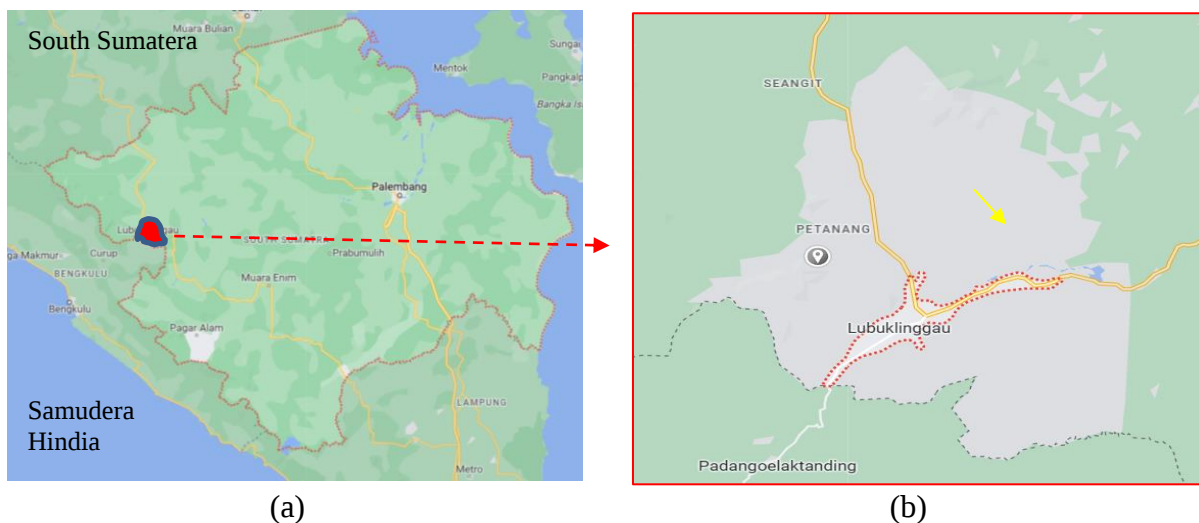
Lubuk Linggau merupakan sebuah kota di Sumatera Selatan, Indonesia dengan luas wilayah 401,50 km² dan populasi 240.238 jiwa berdasarkan Sensus Penduduk tahun 2020. Kota Lubuk Linggau berada disekitar DAS Sungai Kelingi. Pada musim hujan selalu menerima limpasan banjir yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan, serta fenomena alam, banjir yang terjadi dapat mengakibatkan kerugian yang cukup besar [7–11]. Sebagai contoh, pada tahun 2021, delapan kelurahan di daerah Lubuk Linggau mengalami banjir bandang yang merupakan limpasan air dari Sungai Kelingi. Banjir yang terjadi telah mengakibatkan kerusakan rumah warga sekitar, sehingga mengakibatkan banyak kerugian material dan immaterial [12]. Banjir juga menyebabkan rusaknya beberapa infrastruktur, jaringan irigasi, jalan, fasilitas kemasyarakatan, serta fasilitas umum lainnya.

Untuk mengurangi dan mengendalikan kejadian banjir di kawasan DAS Sungai Kelingi, khususnya daerah Kota Lubuk Linggau, pemerintah daerah dan pengelola sumber daya air setempat berencana untuk merancang berbagai struktur teknik di daerah aliran sungai kelingi tersebut. Mengingat pentingnya perhitungan debit puncak banjir dalam perancangan struktur teknik di DAS Sungai Kelingi, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemungkinan debit puncak banjir di daerah tangkapan air Sungai Kelingi khususnya daerah Kota Lubuk Linggau. Debit banjir dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan sekitar Kota Lubuk Linggau, khususnya DAS Sungai Kelingi, Sumatera Selatan. Letak astronomi berada antara garis lintang $3^{\circ}4'10''$ LS sampai $3^{\circ}22'30''$ LS dan garis bujur $102^{\circ}40'0''$ BT sampai $103^{\circ}0'0''$ BT (Gambar 1). Lubuk Linggau merupakan sebuah kota di Sumatera Selatan, Indonesia dengan luas $401,50 \text{ km}^2$ dan populasi 240.238 jiwa. Kota Lubuk Linggau berada pada ketinggian 129 mdpl (meter diatas permukaan laut) dengan morfologi lahan juga bervariasi dengan klasifikasi dataran sampai dengan perbukitan sangat terjal. Sungai utama yang mengalir melalui Kota Lubuk Linggau (sungai yang sangat mempengaruhi sistem tata air di kota tersebut) yaitu Sungai Kelingi. Sungai inilah yang mempengaruhi sistem tata air di Kota Lubuk Linggau. Kota Lubuk Linggau memiliki iklim yang sangat basah dengan intensitas curah hujan tahunan antara 1.200 – 3000 mm per tahun, menyebabkan Kota Lubuk Linggau sering terjadi limpasan air pada saat terjadi hujan [15].



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data curah hujan, data tata guna lahan, penampang sungai dan data topografi. Data curah hujan yang terdiri dari data curah hujan harian tahun 2011 hingga 2021 diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Sumatera Selatan. Selain itu, data penggunaan lahan, data penampang sungai dan data topografi diperoleh dari PT. Saeba Konsolindo, Kabupaten Pesawaran,

Lampung. Data curah hujan dianalisis lebih lanjut untuk menghitung debit pada beberapa periode ulang untuk seluruh DAS Sungai Kelingi.

Analisis Hidrologi

Pada penelitian ini dilakukan analisis hidrologi untuk memperkirakan debit puncak banjir di DAS Sungai Kelingi, daerah Kota Lubuk Linggau untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Ada beberapa tahapan dalam analisis hidrologi antara lain: analisis curah hujan rata-rata tahunan, analisis distribusi frekuensi hujan, estimasi curah hujan rencana dan analisis debit puncak banjir. Uraian rinci untuk analisis tersebut adalah sebagai berikut:

Analisis Hujan Tahunan Rata-Rata

Curah hujan tahunan rata-rata dianalisis dengan pendekatan Metode Rata-rata Aljabar. Persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya hujan rata-rata pada DPS, sebagai berikut :

$$G = \sum_1^n \frac{P_i A_i}{A} \dots\dots\dots 1$$

Dimana:

- A : luas areal keseluruhan
- P : hujan rata-rata DPS (*areal rainfall*)
- P_i : hujan yang tercatat di stasiun penakar i
- A_i : luas daerah pengaruh yang diwakili oleh stasiun P_i
- P_n : hujan yang tercatat di stasiun penakar ke-n

Curah hujan yang diperlukan dalam perhitungan hidrologi yaitu berupa curah hujan harian rata-rata pada daerah studi yang dinyatakan dalam mm. Dari data harian yang ada dicari data hujan yang terbesar tiap tahunnya dan tanggal terjadinya hujan pada masing-masing stasiun pencatat hujan.

Curah Hujan Rencana

Besarnya curah hujan rencana diperkirakan dengan menggunakan analisis frekuensi untuk periode ulang tertentu, yaitu dengan cara ekstrapolasi lengkung frekuensi atau probabilitas data curah hujan yang paling mewakili (representatif). Metode perhitungan hujan rencana dipilih metode yang sesuai dengan cara pengujian statistik, yaitu uji kemencengan

kurtosis (Ck), kemencengan skewnes (Cs) dan koefisien variasi (Cv). Dalam memanfaatkan analisis frekuensi pada pengolahan data hidrologi, beberapa jenis sebaran yang banyak digunakan diantaranya sebaran normal, sebaran log normal, sebaran log person III dan sebaran gumbel. Curah hujan rencana diperhitungkan untuk periode ulang (Tr) yaitu 2, 5, 10, 20, 25 dan 50 tahun.

Setelah dilakukan pengujian statistik terhadap Ck, Cs dan Cv sehingga didapat perhitungan hujan rencana untuk tiap-tiap DPS menggunakan metode Sebaran Log Pearson Tipe III. Log Pearson III menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$\text{Log RTr} = \text{Log RRata} + k * S (\text{Log R}) \dots\dots\dots 2$$

Dimana:

Log RTr : Log curah hujan rencana dengan kala ulang Tr tahun (mm)

Log Rata : Log curah hujan rata-rata (mm)

K : Faktor frekuensi yang tergantung koefisien Skewness dan periode ulang

G : Koefisien Skewness

$$G = \frac{N * \sum_{n=1}^N (\text{LogRn} - \text{LogR}_{rata})^3}{(N - 1)(N - 2)S(\text{LogR})^3} \dots\dots\dots 3$$

N : Jumlah tahun pengamatan

S(logR) : Standart deviasi Log data pengamatan

Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah laju rata-rata dari curah hujan selama waktu tertentu (waktu konsentrasi) dengan periode ulang (Tr) tertentu. Hubungan antara intensitas dan waktu konsentrasi dapat dinyatakan dengan grafik Lengkung Intensitas yang digambarkan untuk berbagai periode ulang yang diinginkan.

$$I = R_{24} / 24 * [24 / t]^{2/3} \dots\dots\dots 4$$

$$t = L/W, W = 72 x (H/L)^{0,6} \dots\dots\dots 5$$

Dimana:

I : Intensitas curah hujan dengan periode ulang T tahun (mm/jam)

- R24 : Curah hujan harian maksimum dengan periode ulang T tahun (mm)
 t : Lamanya curah hujan (jam)
 L : Panjang Sungai (km)
 W : Waktu Perambatan (km/jam)
 H : Beda tinggi sungai dari hulu sampai hilir (km)

Analisis Debit Puncak Hujan

Debit puncak banjir dianalisis berdasarkan hasil hujan rencana. Pada penelitian ini debit puncak banjir diperkirakan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun dengan mengadopsi *Metode Nakayasu Synthetic Hydrograph Unit (SHU)* (15) sebagai berikut:

$$Q_{max} = C * A * R_o * (1 / (3.6 (0.3T_p + T_0.3))) \dots \dots \dots 6$$

Dimana:

- T_p : Waktu puncak (jam)
 C : Koefisien Pengaliran
 R_o : Hujan rencana (mm)
 A : Luas area kawasan (km²)
 $T^{0.3}$: waktu yang dibutuhkan untuk pengurangan debit hingga 30%

HASIL DAN PEMBAHASAN

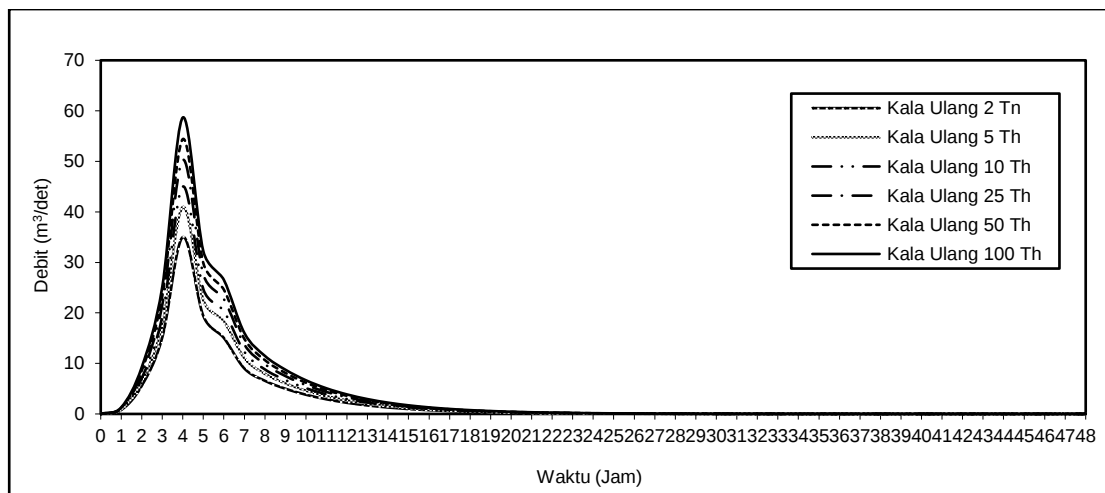
Hasil dari perhitungan curah hujan rencana yang diperoleh dapat dilihat pada tabel (Tabel 1) berikut:

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Rencana

No	Kala Ulang	Rerata hujan	Koef. Skew.	Simpangan Baku	Faktor Frek.	lnX =	Hujan Renc.
	Tr	logXr (mm)	Cs	Sd	K	logXr + Sd.K	e(logX) (mm)
1	2	4.3590	0.668	0.4335	0.037	4.3750	79.44
2	5	4.3590	0.668	0.4335	0.85	4.7275	113.01
3	10	4.3590	0.668	0.4335	1.256	4.9034	134.75
4	20	4.3590	0.668	0.4335	1.673	5.0842	161.45
5	50	4.3590	0.668	0.4335	1.934	5.1973	180.79
6	100	4.3590	0.668	0.4335	2.164	5.2970	199.74

Sumber: Hasil perhitungan

Gambar 2 mempersembahkan hasil perhitungan debit puncak banjir untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun dengan *Metode Nakayasu Synthetic Hydrograph Unit (SHU)*.



Gambar 2. Hasil perhitungan debit puncak banjir dengan menggunakan Metode Nakayasu Synthetic Hydrograph Unit (SHU).

Berdasarkan Gambar 2, debit puncak banjir di DAS Sungai Kelingi untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun adalah $35 \text{ m}^3/\text{s}$, $40.94 \text{ m}^3/\text{s}$, $44.99 \text{ m}^3/\text{s}$, $50.29 \text{ m}^3/\text{s}$, $54.41 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $58.69 \text{ m}^3/\text{s}$. Debit puncak banjir ditemukan cukup tinggi. Hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa debit puncak terjadi setelah 4 jam hujan terus menerus.

Berdasarkan Badan Pusat Statistic Kota Lubuk Linggau, Sumatera Selatan, masyarakat di Kota Lubuk Linggau sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani dan peternak. Air tawar selalu menjadi kebutuhan bagi kegiatan pertanian dan peternakan oleh masyarakat di Kota Lubuk Linggau, namun air tawar juga dapat menyebabkan gagal panen jika lahan pertanian tergenang air (misalnya kejadian banjir di sekitar areal pertanian pada musim hujan). Oleh karena itu, kita harus memastikan bahwa pasokan air cukup untuk kegiatan pertanian pada musim kemarau, namun tidak terjadi banjir pada musim hujan. Untuk itu, pemerintah daerah harus memikirkan bagaimana mengelola dan menyimpan kelebihan air di musim hujan agar bermanfaat bagi petani di musim kemarau. Pemerintah daerah dapat mempertimbangkan untuk membangun struktur teknik yang dapat menampung dan mengendalikan debit air berlebih selama musim hujan.

SIMPULAN

Banjir merupakan bencana alam utama di DAS Sungai Kelingi, di Kota Lubuk Linggau sejak beberapa tahun terakhir. Konversi hutan menjadi kawasan pemukiman dan pertanian memicu frekuensi kejadian banjir yang lebih tinggi. Pada musim hujan, debit puncak banjir dapat mencapai 35 m³/s untuk periode ulang 2 tahun curah hujan rencana.

Namun, area pertanian di kota ini akan membutuhkan pasokan air lebih banyak saat musim kemarau. Frekuensi air yang tinggi pada musim hujan dapat dimanfaatkan untuk penyediaan air pada musim kemarau. Untuk itu, pemerintah daerah harus memikirkan secara matang bagaimana mengurangi dan mengendalikan masalah banjir di kota Lubuk Linggau serta dapat merencanakan bagaimana mengembalikan kelebihan air pada musim hujan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu hingga terlaksananya penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Sriwijaya dan Universitas Lampung yang telah mendukung proses penyelesaian studi ini.

REFERENCES

- [1] Marfai MA, King L, Sartohadi J, Sudrajat S, Budiani SR, Yulianto F. The impact of tidal flooding on a coastal community in Semarang, Indonesia 2008 *Environmentalist* 28:237–48.
- [2] Handayani W, Chigbu UE, Rudiarto I, Putri IHS. Urbanization and Increasing Flood Risk in the Northern Coast of Central Java—Indonesia: An Assessment towards Better Land Use Policy and Flood Management 2020 *Land* 9:343.
- [3] Hutapea S. Biophysical Characteristics of Deli River Watershed to Know Potential Flooding in Medan City, Indonesia 2020 *J Rangel Sci* 10:316–27.
- [4] Abdul Maulud KN, Fitri A, Wan Mohtar WHM, Wan Mohd Jaafar WS, Zuhairi NZ, Kamarudin MKA. A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia 2021 *Arab J Geosci* 14. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06382-8>.
- [5] Fitri A, Nizam K, Maulud A, Rossi F, Dewantoro F, Zuhairi NZ. Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin.

- 4th Int. Conf. Sustain. Innov. 2020–Technology, Eng. Agric. (ICoSITEA 2020)., vol. 199, Atlantis Press p. 51–4.
- [6] Fitri A, Abdul Maulud KN, Pratiwi D, Phelia A, Rossi F, Zuhairi NZ. Trend Of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia 2020 J ReKayasa Sipil <https://doi.org/10.25077/jrs.16.3.178-184.2020>.
- [7] Wan Mohd Jaafar WS, Abdul Maulud KN, Muhmad Kamarulzaman AM, Raihan A, Md Sah S, Ahmad A, et al. The influence of deforestation on land surface temperature—a case study of Perak and Kedah, Malaysia 2020 Forests 11:670.
- [8] Halim NDA, Latif MT, Mohamed AF, Maulud KNA, Idrus S, Azhari A, et al. Spatial assessment of land use impact on air quality in mega urban regions, Malaysia. Sustain Cities Soc 2020;63:102436.
- [9] Rafiei Emam A, Mishra BK, Kumar P, Masago Y, Fukushi K. Impact assessment of climate and land-use changes on flooding behavior in the Upper Ciliwung River, Jakarta, Indonesia 2016 Water 8:559.
- [10] Fitri A, Hadie MSN, Agustina A, Pratiwi D, Susarman S, Pramita G, et al. Analyses of flood peak discharge in Cimadur river basin, Banten Province, Indonesia 2021 E3S Web Conf., vol. 331 p. 8006.
- [11] Fitri A, Chen H, Yao L, Zheng K, Rossi F, Yin Y, et al. Evaluation of the Groundsill's stability at downstream of “Citorek” Bridge in Cimadur River, Banten Province 2021 IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., 880 p. 12029.
- [12] Aninomi. Flood Control Design at Tulang Bawang, Phase II. Lampung Province: 2006.
- [13] Fitri A, Hasan ZA, Ghani AA. Determining the Effectiveness of Harapan Lake as Flood Retention Pond in Flood Mitigation Effort. In: In Proceedings of 2011 4th International Conference on Environmental and Computer Science (ICECS 2011). 2011.
- [14] Hutapea S. Biophysical Characteristics of Deli River Watershed to Know Potential Flooding in Medan City, Indonesia. J Rangel Sci. 2020;10(3):316–27.
- [15] Prayoga, N. (2013). Analisa Desain Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Yos. Sudarso Kota Lubuklinggau. *Universitas Musi Rawas*.