

ANALISIS SISTEM DRAINASE JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA KM 22 + 025 – 52 + 100

Yanuar Adhiya Pratama, Usamah Hidayatullah, Sutarto Edhisono^{*)}, Dwi Kurniani^{*)}

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Jalan Tol Balikpapan – Samarinda merupakan salah satu pekerjaan infrastruktur berdasar kepada keputusan Pemerintah yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional. Untuk menunjang kinerja jalan tol, maka diperlukan analisis sistem drainase jalan tol, agar tidak terjadi genangan dan kerusakan struktur jalan.

Analisis sistem drainase dimulai dengan analisis hidrologi menggunakan metode hitung rata – rata aljabar. Data hujan didapatkan dari Stasiun Hujan Sepinggan (01° 15' 44,9" LS , 116° 53' 41" BT) dan dari Stasiun Hujan Temindung (00° 26' 46" LS, 117° 9' 36" BT). Data hujan yang digunakan adalah data hujan maksimum tahunan selama 15 tahun dari tahun 2001 hingga tahun 2015. Data hujan tersebut diolah menjadi intensitas hujan kala ulang menggunakan persamaan Mononobe. Selanjutnya hasil hitung intensitas hujan kala ulang tersebut digunakan untuk analisis debit menggunakan alat bantu aplikasi *EPA SWMM* Versi 5.1 sehingga didapatkan nilai debit banjir rencana (Q_{50}) untuk gorong – gorong dan debit banjir rencana (Q_{25}) untuk saluran samping, dan saluran median.

Analisis debit banjir rencana tersebut dilakukan dengan pemodelan skema aliran sistem drainase jalan tol dilakukan menggunakan alat bantu aplikasi *EPA SWMM* Versi 5.1. Guna perencanaan hidrolis saluran, digunakan persamaan *passing capacity*. Saluran yang digunakan pada perencanaan sistem drainase Jalan Tol Balikpapan – Samarinda segmen 2 ini adalah saluran beton pra cetak dengan jenis saluran *U-Ditch* tipe U400D untuk saluran samping dan median, dan saluran Box Culvert dengan tipe BC 2 x 2 x 1 untuk saluran gorong – gorong.

Kata kunci : Jalan tol, drainase, *EPA SWMM* ,*Passing Capacity*, *U-Ditch*, *Box Culvert*.

ABSTRACT

Balikpapan Toll Road - Samarinda is one of infrastructure works based on the Government's decision as stated in Government Regulation no. 3 of 2016 on the Acceleration of the Implementation of National Strategic Projects. To support the performance of toll roads, it is necessary to analyze the drainage system of toll roads, in order to avoid puddles and damage to road structures.

Drainage system analysis begins with a hydrological analysis using the algebraic average count method. Rainfall data obtained from Sepinggan Rain Station (01° 15' 44.9" LS, 116° 53' 41" BT) and from Temindung Rain Station (00° 26' 46" LS, 117° 9' 36" BT). Rainfall data used is the annual maximum rainfall data for 15 years from 2001 until 2015. The rain data is processed into rain intensity re-use the Mononobe equation. Furthermore, the re-

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

calculated rainfall intensity was used for discharge analysis using EPA SWMM Application Tool Version 5.1 to obtain flood discharge plan (Q_{50}) for flow and flood discharge plan (Q_{25}) for side channel, and median channel.

Flood discharge analysis of the plan is done by modeling the toll road drainage system flow scheme conducted using EPA SWMM Application Tool Version 5.1. For channel hydraulic planning, the equation of passing capacity is used. The channel used in the drainage system planning of Balikpapan - Samarinda Toll Road segment 2 is a pre-molded concrete channel with U400D type U-channel ditch for side and median channels, and Box Culvert channel with BC type 2 x 2 x 1 for drain-culvert.

Keywords: *Toll road, drainage, EPA SWMM, Passing Capacity, U-Ditch, Box Culvert.*

PENDAHULUAN

Kota Balikpapan dan Samarinda di wilayah Provinsi Kalimantan Timur memiliki peran yang tinggi dalam memajukan perekonomian Kalimantan khususnya Provinsi Kalimantan Timur. Untuk mengakomodasi meningkatnya aktivitas ekonomi dan sosial kedepan, dibutuhkan prasarana jalan dengan kualitas tinggi dan dapat meningkatkan aksesibilitas serta mobilitas masyarakat. Untuk itu, direncanakan infrastruktur berupa jalan tol yang menghubungkan kedua kota tersebut.

Jalan Tol tersebut akan menghubungkan Kota Balikpapan dan Kota Samarinda dengan panjang total kurang lebih 99,00 Km terbagi atas lima segmen pekerjaan yaitu Seksi I Balikpapan Km.13 – Samboja (25,07 Km), Seksi II Samboja – Muara Jawa (23,26 Km), Seksi III Muara Jawa – Palaran (21,9 Km), Seksi IV Palaran – Jembatan Mahkota (17,574 Km) , dan Seksi V Balikpapan Km.13 – Sepinggian Balikpapan (11,09 Km). Rencana pembanguna insfrastruktur ini tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional.

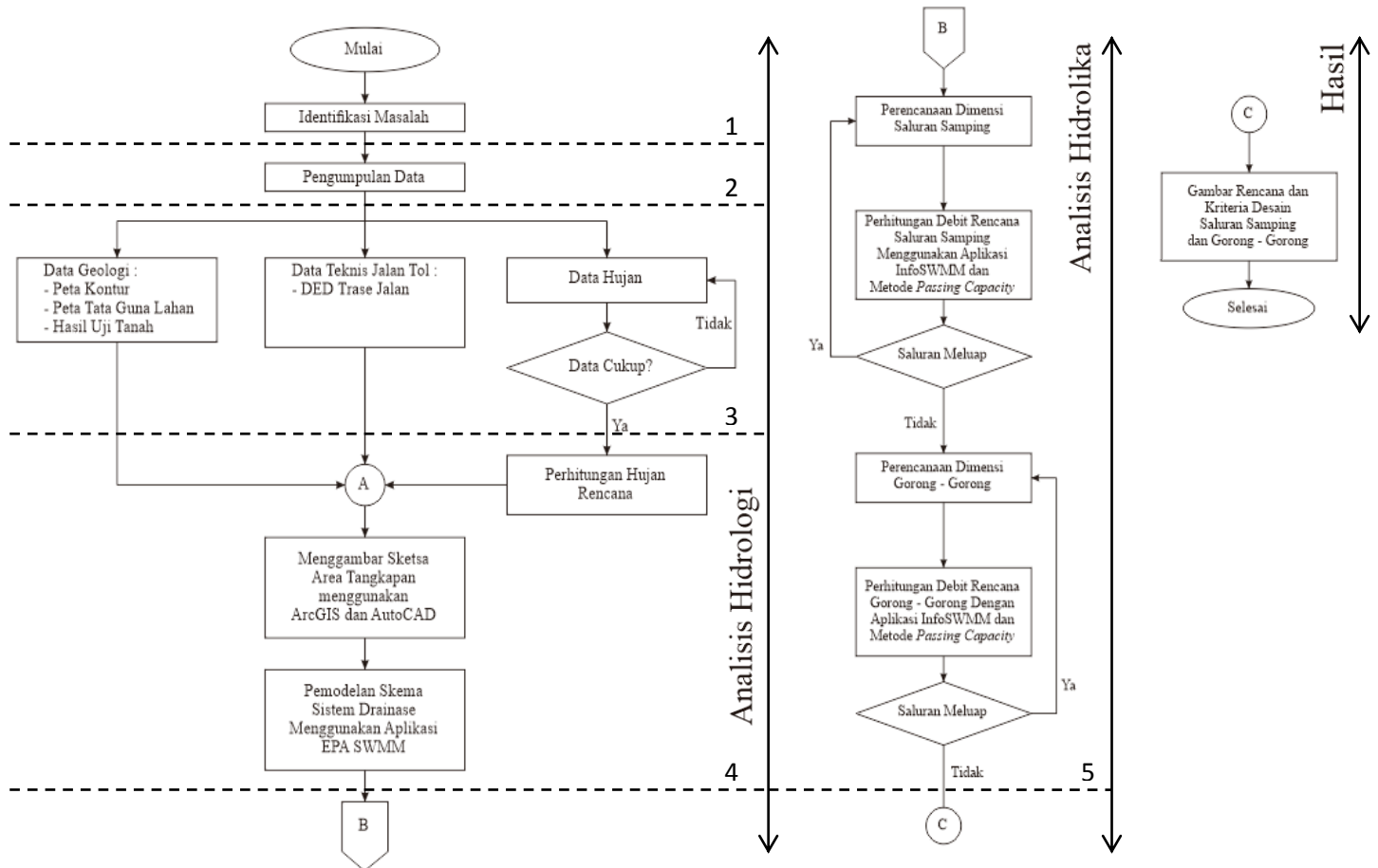
Guna menunjang kinerja jalan tol, maka diperlukan analisis terhadap sistem drainase jalan tol ini. Perencanaan sistem drainase dilakukan untuk mengusahakan seminimal mungkin adanya perbaikan atau perencanaan tambahan lainnya selama pelaksanaan konstruksi berlangsung. Perencanaan sistem drainase jalan tol merupakan salah satu bangunan pelengkap pada ruas jalan dalam memenuhi salah satu persyaratan teknis prasarana jalan (Departemen Pekerjaan Umum, Pd. T-02-2006-B). Untuk mengetahui lokasi Jalan Tol Balikpapan - Samarinda ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi perencanaan sistem drainase.
(Sumber: Atlas Indonesia, 2017 dan Google Earth, 2016)

METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan sistem drainase dilakukan guna mengalirkan aliran air di permukaan maupun bawah permukaan jalan. Bertujuan untuk menjaga struktur jalan agar kondisinya tetap baik dan fungsional (Departemen PU, 2006). Alur perencanaan ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir metode penelitian analisis sistem drainase Jalan Tol Balikpapan – Samarinda.

1. Identifikasi masalah
Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui dan menentukan batasan studi.
2. Studi pustaka
Meninjau kecocokan antara alur analisis sistem drainase ini dengan penelitian terdahulu dan pedoman perencanaan terkait.
3. Tahap pengumpulan data geologi, hidrologi, dan data teknis jalan tol.
4. Analisis Hidrologi
Menghitung debit banjir rencana dengan beberapa kegiatan, yaitu :
 - a. Menghitung hujan rencana.
 - b. Membuat area tangkapan air menggunakan *ArcGIS* dan *AutoCAD*.
 - c. Membuat skema aliran drainase menggunakan aplikasi *EPA SWMM 5.1*.
 - d. Menghitung debit banjir rencana menggunakan *EPA SWMM 5.1*.
5. Analisis hidrolika
Hidraulik saluran dihitung menggunakan metode *passing capacity* atau persamaan Manning dan dicocokkan dengan hasil perhitungan debit banjir rencana dari analisis menggunakan aplikasi *EPA SWMM* versi 5.1.

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Data hidrologi atau data hujan yang dianalisis adalah data hujan maksimum tahunan (Triatmojo, 2003) pada tahun 2001 hingga tahun 2015 dari pengukuran hujan Stasiun Sepinggan (01° 15' 44,9" LS , 116° 53' 41" BT) dan Stasiun Temindung (00° 26' 46" LS, 117° 9' 36" BT). Data hujan tersebut dianalisis menggunakan metode hitung rata-rata aljabar karena hanya terdapat dua buah stasiun pengukuran hujan pada lokasi analisis (Suripin, 2004).

Setelah melalui uji distribusi dan uji sebaran data, parameter yang memenuhi syarat (Suripin, 2004) adalah hasil perhitungan Log Pearson tipe III, karena memenuhi syarat untuk uji distribusi dan uji sebaran data menggunakan metode Smirnov – Kolmogorov (Suripin, 2004). Hasil perhitungan data hujan selanjutnya dianalisis menggunakan metode Mononobe untuk mendapatkan intensitas hujan kala ulang (Soemarto, 1999). Persamaan Mononobe ditunjukkan pada persamaan (1) berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- I = Intensitas curah hujan (mm).
- R_{24} = Hujan Rencana dengan periode ulang T tahun (mm).
- T_c = waktu (jam).

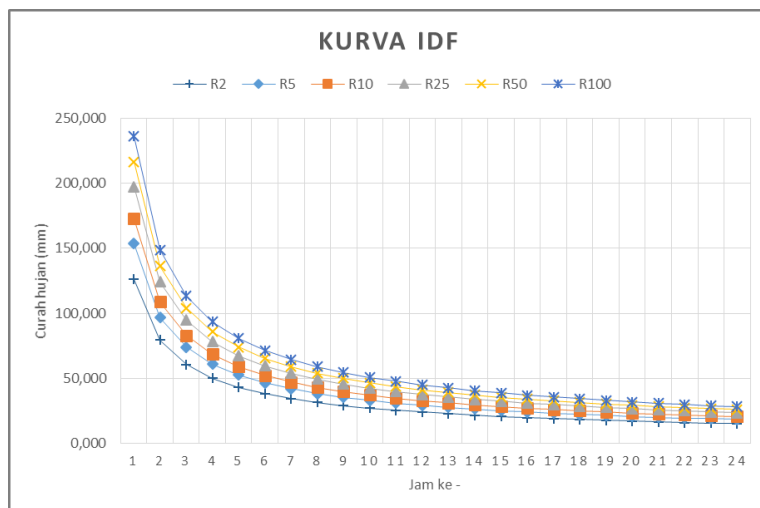
Hasil hitung hujan rencana dan intensitas hujan kala ulang ditunjukkan pada Tabel 1 dan kurva IDF ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 1. Hujan rencana dan intensitas kala ulang.

Tc (Jam Ke-)	Hujan Rencana (R24) (mm)					
	2 Tahun (363,962)	5 Tahun (443,151)	10 Tahun (497,527)	25 Tahun (568,867)	50 Tahun (623,781)	100 Tahun (680,421)
1	126,179	153,632	172,483	197,215	216,253	235,889
2	79,488	96,782	108,658	124,238	136,231	148,601
3	60,660	73,859	82,921	94,811	103,964	113,403
4	50,074	60,969	68,450	78,265	85,820	93,612
5	43,152	52,541	58,988	67,447	73,957	80,673
6	38,214	46,528	52,237	59,727	65,493	71,440
7	34,482	41,984	47,135	53,894	59,097	64,463
8	31,545	38,408	43,121	49,304	54,063	58,972
9	29,162	35,507	39,864	45,580	49,980	54,519
10	27,184	33,099	37,160	42,489	46,590	50,821
11	25,511	31,061	34,873	39,873	43,722	47,692
12	24,073	29,311	32,907	37,626	41,258	45,004
13	22,822	27,788	31,197	35,671	39,114	42,666
14	21,722	26,448	29,693	33,951	37,229	40,609
15	20,746	25,259	28,359	32,425	35,555	38,783
16	19,872	24,196	27,164	31,059	34,058	37,150
17	19,085	23,237	26,088	29,829	32,709	35,679
18	18,371	22,368	25,113	28,714	31,486	34,345
19	17,721	21,576	24,224	27,697	30,371	33,129
20	17,125	20,851	23,410	26,766	29,350	32,015
21	16,577	20,184	22,660	25,910	28,411	30,990
22	16,071	19,567	21,968	25,118	27,543	30,044
23	15,602	18,996	21,327	24,385	26,739	29,167
24	15,165	18,465	20,730	23,703	25,991	28,351

Keterangan :

: nilai intensitas hujan yang digunakan untuk analisis.

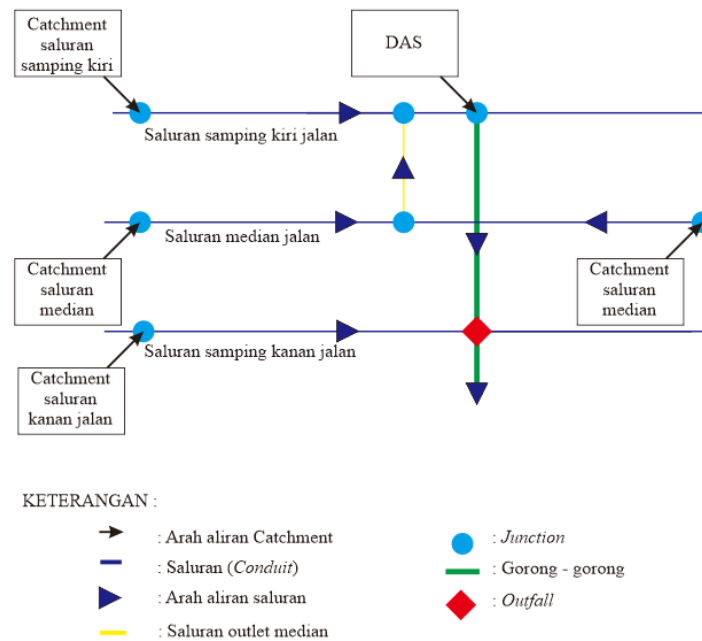


Gambar 3. Kurva IDF (Intensitas Durasi Frekuensi).

Hasil hitung intensitas hujan kala ulang akan dimasukkan sebagai parameter *timeseries* pada aplikasi *EPA SWMM 5.1*. (*EPA SWMM User's Guide, 2015*). Pada analisis sistem drainase kali ini, intensitas hujan kala ulang yang digunakan adalah intensitas hujan kala ulang 25 tahun untuk perencanaan saluran samping dan saluran median jalan tol dan kala ulang 50 tahun untuk perencanaan gorong – gorong.

B. Perhitungan Debit Banjir Rencana Menggunakan *EPA SWMM 5.1*

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan dengan alat bantu aplikasi *EPA SWMM 5.1*. *EPA SWMM 5.1* adalah *software* yang dikembangkan oleh *U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory (EPA SWMM User's Guide, 2015)*. Analisis sistem drainase dilakukan dengan pembuatan skema aliran air pada aplikasi tersebut. Skema aliran drainase ditunjukkan pada Gambar 4.

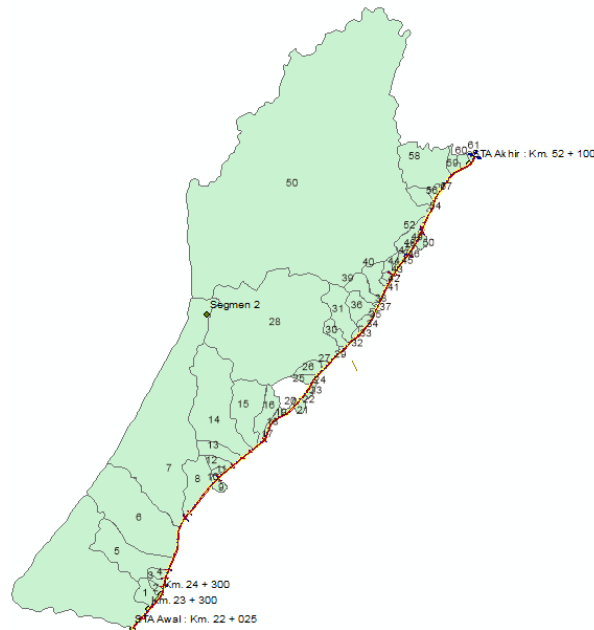


Gambar 4. Skema aliran drainase.

Objek atau *item* yang digunakan pada analisis ini adalah *rain gauge* atau *rain gage*, *subcatchment*, *junction*, *conduit*, dan *outfall*. Masing – masing objek dapat dijelaskan sebagai berikut :

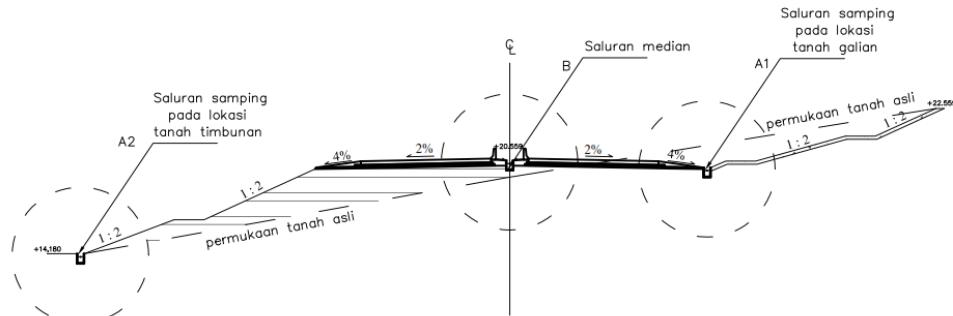
- a. *Rain gauge* : Pemodelan yang mewakili curah hujan yang akan mensuplai area studi.
- b. *Subcatchment* : Daerah tangkapan air berupa DAS, Sub-DAS, atau daerah tangkapan air dari permukaan sesuai tata guna lahan.
- c. *Junction* : titik pertemuan aliran dari DAS ke saluran, atau antar saluran.
- d. *Conduit* : Pemodelan saluran penghubung.
- e. *Outfall* : Titik hilir saluran.

Berdasarkan hasil perhitungan debit menggunakan *EPA SWMM 5.1*, terdapat 61 buah DAS ditunjukkan pada Gambar 5 dengan debit masing – masing DAS dan rencana gorong – gorong-nya ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 5. Gambar DAS pada analisis sistem drainase Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Km. 22 + 025 sampai Km. 52 + 100

Ilustrasi saluran samping pada kondisi tanah galian, kondisi tanah timbunan, dan saluran



median ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 6. Potongan melintang jalan.

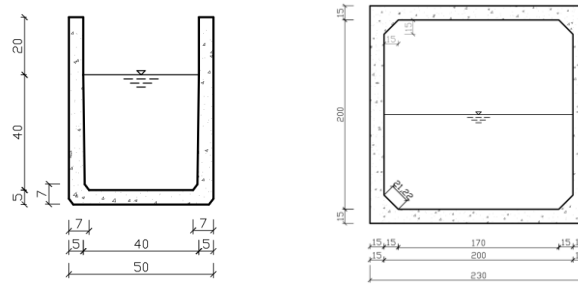
Hasil hitung debit banjir rencana dengan kala ulang 25 tahun (Q_{25}) untuk saluran samping dan median jalan tol ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Debit saluran samping dan median.

Kondisi	Debit banjir maksimum (Q_{25}) (m^3/s)
A. Saluran samping	
A1. Lokasi tanah galian	0,276
A2. Lokasi tanah timbunan	0,196
B. Saluran median	0,172

C. Analisis Hidrolika

Perhitungan selanjutnya adalah pencanaan hidrolika menggunakan persamaan Manning. Saluran drainase jalan tol ini direncanakan menggunakan saluran beton pra-cetak dengan mutu K-325. Untuk saluran samping dan median menggunakan saluran *U-Ditch* tipe U400D dengan dimensi 400 x 600 x 1200. Sedangkan untuk gorong – gorong menggunakan *Box Culvert* tipe BC 2 x 2 dengan dimensi 2000 x 2000 x 1000. Ilustrasi penampang saluran *U-Ditch* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Penampang saluran *U-Ditch* dan *Box Culvert*.

Debit DAS dan hasil perencanaan hidrolika untuk gorong – gorong ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rencana gorong – gorong.

No.	Sta.	Luas DAS (Ha)	Debit DAS (Q_{50}) (m^3/dtk)	Debit <i>U-Ditch</i> (Q_{25}) (m^3/dtk)	Debit rencana (m^3/dtk)	Kapasitas maksimum (m^3/dtk)	Tipe saluran BC (n) x 2 x 2	Perlu jembatan atau tidak
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6] = 1,3 * ([4] + [5])	[7]	[8]	[9]
1	23 + 891,579	105,270	48,770	1,317	65,113	79,593	3	Tidak
2	24 + 327,062	29,833	37,310	1,586	50,565	53,062	2	Tidak
3	24 + 966,725	27,405	34,080	1,418	46,147	53,062	2	Tidak
4	25 + 465,525	39,720	30,680	1,595	41,958	53,062	1	Tidak
5	26 + 236,339	514,295	221,970	1,329	290,289	132,655	5	Perlu
6	26 + 455,165	1142,631	385,080	1,460	502,502	132,655	5	Perlu
7	28 + 250,774	2485,044	945,340	1,109	1230,384	132,655	5	Perlu
8	30 + 535,113	281,151	130,500	1,240	171,262	132,655	5	Perlu
9	30 + 772,474	29,563	24,300	1,460	33,488	53,062	2	Tidak
10	30 + 964,520	12,027	11,040	1,201	15,913	26,531	1	Tidak
11	31 + 416,536	19,833	19,520	1,379	27,169	53,062	2	Tidak
12	31 + 726,151	60,662	40,630	1,238	54,428	79,593	3	Tidak
13	32 + 319,266	140,276	76,880	1,264	101,587	106,124	4	Tidak
14	32 + 894,034	988,967	344,790	1,306	449,925	132,655	5	Perlu
15	33 + 500,404	415,166	184,390	1,511	241,671	132,655	5	Perlu
16	33 + 640,352	168,922	127,610	1,441	167,766	132,655	5	Perlu
17	34 + 590,962	12,079	23,360	1,401	32,189	53,062	2	Tidak
18	35 + 174,188	16,562	18,960	1,162	26,159	26,531	1	Tidak
19	35 + 832,581	10,933	9,520	0,935	13,592	26,531	1	Tidak
20	36 + 323,074	9,676	8,710	0,904	12,498	26,531	1	Tidak

Tabel 3. Rencana gorong – gorong (Lanjutan)

No.	Sta.	Luas DAS (Ha)	Debit DAS (Q ₅₀) (m ³ /dtk)	Debit U-Ditch (Q ₂₅) (m ³ /dtk)	Debit rencana (m ³ /dtk)	Kapasitas maksimum (m ³ /dtk)	Tipe saluran BC (n) x 2 x 2	Perlu jembatan atau tidak
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6] = 1,3 * ([4] + [5])	[7]	[8]	[9]
21	36 + 633,212	25,638	21,480	1,059	29,301	26,531	1	Tidak
22	37 + 174,003	11,895	9,190	0,913	13,134	26,531	1	Tidak
23	37 + 451,483	5,693	9,800	1,110	14,183	26,531	1	Tidak
24	37 + 801,527	8,658	14,010	1,340	19,955	26,531	1	Tidak
25	38 + 026,000	34,772	38,500	1,177	51,580	53,062	2	Tidak
26	38 + 553,153	77,028	65,770	1,299	87,190	106,124	4	Tidak
27	38 + 907,159	10,531	12,210	1,179	17,406	26,531	1	Tidak
28	39 + 627,026	2780,305	878,360	1,171	1143,390	132,655	5	Perlu
29	40 + 172,104	5,774	9,910	0,998	14,180	26,531	1	Tidak
30	40 + 540,546	80,783	85,300	1,253	112,519	132,655	5	Tidak
31	40 + 672,711	259,073	67,620	1,411	89,740	106,124	4	Tidak
32	40 + 957,536	11,059	13,850	1,393	19,816	26,531	1	Tidak
33	41 + 472,281	7,934	9,370	0,948	13,413	26,531	1	Tidak
34	42 + 026,862	30,077	18,010	1,236	25,020	26,531	1	Tidak
35	42 + 513,370	7,844	9,880	1,003	14,148	26,531	1	Tidak
36	42 + 836,044	134,377	75,740	1,469	100,372	106,124	4	Tidak
37	42 + 988,769	1,706	3,700	0,358	5,275	26,531	1	Tidak
38	43 + 076,060	4,017	5,580	0,584	8,013	26,531	1	Tidak
39	43 + 443,947	130,614	100,210	1,227	131,868	132,655	5	Tidak
40	43 + 876,698	125,317	111,540	1,350	146,757	132,655	5	Perlu
41	44 + 256,420	10,807	23,310	1,354	32,063	53,062	2	Tidak
42	44 + 745,055	17,866	19,410	1,173	26,758	53,062	2	Tidak
43	44 + 872,162	44,225	47,110	1,085	62,654	79,593	3	Tidak
44	45 + 071,276	6,480	10,030	0,959	14,286	26,531	3	Tidak
45	45 + 676,117	19,604	23,330	0,983	31,607	53,062	2	Tidak
46	46 + 120,335	4,633	12,280	1,111	17,408	26,531	1	Tidak
47	46 + 246,401	4,749	10,880	1,047	15,505	26,531	1	Tidak
48	46 + 547,410	6,740	16,780	1,367	23,591	26,531	1	Tidak
49	46 + 673,699	2,065	5,280	0,455	7,456	26,531	1	Tidak
50	47 + 021,759	29,667	35,940	1,283	48,390	53,062	2	Tidak
51	47 + 273,163	1,381	1,830	0,342	2,824	26,531	1	Tidak
52	48 + 050,517	96,995	67,500	1,111	89,194	106,124	4	Tidak
53	48 + 387,850	10739,568	2419,850	1,172	3147,329	132,655	5	Perlu
54	48 + 474,643	4,211	4,940	0,541	7,125	26,531	1	Tidak
55	48 + 870,472	91,364	90,470	1,094	119,033	132,655	5	Tidak
56	49 + 222,985	25,378	31,130	0,961	41,718	53,062	2	Tidak
57	49 + 871,230	2,936	3,300	0,432	4,852	26,531	1	Tidak
58	50 + 298,436	488,460	281,530	1,050	367,354	132,655	5	Perlu

Tabel 3. Rencana gorong – gorong (Lanjutan)

No.	Sta.	Luas DAS (Ha)	Debit DAS (Q_{50}) (m^3/dtk)	Debit U-Ditch (Q_{25}) (m^3/dtk)	Debit rencana (m^3/dtk)	Kapasitas maksimum (m^3/dtk)	Tipe saluran BC (n) x 2 x 2	Perlu jembatan atau tidak
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6] = 1,3 * ([4] + [5])	[7]	[8]	[9]
59	50 + 783,444	56,266	38,250	1,066	51,111	53,062	2	Tidak
60	51 + 451,734	33,222	33,460	1,149	44,992	53,062	2	Tidak
61	52 + 001,054	10,628	10,930	1,438	16,078	26,531	1	Tidak

Keterangan :

Apabila debit rencana melebihi batas maksimum debit lima *box culvert* atau BC 5 x 2 x 2 dengan debit maksimum 132,655 m^3/dtk , maka diperlukan perencanaan jembatan. Dalam analisis drainase Jalan Tol Balikpapan – Samarinda, terdapat sebelas lokasi (Sta.) yang memerlukan perencanaan jembatan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan sistem drainase pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Km 22+025 – Km 52+100 ini adalah sebagai berikut :

1. Dari analisis hidrologi yaitu dengan menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III, periode ulang 25 tahun dan dihitung dengan aplikasi EPA SWMM, maka debit maksimal saluran adalah sebagai berikut :
 - a) Kondisi saluran timbunan = 0,196 $m^3/detik$.
 - b) Kondisi saluran galian = 0,276 $m^3/detik$.
 - c) Kondisi saluran median = 0,172 $m^3/detik$.
2. Perencanaan saluran dibagi menjadi 3 jenis yaitu :
 - a) Saluran samping kiri dan kanan menggunakan U-Ditch tipe U400D dengan dimensi 400 x 600 x 1200.
 - b) Saluran median menggunakan U-Ditch tipe U400D dengan dimensi 400 x 600 x 1200.
 - c) Gorong – gorong menggunakan Box Culvert tipe BC 2 x 2 dengan dimensi 200 x 200 x 1000.

DAFTAR PUSTAKA

- C.D. Soemarto, 1999, *Hidrologi Teknik*, Erlangga. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, 2006. *Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd.T-02-2006-B*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- EPA. 2015. *Storm Water Manangement Model User's Manual Version 5.1*. US Enviromental Protection Agency, Cincinnati, OH.
- Pemerintah RI. 2016, *Peraturan Pemerintah No.3 Tahun 2016, Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional*. Pemerintah RI, Jakarta
- Suripin, Dr.Ir.M.Eng, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Triatmojo, Bambang. 2003. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta