

# PENELITIAN DRAINASE JALAN RAYA (STUDI KASUS RUAS JALAN PALIMANAN – JATIBARANG KM 33+100 - 34+100)

Petrus Syariman\*)

## Abstract

Highways are often damaged by excessive water content below road surface. The road section between Palimanan - Jatibarang, West Java is an area often flooded particularly at left and right sides of road. To prevent floods, a study on these ditches had been implemented to determine the dimension of a ditch proportional with hydrological conditions in its vicinity. The method applied in this study had been the mapping of detailed highway situation, rainfall intensity analysis, design flood analysis, and flow discharge simulation using a HEC-HMS model. Study results showed that flow discharge passing through the out-let drainage is 3.88 m<sup>3</sup>/sec and 6.29 m<sup>3</sup>/sec respectively, for a return period of two and five years. With a flow velocity assumption of 1.2 m/sec and a cross sectional area of out-let drainage on site of 3.19 m<sup>2</sup>, inundation time at vicinity of out-let is respectively four hours for a return period of two years, and six and half hours for a return period of five years. The average cross sectional dimension recommended for a return period of two years is 1.36m x 2.0m, and for a return period of two years, 2.0 m x 2.0 m.

**Keywords:** Road surface, flood, ditch, flow discharge, inundation time

## PENDAHULUAN

### 1 Latar Belakang

Ruas jalan Palimanan – Jatibarang khususnya pada Km 33+100 sampai dengan 34+100 merupakan daerah yang sering mengalami banjir. Banjir di daerah ini memang tidak sampai menggenangi jalan. Namun, dapat berakibat pada rusaknya permukaan jalan, seperti bergelombang yang disebabkan oleh adanya kandungan air di bawah permukaan jalan.

Sarana jalan merupakan infrastruktur yang sangat diperlukan untuk mobilisasi lalu lintas perekonomian, sehingga harus diperhatikan dari berbagai kemungkinan terjadinya kerusakan yang diakibatkan oleh air.

Kerusakan jalan yang sering terjadi, karena tergenangnya air di badan jalan akibat tidak tersedianya sistem drainase yang baik. Tergenangnya air di jalan raya dapat disebabkan oleh hujan maupun banjir yang berasal dari saluran drainase yang meluap akibat dari dimensi saluran yang secara teknis tidak sesuai.

Adanya air pada permukaan jalan raya akan mempercepat kerusakan jalan dan mengurangi umur layan jalan tersebut, sehingga menyebabkan kurang-nyamanan masyarakat pengguna jalan. Untuk menanggulangi kondisi jalan yang demikian maupun untuk rencana pembukaan jalan baru,

---

\*) Peneliti Madya Bidang Hidrologi, Puslitbang Sumber Daya Air, Bandung

diperlukan penelitian drainase jalan terlebih dahulu agar dimensi saluran yang didapat benar-benar sesuai dengan kondisi curah hujan maupun debit aliran sungai yang berada di sekitarnya.

## 2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kondisi hidrologi daerah aliran di sekitar jalan raya sedangkan tujuannya adalah untuk menentukan dimensi saluran drainase di sepanjang kiri dan kanan jalan raya.

## 3 Kendala

Kendala yang dihadapi dalam melakukan penelitian ini adalah tidak tersedianya peta kontur daerah aliran di sekitar jalan raya, sehingga tidak dapat menentukan parameter kemiringan lereng dan arah aliran permukaan dengan teliti.

# KAJIAN PUSTAKA

## 1 Drainase Jalan

Definisi drainase adalah usaha pengeringan air dari suatu tempat atau daerah, baik berupa air permukaan atau air yang keluar dari dalam tanah ke permukaan dengan cara alam atau buatan yang biasanya akan menyangkut persoalan aliran. Referensi lain mendefinisikan saluran drainase sebagai cara pengalihan pengaliran air, secara alamiah atau buatan, dari permukaan untuk suatu area tertentu yang mana pengaliran tersebut berlangsung secara gravitasi.

Adapun definisi lain dari drainase yaitu prasarana yang dapat bersifat alami ataupun buatan yang berfungsi untuk memutuskan dan menyalurkan air permukaan maupun bawah tanah, biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi (*Road Drainage Design Manual, 2002*).

Tujuan dari program drainase ialah untuk mengurangi/mencegah kerugian yang ditimbulkan oleh tidak sempurnanya drainase, baik kerugian kehilangan jiwa, maupun

kerusakan prasarana dan kehilangan produktivitas, akibat kelebihan air dan banjir, atau dengan kata lain, program penanganan drainase yaitu untuk melengkapi prasarana pelayanan umum dalam rangka mengurangi frekuensi banjir dan lama genangan.

Sedangkan tujuan sistem drainase jalan adalah mencegah kehancuran konstruksi jalan dengan cara selalu menjaga kadar air rendah dalam konstruksi jalan dan membuang air secepatnya keluar badan jalan.

Fungsi utama saluran drainase jalan adalah mengumpulkan dan menyalurkan air permukaan maupun air bawah permukaan melalui saluran yang ditempatkan di samping jalan.

Sistem drainase jalan harus dapat mengatasi dua masalah :

- 1 Air permukaan yang berasal dari air yang mengalir di permukaan aliran-aliran yang dibelokkan atau aliran-aliran sungai.
- 2 Air Tanah

Dari kedua definisi tersebut di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa definisi drainase jalan adalah prasarana yang berfungsi memutuskan dan mengalirkan air permukaan jalan (biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi), termasuk di dalamnya saluran sisi jalan terbuka maupun tertutup pipa, gorong-gorong serta *culvert*.

## 2 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh aliran untuk mengalirkan air dari titik terjauh sampai pada titik pemantauan aliran tersebut. Pada umumnya waktu konsentrasi di sini sangat diperlukan dalam melakukan suatu analisis banjir. Dari definisi yang ada, maka waktu konsentrasi sangat tergantung pada panjang aliran yang dilalui, kemiringan lahan, tata guna lahan atau kekasaran lahan tersebut sering dinyatakan dalam bentuk koefisien kekasaran.

Secara teoritis, metode untuk menentukan waktu konsentrasi sangat bermacam-macam di antaranya adalah metode gelombang

kinematik (*Kinematic wave*), metode SCS TR-55, metode Kirpich dan lain-lain. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi (*tc*) adalah metode Kirpich.

Secara matematis, metode Kirpich tergantung dari parameter panjang aliran dan kemiringan lahan (**Motamedvaziri B, 2008**), persamaannya adalah sebagai berikut:

$$t_c = 0,0195 * \left( \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right) \text{ menit} \quad (1)$$

di mana:

- L : panjang aliran (m)
- S : *slope* (m/m)

### 3 Analisa Intensity Duration Frequency (IDF)

IDF dapat diestimasi dengan dua pendekatan. Pertama, jika tidak ada data hujan durasi pendek, maka dapat digunakan pendekatan **Bell** dengan menggunakan data hujan harian maksimum tahunan rata-rata dan jumlah hari hujan tahunan rata-rata untuk tebal hujan lebih besar dari 10 mm. Data tersebut dapat diperoleh dari kantor Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG). Pendekatan kedua, dapat menggunakan analisa frekuensi dan regresi dengan data hujan durasi pendek. Pendekatan ini biasanya dilakukan dengan persamaan Sherman atau Talbot. Mengingat di lokasi penelitian data durasi pendek tidak tersedia, maka digunakan pendekatan yang pertama, yaitu menggunakan rumus modifikasi Bell (**Adidarma dkk, 1995**). Persamaan yang digunakan untuk menghitung IDF berdasarkan metode modifikasi **Bell** adalah sebagai berikut:

$$R_{10}^{60} = 0,92 * M^{0,67} * N^{0,33} \dots\dots\dots (2)$$

$$R_T^t = R_{10}^{60} (0,14 * \ln T + 0,68) * (0,54 * t^{0,25} - 0,5) \dots (3)$$

di mana

- $R_{10}^{60}$  : Ketinggian hujan durasi 60 menit periode ulang 10 tahun
- M : Hujan harian maksimum tahunan rata-rata
- N : Jumlah hari hujan tahunan rata-rata untuk hujan > 10 mm  
1 < N < 80 dan 50 < M < 115
- t : Durasi hujan (menit)
- T : Periode ulang (tahun)
- $R_T^t$  : Hujan dengan durasi t menit dan periode ulang T tahun.

### 4 Analisa Banjir Rencana

Debit banjir rencana sangat diperlukan dalam melakukan suatu desain untuk menentukan dimensi saluran yang akan dibangun. Pembangunan saluran drainase tanpa melakukan analisis yang benar pada suatu saat akan bermasalah, seperti meluapnya air dari saluran atau cepatnya permukaan jalan raya mengalami kerusakan.

Dalam penelitian ini paling tidak digunakan dua pendekatan metode dalam menentukan debit banjir rencana. Yang pertama adalah dengan metode rasional dan yang kedua dengan pendekatan paket program hidrologi yaitu model HEC-HMS.

Metode Rasional merupakan metode yang sudah sering digunakan dalam melakukan analisa debit banjir untuk keperluan drainase. Metode ini sangat sederhana dan perlu diperhatikan secara seksama parameter yang digunakan, sehingga hasil yang diperoleh sangat baik. Metode rasional ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (**Moh. Parak et.al, 2006**):

$$Q = 0,278 C I A \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

Q : Debit puncak ( $m^3/s$ )

C : Koefisien pengaliran

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

A : Luas daerah aliran ( $km^2$ )

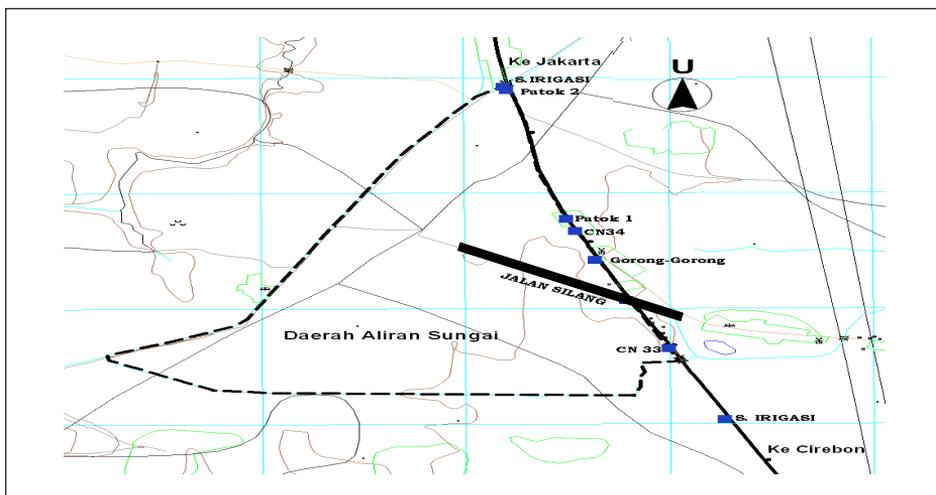
Metode kedua yang digunakan adalah dengan pendekatan model, di mana daerah alirannya dibagi menjadi beberapa Sub-basin yang lebih kecil, sehingga parameter yang dihasilkan menjadi lebih homogen. Selain itu, waktu perjalanan aliran (*routing*) dapat ditentukan secara pasti berdasarkan panjang lereng yang telah ditetapkan. Setiap Sub-basin memiliki parameter tersendiri seperti *time lag*, koefisien puncak debit ( $C_p$ ), *curve number* (CN) yang tergantung pada jenis tanah dan tutupan lahan. Debit aliran dari tiap Sub-basin akan saling berhubungan dengan Sub-basin lain (*Stream Network Model*) dan pada akhirnya akan bermuara pada satu titik keluaran air (*outlet*). Untuk memudahkan perhitungan dalam penelitian ini, dipergunakan model HEC-HMS yang didasarkan pada metode perhitungan hidrograf satuan sintesis Snyder. Kehilangan

air dari suatu daerah aliran dalam bentuk infiltrasi dan evaporasi sudah diperhitungkan dalam model tersebut (**User's Manual HEC-HMS Version 1.0**)

## DATA YANG DIPERGUNAKAN

Untuk melakukan suatu analisa, maka perlu dilakukan pengumpulan data yang digunakan untuk analisa. Data yang diperlukan mulai dari data hidrologi maupun data topografi lapangan. Data hidrologi yang dipergunakan adalah data curah hujan harian yang dikumpulkan dari pos Kertasemaya (14) dan pos Sukadana (14a) dari tahun 1988 – 2001 dan 1966 - 2001. Lokasi kedua pos hujan tersebut sangat berdekatan dengan lokasi penelitian yaitu sekitar 5 km.

Untuk mengetahui kemiringan saluran di jalan raya di daerah penelitian, telah dilakukan pengukuran situasi sepanjang lebih kurang 1 km pada tanggal 25 – 31 Oktober 2006. Kemiringan saluran dari utara ke arah gorong-gorong sekitar 0,0029 dan dari arah selatan ke arah gorong-gorong sekitar 0,0035. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian dan Daerah Aliran Jalan Raya Km 33+100 - 34+100

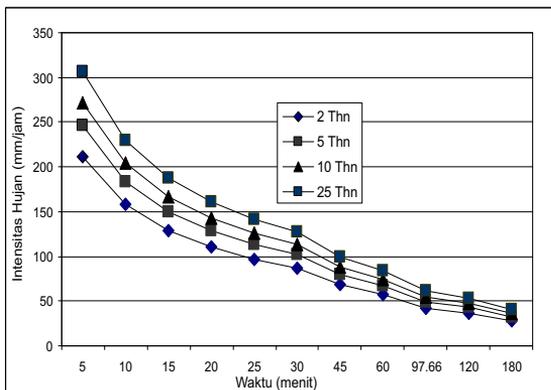
## ANALISIS DATA

### 1 Perhitungan IDF Berdasarkan Modifikasi Persamaan Bell

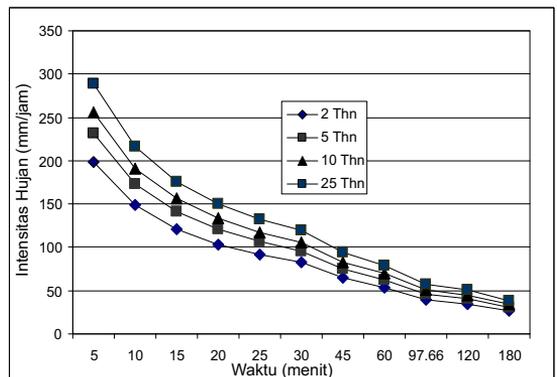
Berdasarkan data curah hujan harian dari pos hujan Kertasemaya dan Sukadana, telah dilakukan analisis curah hujan harian maksimum dan hari hujan yang lebih besar dari 10 mm. Untuk pos Sukadana curah hujan maksimum harian rata-ratanya adalah 93,5 mm dan hari hujan rata-ratanya sekitar 48,2 hari. Sedangkan untuk pos hujan Kertasemaya, curah hujan maksimum harian rata-ratanya 99,4 mm dan hari hujan rata-ratanya sekitar 51,6 hari. Waktu konsentrasi aliran ( $t$ ) dalam penelitian ini turut diperhitungkan, karena berpengaruh dalam perhitungan tebal hujan untuk berbagai periode ulang. Dalam hal ini, waktu konsentrasi aliran di daerah aliran sekitar jalan raya dapat dihitung dengan pendekatan

persamaan (1) yaitu 97,66 menit. Berdasarkan persamaan (2), maka tebal hujan 60 menit dengan periode ulang 10 tahun adalah 73,6 mm dan 69,2 mm masing-masing untuk pos Kertasemaya dan Sukadana. Untuk mengetahui tebal hujan dengan periode ulang yang diinginkan, maka hasil perhitungan tebal hujan 60 menit dan waktu konsentrasi aliran disubstitusikan kedalam persamaan (3). Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat diketahui hasil perhitungan tebal curah hujan untuk nilai  $t_c = 97,66$  menit. Dengan demikian, intensitas curah hujan per jamnya secara rata-rata untuk periode ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun dapat dihitung yaitu berturut-turut 40,8 mm/jam, 47,6 mm/jam, 52,7 mm/jam dan 59,4 mm/jam. Berdasarkan tabel tersebut dapat juga digambarkan grafik intensitas hujan (mm/jam) untuk berbagai periode ulang seperti terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2 Kurva Intensitas Hujan di pos Kertasemaya dengan berbagai periode ulang



Gambar 3 Kurva Intensitas Hujan di pos hujan Sukadana dengan berbagai periode ulang

Tabel 1 Hasil Perhitungan Tebal Hujan dan Intensitas Hujan pos Kertasemaya untuk setiap periode ulang (tahun)

Waktu	Tebal Hujan Periode Ulang (mm)				Intensitas Hujan Periode Ulang (mm/jam)			
	2	5	10	25	2	5	10	25
<b>t</b>								
5	17,6	20,5	22,7	25,6	211,1	245,9	272,3	307,1
10	26,3	30,7	34,0	38,3	158,0	184,1	203,8	229,9
15	32,2	37,5	41,5	46,8	128,8	150,0	166,1	187,4
20	36,7	42,8	47,4	53,4	110,2	128,4	142,1	160,3
25	40,5	47,2	52,2	58,9	97,1	113,2	125,3	141,3
30	43,7	50,9	56,4	63,6	87,4	101,8	112,7	127,2
45	51,4	59,9	66,3	74,8	68,5	79,9	88,4	99,7
60	57,4	66,8	73,6	83,5	57,4	66,8	74,0	83,5
<b>97,66</b>	<b>68,5</b>	<b>79,8</b>	<b>88,4</b>	<b>99,7</b>	<b>42,1</b>	<b>49,0</b>	<b>54,3</b>	<b>61,2</b>
120	73,6	85,8	95,0	107,2	36,8	42,9	47,5	53,6
180	84,5	98,5	109,1	123,0	28,2	32,8	36,4	41,0

Keterangan:  $R_{10}^{60} = 73,6$  artinya curah hujan durasi 60 menit, periode ulang 10 tahun = 73,6 mm

Tabel 2 Hasil Perhitungan Tebal Hujan dan Intensitas Hujan pos Sukadana untuk setiap periode ulang (tahun)

Waktu	Tebal Hujan Periode Ulang (mm)				Intensitas Hujan Periode Ulang (mm/jam)			
	2	5	10	25	2	5	10	25
<b>t</b>								
5	16,5	19,3	21,3	24,0	198	231	256	289
10	24,7	28,8	31,9	36,0	148	173	191	216
15	30,2	35,2	39,0	44,0	121	141	156	176
20	34,5	40,2	44,5	50,2	103	121	134	151
25	38,0	44,3	49,0	55,3	91	106	118	133
30	41,0	47,8	52,9	59,7	82	96	106	119
45	48,3	56,3	62,3	70,3	64	75	83	94
60	53,9	62,8	69,2	78,4	54	63	70	78
<b>97,66</b>	<b>64,4</b>	<b>75,0</b>	<b>83,0</b>	<b>93,6</b>	<b>40</b>	<b>46</b>	<b>51</b>	<b>58</b>
120	69,2	80,6	89,2	100,7	35	40	45	50
180	79,4	92,5	102,5	115,6	26	31	34	39

Keterangan:  $R_{10}^{60} = 69,2$  artinya curah hujan durasi 60 menit, periode ulang 10 tahun = 69,2 mm

Tabel 3 Analisa Hujan Rencana untuk berbagai periode ulang

Periode Ulang (Tahun)	Pos Kertasemaya				Pos Sukadana				Rata-rata
	LN3	Pearson	LP III	Gumbel	LN3	Pearson	LP III	Gumbel	LP III
2	95,4	91,5	95,3	95,6	90,4	89,1	90,3	90,1	92,8
3	107	102	106	110	101	100	101	101	104
5	120	116	118	126	113	112	112	112	115
10	135	134	133	145	126	127	126	127	130
25	154	158	152	171	143	145	142	146	147
50	167	177	166	189	155	158	154	159	160

## 2 Perhitungan Debit Rencana

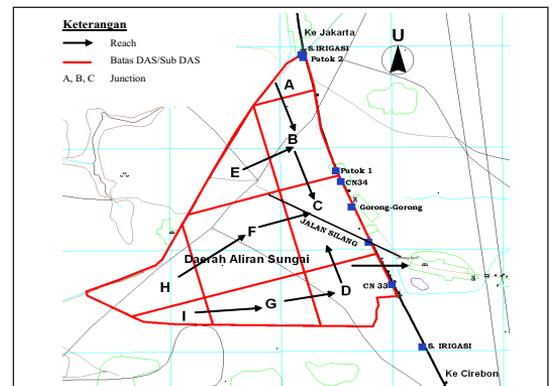
Debit rencana biasanya dipergunakan dalam perencanaan bangunan-bangunan pengairan antara lain: saluran drainase, bendung, dan lain-lain. Berdasarkan data intensitas curah hujan yang telah dihitung, koefisien limpasan daerah penelitian yang ditetapkan sebesar 0,15 dan luas daerah aliran di sekitar jalan raya seluas 3,03 km<sup>2</sup>, maka asumsi debit rencana di daerah penelitian dengan berbagai periode ulang dapat dihitung dengan persamaan (4) yaitu  $Q_2 = 5,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_5 = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{10} = 6,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ; dan  $Q_{25} = 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Penetapan koefisien limpasan sebesar 0,15 berdasarkan pertimbangan kondisi permukaan daerah penelitian drainase nya agak buruk (tanah liat), kemiringan tanah sekitar 2% (McCuen, 2004).

## 3 Pendekatan dengan Model HEC-HMS

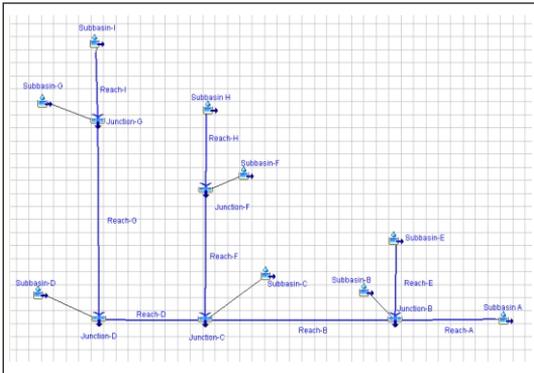
Perhitungan drainase jalan raya dapat juga didekati dengan model HEC-HMS dengan memasukkan parameter *time lag*, luas daerah aliran, curah hujan rencana dan distribusinya, panjang *overland flow* dan *curve number* (CN). Parameter *time lag*, berdasarkan hasil analisa diperoleh angka berkisar antara 0,444 sampai 0,788 jam; curah hujan rencana untuk kedua pos curah hujan dihitung berdasarkan data hujan harian maksimum tahunan dengan

menggunakan analisa frekuensi, dalam hal ini yang paling mendekati data adalah distribusi Log Pearson III (LP III). Hasil analisa frekuensi hujan rencana dapat dilihat pada Tabel 3 sedangkan distribusi curah hujan rencana diperoleh dari hasil penelitian yang pernah dilakukan di daerah Jawa Barat (Mulyantari, 1999).

Sebelum melakukan simulasi banjir rencana, terlebih dahulu membuat konfigurasi aliran dari daerah aliran jalan raya (DAJR) untuk mendapatkan debit aliran yang lebih realistis dan proporsional dengan cara membagi daerah aliran jalan raya menjadi tiga sub daerah aliran jalan raya (*sub-basin*) dan setiap sub daerah aliran jalan raya dibagi lagi menjadi tiga buah sub daerah aliran jalan raya yang lebih kecil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 dan konfigurasi alirannya dapat dilihat pada Gambar 5.

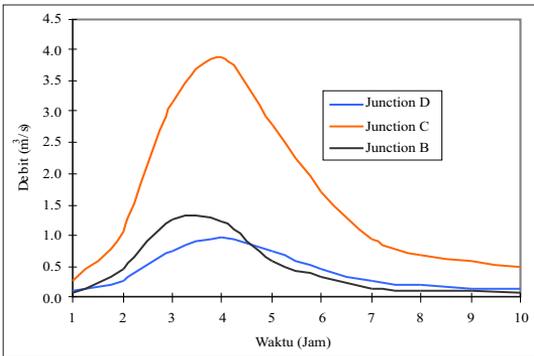


Gambar 4 Pembagian Sub Daerah Aliran Jalan Raya

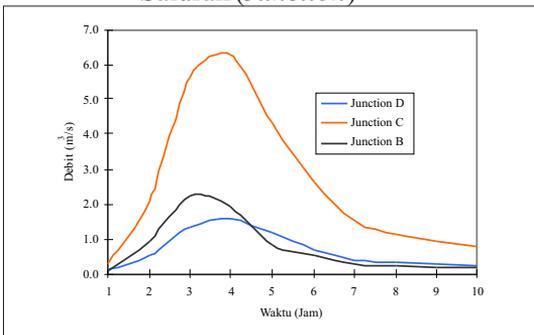


Gambar 5 Konfigurasi Aliran Berdasarkan Model HEC – HMS

Dari konfigurasi pada Gambar 5 dapat diidentifikasi debit rencana dari setiap pertemuan aliran di saluran untuk periode ulang 2 tahun dan 5 tahun. Dengan melakukan simulasi parameter koefisien puncak dan *curve number* (CN), maka didapat debit



Gambar 6 Hidrograf Banjir Rencana Periode Ulang 2 Tahun di tiap Pertemuan Saluran (*Junction*)



Gambar 7 Hidrograf Banjir Rencana Periode Ulang 5 Tahun di tiap Pertemuan Saluran (*Junction*)

rencana di tiap-tiap pertemuan (*junction*) maupun di sub-sub daerah aliran jalan raya yaitu  $1,27 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $3,88 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$  berturut-turut di *Junction B*, *Junction C*, dan *Junction D* untuk periode ulang 2 tahun.

Demikian juga untuk periode ulang 5 tahun, besar debit puncak di *Junction B*, *Junction C* dan *Junction D* berturut-turut  $2,22 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $6,27 \text{ m}^3/\text{s}$ ; dan  $1,57 \text{ m}^3/\text{s}$ . Untuk jelasnya, secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan hidrograf banjir rencana untuk periode ulang 2 dan 5 tahun dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis debit rencana dengan model HEC-HMS dilakukan dengan membagi DAS menjadi beberapa sub DAS atau *sub-basin*. Hal yang sama sebenarnya dapat diterapkan juga pada metode rasional. Hasil analisis dengan menggunakan dua macam pendekatan tersebut, ternyata model HEC-HMS memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode rasional, karena model HEC-HMS lebih mempertimbangkan berbagai parameter spesifik hidrograf satuan dan karakteristik daerah aliran secara spasial.

Debit rencana yang dihitung dengan metode rasional untuk periode ulang 2 dan 5 tahun berturut-turut  $5,2 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dengan model HEC-HMS untuk periode ulang 2 tahun, menghasilkan debit rencana berturut-turut  $1,27 \text{ m}^3/\text{s}$  di *Junction B*;  $3,88 \text{ m}^3/\text{s}$  di *Junction C* dan  $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$  di *Junction D*. Selanjutnya, untuk periode ulang 5 tahun menghasilkan debit rencana berturut-turut  $2,22 \text{ m}^3/\text{s}$  di *Junction B*;  $6,27 \text{ m}^3/\text{s}$  di *Junction C*; dan  $1,57 \text{ m}^3/\text{s}$  di *Junction D*. Berdasarkan data perhitungan debit rencana tersebut, dapat ditentukan dimensi saluran di gorong-gorong C (*Junction C*) yaitu  $1,36 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$  untuk periode ulang 2 tahun dan  $2,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$  untuk periode ulang 5 tahun.

Hasil perhitungan dengan model HEC-HMS untuk periode ulang 2 tahun dan 5 tahun memberikan dimensi saluran seperti terlihat pada Tabel 5.

Penerapan dimensi saluran drainase di lapangan dari hasil simulasi pada Tabel 5 sangat tergantung pada gambar penampang melintang (*cross section*) dan peta kontur jalan raya. Melalui gambar penampang melintang tersebut, dapat diketahui gradien dasar saluran drainasenya (S) yaitu beda tinggi antara hulu dengan hilir dibagi dengan panjang saluran. Demikian juga dari peta

kontur, dapat diketahui saluran-saluran yang tertutup.

Luas daerah aliran jalan raya biasanya meliputi luas daerah yang relatif kecil dan bentuknya relatif sejajar dengan jalan raya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran situasi detail untuk mengetahui arah aliran dan kemiringan lereng. Dalam studi kasus Jalan raya Palimanan – Jatibarang, luas daerah aliran pada ruas KM 33+100 – 34+100 tidak dilakukan pemetaan situasi kecuali pemetaan profil melintang jalan raya dengan jarak antara profil sejauh 10 meter.

Tabel 4 Debit Rencana Hasil Keluaran Model HEC-HMS

SDAJR*	Luas (km <sup>2</sup> )	Periode Ulang 2 Tahun			Periode Ulang 5 Tahun		
		Q (m <sup>3</sup> /s)	Tebal Aliran (mm)	Volume (1000 m <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Tebal Aliran (mm)	Volume (1000 m <sup>3</sup> )
<b>Junction-B</b>	<b>0,83</b>	<b>1,27</b>	<b>18,78</b>	<b>15,59</b>	<b>2,22</b>	<b>31,32</b>	<b>26,00</b>
<b>Junction-C</b>	<b>3,03</b>	<b>3,88</b>	<b>18,06</b>	<b>54,73</b>	<b>6,27</b>	<b>29,72</b>	<b>90,09</b>
<b>Junction-D</b>	<b>0,77</b>	<b>0,97</b>	<b>18,48</b>	<b>14,23</b>	<b>1,57</b>	<b>29,94</b>	<b>23,05</b>
Junction-F	1,00	1,21	17,77	17,74	1,97	29,07	29,01
Junction-G	0,42	0,56	18,53	7,86	0,89	30,15	12,78
Reach-A	0,11	0,18	24,30	2,58	0,29	36,79	3,90
Reach-B	0,83	1,24	18,86	15,66	2,06	31,40	26,06
Reach-D	0,77	0,96	18,49	14,24	1,56	29,94	23,05
Reach-E	0,33	0,48	18,53	6,02	0,85	31,09	10,10
Reach-F	1,00	1,18	17,76	17,73	1,94	29,04	28,98
Reach-G	0,42	0,54	18,54	7,86	0,88	30,13	12,77
Reach-H	0,34	0,41	18,43	6,34	0,68	29,69	10,21
Reach-I	0,10	0,16	21,56	2,09	0,25	34,23	3,32
Subbasin A	0,11	0,20	23,83	2,53	0,32	36,37	3,86
Subbasin H	0,34	0,43	18,43	6,34	0,69	29,75	10,23
Subbasin-B	0,40	0,61	17,52	6,99	1,08	30,06	11,99
Subbasin-C	0,43	0,51	16,40	7,10	0,84	27,71	12,00
Subbasin-D	0,35	0,43	18,40	6,37	0,70	29,71	10,28
Subbasin-E	0,33	0,51	18,46	6,00	0,90	31,00	10,08
Subbasin-F	0,65	0,79	17,42	11,39	1,29	28,74	18,79
Subbasin-G	0,33	0,40	17,63	5,76	0,65	28,94	9,46
Subbasin-I	0,10	0,17	21,31	2,07	0,28	34,03	3,30

\*SDAJR = Sub Daerah Aliran Jalan Raya

Tabel 5 Dimensi Rencana Saluran Drainase

Lokasi	Periode Ulang (Tahun)	n	T (m)	L (m)	S	A (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	Qhit (m <sup>3</sup> /s)
Junction B	2	0,02	1,00	1,00	0,0029	1,00	1,29	1,29
Junction C	2	0,02	1,36	2,00	0,0017	2,72	1,43	3,88
Junction D	2	0,02	0,75	1,00	0,0035	0,75	1,33	0,99
Junction B	5	0,02	1,00	1,50	0,0029	1,50	1,53	2,30
Junction C	5	0,02	2,00	2,00	0,0017	4,00	1,57	6,29
Junction D	5	0,02	1,10	1,00	0,0035	1,10	1,45	1,60

Keterangan:

T = Tinggi saluran; L = Lebar saluran; S = Gradien dasar saluran; A = Luas penampang saluran; V = kecepatan aliran; Q hit = debit hitung berdasarkan HEC-HMS

Sumber: hasil perhitungan

Sedangkan untuk parameter kemiringan lahannya diperkirakan dari peta digital skala 1 : 25.000.

Dari survei lapangan diketahui adanya saluran yang sengaja ditutup oleh masyarakat yang dipergunakan sebagai tempat lalu-lintas. Saluran yang ditutup tersebut harus dibongkar dan sebagai kompensasinya harus dibuatkan jembatan beton. Selain itu, adanya jalan desa yang memotong jalan raya perlu dibuatkan gorong-gorong di bawahnya agar air hujan dapat mengalir dengan lancar menuju gorong-gorong.

Jika terjadi banjir di saluran drainase tepi jalan raya dengan periode ulang 5 tahun, maka besarnya debit puncak yang terjadi pada Junction C adalah sebesar 6,29 m<sup>3</sup>/s. Hasil pengukuran dimensi saluran gorong-gorong yang melintas jalan raya (*Junction C*) seluas 3,19 m<sup>2</sup> dan kecepatan aliran yang melalui gorong-gorong tersebut diasumsikan sebesar 1,2 m/s, maka kemampuan gorong-gorong tersebut untuk mengalirkan air adalah sebesar 3,83 m<sup>3</sup>/s. Volume genangan banjir yang terjadi di depan gorong-gorong pada saat banjir berturut-turut 54.730 m<sup>3</sup> dan 90.090 m<sup>3</sup> (Tabel 4) dengan lamanya genangan banjir diperkirakan selama 4 jam dan 6,5 jam, masing-masing untuk periode ulang 2 dan 5 tahun. Lamanya genangan banjir tersebut hanyalah sebuah pendekatan. Jadi jangan dianggap sebagai angka pasti, karena lamanya genangan banjir dipengaruhi oleh banyak faktor seperti adanya pengaruh pasang surut

dari daerah sebelah hilir gorong-gorong C yang relatif dekat dengan laut atau kemungkinan tersumbatnya gorong-gorong dan lain-lain.

Dimensi saluran drainase pinggir jalan raya senantiasa didasarkan pada data curah hujan dan luas daerah aliran jalan raya. Luas daerah aliran jalan raya tersebut tidak hanya terbatas pada patok-patok DMJ (Daerah Milik Jalan) tetapi harus berdasarkan daerah aliran jalan raya yang dibatasi oleh kondisi topografi yang alami seperti puncak-puncak bukit, jalan raya, saluran irigasi dan lain-lain. Jika daerah di sisi kiri kanan jalan relatif datar, maka luas daerah alirannya menjadi sangat luas, sedangkan jika di kiri kanannya berbukit, maka luas daerah alirannya relatif sempit.

Dengan diketahuinya debit puncak saluran di hulu dan di hilir berbeda, maka secara tidak langsung dimensi saluran di hulu dan di hilir juga berbeda. Dimensi saluran di hulu lebih sempit dibandingkan dengan dimensi saluran di hilir. Dengan dimensi demikian diharapkan tidak lagi terjadi genangan air banjir di kiri kanan saluran drainase jalan raya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- 1 Debit rencana yang dihitung pada saluran drainase yang melintas jalan raya adalah 3,88 m<sup>3</sup>/s dan 6,29 m<sup>3</sup>/s, masing-masing untuk periode ulang 2 dan 5 tahun.

- 2 Saluran drainase yang melintas jalan raya ditentukan dengan dimensi 1,36 m x 2,0 m dan 2,0 m x 2,0 m, masing-masing untuk periode ulang 2 dan 5 tahun.
- 3 Lama genangan yang mungkin terjadi di depan mulut saluran drainase jalan raya selama lebih kurang 4 jam dan 6,5 jam masing-masing untuk periode ulang 2 dan 5 tahun, dengan asumsi kecepatan aliran yang melalui gorong-gorong pada saat banjir adalah 1,2 m/s.
- 4 Setiap perencanaan jalan raya harus disertai dengan perencanaan saluran drainase untuk menentukan dimensi saluran drainase dan gorong-gorongnya. Untuk jalan raya yang sudah ada, dimensi saluran drainase dan gorong-gorongnya dapat dihitung ulang dengan konsekuensi biaya yang mahal.

#### Saran

- 1 Daerah Milik Jalan (DMJ) tidak boleh dijadikan dasar untuk menentukan luas daerah aliran, karena akan memberikan dampak perhitungan dimensi saluran drainase yang salah.
- 2 Saluran drainase yang dipotong oleh jalan desa harus dibuatkan gorong-gorong dengan dimensi sekurang-kurangnya 1,0 x 1,0 meter untuk periode ulang 2 tahun.
- 3 Di atas saluran drainase agar dibuatkan beberapa jembatan plat beton sederhana untuk jalan setapak penduduk setempat, terutama di lokasi bekas saluran yang diurug tanah.
- 4 Lamanya genangan di muka gorong-gorong dapat dipercepat dengan cara memperbesar penampang gorong-gorong yang ada, meskipun disadari biaya untuk pelaksanaan tersebut menjadi sangat mahal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 1 -----, 2002, *Road Drainage Design Manual*, The State of Queensland, Department of Main Roads
- 2 -----, March 1998, *HEC-HMS, Hydrologic Modeling System*, User's Manual Version 1.0, US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street, Davis, CA 95616-4687
- 3 -----, October 2002, *Highway Hydrology*, Hydraulic Design Series No. 2, Second Edition, Pub. No. FHWA-NHI-02-001, National Highway Institute, US Department of Transportation.
- 4 Adidarma, Wanny & Lanny M, 1995, *Memperkirakan Curah Hujan Rencana Durasi Pendek Dengan Pendekatan Empiris*, Jurnal Teknik Hidrolik No. 14 Th. X, Bandung
- 5 Jorge A. Ramirez, 2006, *Engineering Hydrology*, Colorado State University.
- 6 McCuen R.H, 2004, *Hydrologic Analysis and Design*, 3<sup>rd</sup> Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 07458.
- 7 Mohamed Parak, Geoffrey GS Pegram, 2006, *The Rational Formula from the Runhydrograph*, Civil Engineering Programme, University of KwaZulu-Natal, Durban, 4041, South Africa.
- 8 Motamedvaziri B, 2008, *Investigating Applicability of Kirpich Method for Estimating Time of Concentration of Flood*, Geochimica et cosmochimica Acta, Vol. 72, Issue 12.

- 9) Mulyantari et.al, 1999, *Analisis Hujan Rencana Yang Handal di Jawa Barat*, Prosiding PIT XVI HATHI, Bengkulu
- 10) Patra K.C, 2003, *Hydrology and Water Resources Engineering*, 2<sup>nd</sup> Edition,
- Alpha Sciences International Ltd,  
Pangbourne, UK
- 11) Philip B. Bedient and Wayne C. Huber, 2001, *Hydrology and Floodplain Analysis*, Prentice Hall, 3<sup>rd</sup> Edition.

*Diterima 17 Maret 2008 ; disetujui 14 Januari 2009*