

Analisis Hujan Rancangan pada Daerah Rawan Genangan Sepanjang Sistem Drainase Eksisting Kota Palembang (Studi Kasus Pembangunan LRT Kota Palembang)

Yulyana Aurdin¹⁾

¹⁾Program Studi Survei dan Pemetaan Universitas Indo Global Mandiri
Jalan Jenderal Sudirman No.629 Km 4 Palembang Kode Pos 30129
Email : Yulyana.aurdin@uigm.ac.id¹⁾

ABSTRACT

Palembang city is one of the big cities for tourist destinations and the city that organizes both sports parties that have been held and will be held. The Palembang city government built a mass transportation system with light rail as an alternative to public transportation. The impact of the construction of this Light Rail Transit (LRT) for the existing drainage system along the LRT line that is passed is not expected to have a major influence on the existing drainage capacity so that it does not cause inundation at some existing points or does not severe the existing drainage system and environment along the LRT, can cause inundation and flooding. To solving this problem, research on design rainfall analysis was conducted on inundation areas along the LRT in Palembang. In this study hydrological analysis was carried out to find design rainfall for 5, 10, 25, 50 and 100 years. The method used is frequency analysis. This study uses ArcGis software. The results showed that the rainfall plan with a return period of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, 50 years and 100 years showed that the Log Pearson III distribution was the best and resulted in design rainfall of 88 mm, 110 mm, 125 mm, 144 mm, 158 mm and 172 mm The inundation that occurs along the LRT line partly does not exceed 30 cm. The cause of inundation due to low road topography conditions, closed inlet to channel water to the existing drainage and indeed some damaged roads are caused by the impact of LRT construction. The total inundation from station 0 + 000 to sta 22 + 997 is 698 with the highest elevation of inundation 9 cm.

Keywords : Rain Design, Palembang LRT, existing drainage

ABSTRAK

Kota Palembang merupakan salah satu kota besar tujuan wisata dan kota pelaksana pesta olahraga baik yang telah diselenggarakan maupun akan diselenggarakan. Pemerintah kota Palembang membangun sistem transportasi massal dengan kereta api ringan sebagai alternatif transportasi umum. Dampak pembangunan Light Rail Transit (LRT) ini bagi sistem drainase eksisting sepanjang jalur LRT yang dilalui diharapkan tidak memberikan pengaruh besar terhadap kapasitas tampung drainase eksisting sehingga tidak menimbulkan genangan di beberapa titik yang sudah ada atau tidak memperparah sistem drainase eksisting dan lingkungan sepanjang LRT, yang bisa mengakibatkan genangan dan banjir. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan penelitian mengenai analisis hujan rancangan pada daerah rawan genangan sepanjang LRT kota Palembang. Pada penelitian ini dilakukan analisis hidrologi untuk mencari hujan rencana 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Metode yang digunakan adalah dengan analisis frekuensi. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak ArcGis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hujan rencana dengan kala ulang dari 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan dan 100 tahunan terlihat bahwa distribusi Log Pearson III yang paling baik dan menghasilkan hujan rencana sebesar 88 mm, 110 mm, 125 mm, 144 mm, 158 mm, dan 172 mm. Genangan yang terjadi disepanjang jalur LRT sebagian tidak melebihi ketinggian 30 cm. Penyebab genangan karena kondisi topografi jalan yang rendah, tertutupnya inlet untuk menyalurkan air ke drainase eksisting dan memang sebagian jalan rusak disebabkan dari dampak pembangunan LRT. Total genangan dari sta 0+000 sampai sta 22+997 sebanyak 698 dengan elevasi tinggi genangan paling tinggi 9 cm.

Kata kunci : Hujan Rancangan, LRT Palembang, drainase eksisting

1. Pendahuluan

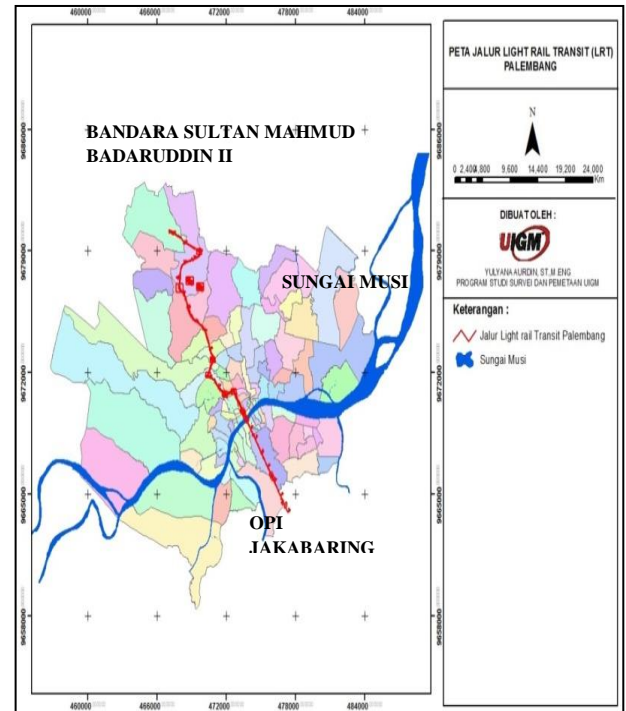
Kota Palembang merupakan salah satu kota besar di pulau Sumatera sehingga menjadikan kota ini sebagai salah satu tujuan wisata dan salah satu kota pelaksana pesta olahraga baik yang telah diselenggarakan dan akan diselenggarakan. Salah satu unsur pendukung sebuah kota besar adalah sistem transportasi yang baik dan terintegrasi. Transportasi sendiri adalah suatu kegiatan untuk memindahkan orang dan atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain beserta fasilitas yang digunakan untuk memindahkannya. Perpindahan atau pergerakan manusia merupakan hal yang sangat penting untuk dirancang terutama didaerah perkotaan. Angkutan umum merupakan sarana untuk mendukung segala aktifitas dan mobilitas penduduk sehari-hari di suatu perkotaan.

Untuk mengurangi jumlah kendaraan umum yang terus meningkat dan kemacetan yang terjadi di tahun 2019 mendatang, pemerintah Palembang membangun sistem transportasi massal dengan kereta api ringan sebagai alternatif transportasi umum. Light Rail Transit atau LRT dipilih sebagai angkutan massal yang akan dibangun untuk mengatasi jumlah kendaraan yang terus meningkat di kota Palembang. Angkutan massal ini merupakan salah satu moda angkutan darat yang cukup efisien dan efektif untuk mengatasi kemacetan yang terjadi di tahun mendatang. LRT ini juga berfungsi untuk memberikan layanan yang terbaik bagi pengguna jasa transportasi publik kota Palembang dan dalam penyambutan pesta olahraga Asian Games 2018 mendatang.

Dampak pembangunan Light Rail Transit (LRT) Palembang ini bagi sistem drainase eksisting sepanjang jalur LRT yang dilalui diharapkan tidak memberikan pengaruh besar terhadap kapasitas tampung drainase eksisting sehingga tidak menimbulkan genangan di beberapa titik yang sudah ada atau tidak memperparah sistem drainase eksisting dan lingkungan sepanjang LRT, yang bisa mengakibatkan genangan dan banjir. Untuk itu diperlukan upaya dalam penanganan masalah genangan yang sudah terjadi dan yang akan timbul ketika pembangunan LRT Palembang sudah berlangsung sertaantisipasi yang mungkin akan terjadi.

A. Gambaran Umum Wilayah

Kota Palembang terletak Secara geografis, Palembang terletak pada 2°59'27.99"LS 104°45'24.24"BT. Luas wilayah Kota Palembang adalah 358,55 Km² dengan ketinggian rata-rata 8 meter dari permukaan laut. Letak Palembang cukup strategis karena dilalui oleh jalan Lintas Sumatera yang menghubungkan antar daerah di Pulau Sumatera. Lokasi penelitian ini terletak di kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan di sepanjang drainase eksisting yang dilalui oleh Light Rail Transit (LRT) Palembang dengan panjang jalur LRT Palembang 23 Km yang di mulai pada Sta 0 + 000 yang berada di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II dan berakhir pada Sta 23 + 500 yang berada di OPI Jakabaring.



Gambar 1. Lokasi Penelitian.

B. Banjir dan Jenisnya

Istilah banjir terkadang bagi sebagian orang disamakan dengan genangan, sehingga penyampaian informasi terhadap bencana banjir di suatu wilayah menjadi kurang akurat. Genangan adalah luapan air yang hanya terjadi dalam hitungan jam setelah hujan mulai turun. Genangan terjadi akibat meluapnya air hujan pada saluran pembuangan sehingga menyebabkan air terkumpul dan tertahan pada suatu wilayah dengan tinggi muka air 5 hingga > 20 cm. Sedangkan banjir adalah meluapnya air hujan dengan debit besar yang tertahan pada suatu wilayah yang rendah dengan tinggi muka air 30 hingga > 200 cm.

Sedangkan berdasarkan Undang-undang No.24 Tahun 2007, bencana banjir sendiri didefinisikan sebagai peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Bencana dapat disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

C. Drainase Perkotaan

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah (Suripin, 2004).

D. Hujan Rata-rata DAS

Dalam analisis hidrologi, umumnya digunakan masukan hujan yang dianggap dapat mewakili jumlah seluruh hujan yang terjadi dalam DAS yang dimaksudkan. Besaran hujan ini diperoleh dengan merata-ratakan hujan titik (*point rainfall*). Selama ini cara-cara yang digunakan dalam analisis untuk memperoleh hujan rata-rata DAS (*catchment rainfall*) adalah dengan cara rata-rata aljabar (*mean arithmetic method*), poligon Thiessen (*Thiessen polygon method*), dan Isohyet (*isohyetal method*).

E. Metode Analisis

1. Analisis Hidrologi

Metode analisis hidrologi yang digunakan untuk mengetahui kala ulang hujan yang terjadi dengan analisis frekuensi. Analisis frekuensi merupakan metode yang dapat digunakan untuk memperoleh besaran rancangan serta kala ulang, misalnya besaran hujan kala ulang.

Dalam penyusunan laporan penelitian ini, perhitungan kala ulang hujan yang mengalir saat kejadian banjir menggunakan program hitungan analisis frekuensi. Langkah-langkah perhitungan program analisis frekuensi (Djoko Luknanto, 2003) adalah sebagai berikut :

- a. memasukkan informasi seri hujan,
- b. mengetik 'B' pada baris 'Cara Urut Data' karena diharapkan output hujan maksimum,
- c. memasukkan jumlah kelas yang dikehendaki untuk uji Chi-Kuadrat untuk menentukan probabilitas teoritis pada masing-masing distribusi,
- d. memasukkan besarnya prosentasi tingkat kesalahan yang dikehendaki dari distribusi teoritis terhadap peluang lapangan pada baris 'Confidence Interval',
- e. memasukan banyaknya kala ulang yang dikehendaki pada baris 'Jumlah Kasus',
- f. setelah semua input data dimasukkan, kemudian menekan tombol 'PROSES' untuk memulai perhitungan analisis frekuensi.

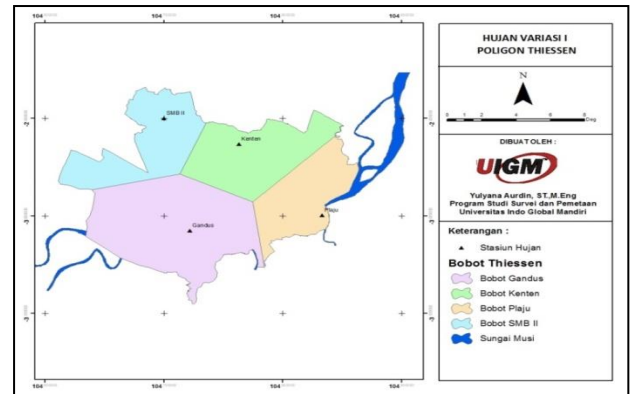
2. Sistem Informasi Geografis

Dalam menginterpretasikan daerah yang terjadi genangan menggunakan bantuan perangkat lunak berupa *Geographic Information System 9.3* untuk memetakan daerah rawan genangan.

F. Curah Hujan Harian Rata-rata

Untuk menganalisis hujan harian maksimum tiap tahun, data yang digunakan adalah data hujan harian yang diperoleh dari BMKG stasiun Kenten dengan menggunakan analisis poligon Thiessen yang dibantu dengan perangkat lunak (*software*) ArcGIS 9.3. Dari analisis menggunakan arcGIS maka diperoleh bobot masing-masing stasiun berdasarkan ketersediaan data yang ada. Adapun analisis ArcGIS berbagai variasi untuk masing-masing bobot Thiessen dapat dilihat dalam lampiran dan salah satunya ada pada Gambar dibawah.

Gambar 2. Poligon Thiessen



Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum DASKota Palembang

No	Tahun	Hujan harian Max (mm)	No	Tahun	Hujan Harian Max (mm)
1	1985	101.21	17	2001	92.66
2	1986	151.34	18	2002	126.18
3	1987	52.18	19	2003	75.84
4	1988	70.43	20	2004	101.27
5	1989	72	21	2005	114.84
6	1990	66.68	22	2006	93.84
7	1991	74.92	23	2007	112.76
8	1992	70.12	24	2008	96.42
9	1993	141.17	25	2009	81
10	1994	99.61	26	2010	107.66
11	1995	149.97	27	2011	86.21
12	1996	68.21	28	2012	83.3
13	1997	78.14	29	2013	86.62
14	1998	99.96	30	2014	73.91
15	1999	82.19	31	2015	62.61
16	2000	95.28	32		

Sumber: BMKG Palembang dan olah data peneliti, 2016

Tabel 2. Statistik Dasar Data Hujan Kota Palembang

m	m/(N+1)	Tahun	Hujan (mm)	Ln [Hujan] (mm)	[Hujan]	m	m/(N+1)	Tahun	Hujan (mm)	Ln [Hujan] (mm)
1	0.031	1986	151.343	5.02	19	0.594	1999	82.189	4.409	
2	0.063	1995	149.971	5.01	20	0.625	2009	80.998	4.394	
3	0.094	1993	141.173	4.95	21	0.656	1997	78.142	4.359	
4	0.125	2002	126.178	4.838	22	0.688	2003	75.839	4.329	
5	0.156	2005	114.837	4.744	23	0.719	1991	74.915	4.316	
6	0.188	2007	112.76	4.725	24	0.75	2014	73.909	4.303	
7	0.219	2010	107.664	4.679	25	0.781	1989	72	4.277	
8	0.25	2004	101.266	4.618	26	0.813	1988	70.429	4.255	
9	0.281	1985	101.215	4.617	27	0.844	1992	70.118	4.25	
10	0.313	1998	99.963	4.605	28	0.875	1996	68.213	4.223	
11	0.344	1994	99.606	4.601	29	0.906	1990	66.685	4.2	
12	0.375	2008	96.424	4.569	30	0.938	2015	62.605	4.137	
13	0.406	2000	95.277	4.557	31	0.969	1987	52.177	3.955	
14	0.438	2006	93.844	4.542	Jumlah Data =		31	31		
15	0.469	2001	92.664	4.529	Rerata =		92.533	4.495		
16	0.5	2013	86.623	4.462	Simpangan Baku =		24.774	0.256		
17	0.531	2011	86.209	4.457	Koef.Skewness =		0.92	0.308		
18	0.563	2012	83.299	4.422	Kurtosis =		0.513	-0.114		

Tabel 3. Uji Smirnov-Kolmogorov Data Hujan Kota Palembang

Hujan (mm)	m	1. Normal		2. Log Normal		3. Gumbel		4. Log Pearson III		
		P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	
151.343	1	0.031	0.009	0.022	0.020	0.011	0.026	0.005	0.028	0.004
149.971	2	0.063	0.010	0.052	0.022	0.040	0.028	0.034	0.030	0.033
141.173	3	0.094	0.025	0.069	0.038	0.056	0.044	0.049	0.046	0.048
126.178	4	0.125	0.087	0.038	0.090	0.035	0.094	0.031	0.096	0.029
114.837	5	0.156	0.184	0.028	0.166	0.010	0.162	0.006	0.164	0.008
112.760	6	0.188	0.207	0.020	0.184	0.003	0.179	0.009	0.181	0.006
107.664	7	0.219	0.271	0.052	0.236	0.018	0.226	0.008	0.228	0.010
101.266	8	0.250	0.362	0.112	0.316	0.066	0.300	0.050	0.302	0.052
101.215	9	0.281	0.363	0.082	0.317	0.035	0.301	0.020	0.303	0.021
99.963	10	0.313	0.382	0.070	0.334	0.022	0.318	0.005	0.319	0.006
99.606	11	0.344	0.388	0.044	0.339	0.004	0.322	0.021	0.324	0.020
96.424	12	0.375	0.438	0.063	0.387	0.012	0.368	0.007	0.369	0.006
95.277	13	0.406	0.456	0.050	0.405	0.001	0.386	0.021	0.386	0.020
93.844	14	0.438	0.479	0.041	0.428	0.010	0.408	0.029	0.409	0.029
92.664	15	0.469	0.498	0.029	0.447	0.021	0.427	0.041	0.428	0.041
86.623	16	0.500	0.594	0.094	0.552	0.052	0.533	0.033	0.532	0.032
86.209	17	0.531	0.601	0.069	0.560	0.028	0.541	0.010	0.540	0.008
83.299	18	0.563	0.645	0.083	0.612	0.049	0.596	0.033	0.594	0.031
82.189	19	0.594	0.662	0.068	0.632	0.038	0.617	0.023	0.614	0.021
80.998	20	0.625	0.679	0.054	0.653	0.028	0.639	0.014	0.637	0.012
78.142	21	0.656	0.719	0.063	0.703	0.047	0.694	0.037	0.691	0.034
75.839	22	0.688	0.750	0.062	0.742	0.055	0.736	0.049	0.733	0.045
74.915	23	0.719	0.762	0.043	0.757	0.039	0.753	0.034	0.750	0.031
73.909	24	0.750	0.774	0.024	0.774	0.024	0.771	0.021	0.767	0.017
72.000	25	0.781	0.796	0.015	0.803	0.022	0.803	0.022	0.800	0.019
70.429	26	0.813	0.814	0.001	0.826	0.014	0.829	0.016	0.826	0.013
68.213	28	0.875	0.837	0.038	0.856	0.019	0.862	0.013	0.859	0.016
66.685	29	0.906	0.852	0.055	0.875	0.031	0.882	0.024	0.880	0.026
62.605	30	0.938	0.886	0.051	0.919	0.018	0.929	0.009	0.928	0.009
52.177	31	0.969	0.948	0.020	0.983	0.014	0.989	0.021	0.990	0.022
Hitungan kelayakan		Delta Max = 0.112		Delta Max = 0.066		Delta Max = 0.050		Delta Max = 0.052		
Delta Kritik =	0.238		diterima		diterima		diterima		diterima	

Dari pengujian Smirnov Kolmogorov diatas terlihat adalah distribusi Gumbel karena paling mendekati 0,00.

Tabel 4. Uji Chi-Kuadrat Data Hujan Kota Palembang

1. DISTRIBUSI NORMAL							
Kelas	P(x>=X)	Ef	Hujan (mm)	Of	Ef-Of	(Ef-Of) ² /Ef	
1	0.2	000 <P<= 000	6.2	113.3836	5	1.2	0.2323
2	0.4	000 <P<= 000	6.2	98.8098	6	0.2	0.0065
3	0.6	000 <P<= 001	6.2	86.2571	5	1.2	0.2323
4	0.8	001 <P<= 001	6.2	71.6833	9	-2.8	1.2645
5	1	001 <P<= 001	6.2	52.1772	6	0.2	0.0065
Jumlah Ef =	31	Jumlah Of =	31	Chi2 =	1.7419		
Derajad Kebebasan =	2	Chi Kritik =	5.991		diterima		

2. DISTRIBUSI LOG NORMAL							
Kelas	P(x>=X)	Ef	Hujan (mm)	Of	Ef-Of	(Ef-Of) ² /Ef	
1	0.2	000 <P<= 000	6.2	111.1233	6	0.2	0.0065
2	0.4	000 <P<= 000	6.2	95.5832	6	0.2	0.0065
3	0.6	000 <P<= 001	6.2	83.9520	5	1.2	0.2323
4	0.8	001 <P<= 001	6.2	72.2118	7	-0.8	0.1032
5	1	001 <P<= 001	6.2	52.1772	7	-0.8	0.1032
Jumlah Ef =	31	Jumlah Of =	31	Chi2 =	0.4516		
Derajad Kebebasan =	2	Chi Kritik =	5.991		diterima		

3. DISTRIBUSI GUMBEL							
Kelas	P(x>=X)	Ef	Hujan (mm)	Of	Ef-Of	(Ef-Of) ² /Ef	
1	0.2	000 <P<= 000	6.2	110.3572	6	0.2	0.0065
2	0.4	000 <P<= 000	6.2	94.3594	7	-0.8	0.1032
3	0.6	000 <P<= 001	6.2	83.0728	5	1.2	0.2323
4	0.8	001 <P<= 001	6.2	72.1919	6	0.2	0.0065
5	1	001 <P<= 001	6.2	52.1772	7	-0.8	0.1032
Jumlah Ef =	31	Jumlah Of =	31	Chi2 =	0.4516		
Derajad Kebebasan =	2	Chi Kritik =	5.991		diterima		

4. DISTRIBUSI LOG PEARSON III							
Kelas	P(x>=X)	Ef	Hujan (mm)	Of	Ef-Of	(Ef-Of) ² /Ef	
1	0.2	000 <P<= 000	6.2	110.5886	6	0.2	0.0065
2	0.4	000 <P<= 000	6.2	94.3861	7	-0.8	0.1032
3	0.6	000 <P<= 001	6.2	82.9566	5	1.2	0.2323
4	0.8	001 <P<= 001	6.2	72.0082	6	0.2	0.0065
5	1	001 <P<= 001	6.2	52.1772	7	-0.8	0.1032
Jumlah Ef =	31	Jumlah Of =	31	Chi2 =	0.4516		
Derajad Kebebasan =	1	Chi Kritik =	3.841		diterima		

Sumber : Analisis Peneliti, 2016

Ef adalah frekuensi yang diharapkan dan Of adalah frekuensi yang terjadi. Menurut uji Chi Kuadrat, distribusi Log Pearson III adalah yang terbaik. Nilai Chi Kuadratnya adalah 0,00.

G. Analisis Hujan Rancangan

Pada perhitungan analisis frekuensi telah dilakukan pengujian dari berbagai distribusi. Untuk menentukan besaran hujan rencana maka dilakukan kala ulang dari 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan dan 100 tahunan terlihat bahwa distribusi Log Pearson III yang paling baik dan menghasilkan hujan rencana 88 mm, 110 mm, 125 mm, 144 mm, 158 mm, dan 172 mm dapat dilihat dalam Tabel 5. dibawah ini.

Tabel 5. Hitungan Kala Ulang Data Hujan Kota Palembang

Probabilitas Sesuai Urutan	Kala Ulang T (tahun)	KARAKTERISTIK HUJAN (MM) MENURUT PROBABILITASNYA							
		Normal		Log Normal		Gumbel		Log Pearson III	
P(x>=X)	T (tahun)	KT	XT	KT	XT	KT	XT	KT	XT
0.5	2	0.000	92.533	-0.119	89.579	-0.164	88.464	-0.051	88.413
0.2	5	0.842	113.384	0.750	111.123	0.719	110.357	0.823	110.589
0.1	10	1.282	124.282	1.285	124.374	1.305	124.853	1.310	125.269
0.04	25	1.751	135.905	1.926	140.250	2.044	143.167	1.852	143.932
0.02	50	2.054	143.413	2.383	151.568	2.592	156.755	2.215	157.968
0.01	100	2.326	150.166	2.825	162.527	3.137	170.241	2.551	172.150

H. Daerah Genangan

Data daerah genangan diperoleh langsung dilapangan dengan sampel kejadian hujan yang dilakukan selama 5 kali yaitu pada tanggal 5, 9, 10, 13 dan 16 Februari 2017. Titik genangan diperoleh sebanyak sta 0+000 sampai sta 22+997 sebanyak 698 titik genangan dengan elevasi tinggi genangan paling tinggi 9 cm. Kondisi drainase eksisting masih banyak yang rusak dan juga masih ada yang belum di beton.

3. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- Hujan rencana dengan kala ulang dari 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan dan 100 tahunan terlihat bahwa distribusi Log Pearson III yang paling baik dan menghasilkan hujan rencana sebesar 88 mm, 110 mm, 125 mm, 144 mm, 158 mm, dan 172 mm.
- Penggambaran long dan cross section dan topografi sepanjang 23 Km
- Genangan yang terjadi disepanjang jalur LRT sebagian tidak melebihi setinggi 30 cm.

4. Penyebab genangan sebagian disebabkan memang kondisi topografi jalan yang rendah dan memang sebagian jalan rusak disebabkan pembangunan LRT Palembang.
5. Total genangan dari sta 0+000 sampai sta 22+997 sebanyak 698 titik genangan dengan elevasi tinggi genangan paling tinggi 9 cm.
6. Kondisi drainase eksisting masih banyak yang rusak dan juga masih ada yang belum di beton.

Saran

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai saluran drainase perkotaan kota Palembang.

Daftar Pustaka

- Andi Ikmal Mahardy., 2014, Analisis Dan Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kota Makassar Berbasis Spatial, Tugas Akhir, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Anonim, Peraturan Pemerintah, Undang – Undang nomor 34 tahun 2006 tentang jalan, tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 nomor 4655, Jakarta.
- Bambang Triatmodjo., 2009, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W., 1988, *Applied Hydrology*, McGraw Hill, Inc., New York.
- DAI, 2007, Panduan Pemetaan Partisipatif, Environmental Services Program, Malang.
- Djoko Luknanto, 2003. *Model Matematika*, Pusat Antar Universitas, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Rachmad Jayadi., 2000, *Hidrologi I, Pengenalan Hidrologi*, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Soemarto, C.D., 1987, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- Sri Harto Br., 2000, *Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Sri Harto Br., 1993, *Analisis Hidrologi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta