

## KAJIAN SISTEM DRAINASE PATUKANGAN-PEGULON KABUPATEN KENDAL

Bustan Fadhilsyah Rasyid, Dwi Kurniani<sup>\*)</sup>, Josua Italiano, Sugiyanto<sup>\*)</sup>

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

### ABSTRAK

Kecamatan Patukangan – Pegulon adalah kawasan industri dan perumahan yang berada di pusat Kota Kendal. Permasalahan banjir menyebabkan potensi ekonomi, sosial, dan lingkungan tidak dapat berkembang. Sistem drainase yang tepat adalah salah satu alternatif untuk menanggulangi permasalahan banjir di wilayah Kecamatan Patukangan – Pegulon. Kajian sistem drainase meliputi perencanaan ulang dimensi saluran, pintu air, dan sistem pipa – pompa.

Data curah hujan yang digunakan untuk Sungai Kendal adalah data curah hujan dari tahun 2000 sampai 2015 dengan menggunakan stasiun hujan Sedayu, Karangtengah, dan Kedugsari. Analisis debit banjir di Sungai Kendal menggunakan metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 20 tahun dan diperoleh debit banjir sebesar 68,19 m<sup>3</sup>/s.. Analisis pengaruh *backwater* dari Laut Jawa menggunakan metode tahapan langsung. Pengaruh *backwater* hanya sampai pada jarak 5543,88 meter dari muara sungai. Jarak outlet saluran drainase dari muara sungai adalah 6096 meter, sehingga titik outlet tidak terpengaruh *backwater*.

Debit banjir rencana pada saluran drainase didapatkan dengan rumus Mononobe dengan periode ulang 5 tahun dan diperoleh debit banjir rencana sebesar 4,8 m<sup>3</sup>/s. Berdasar debit banjir rencana ini, dimensi saluran drainase yang baru adalah : 1,0 x 1,0 m ; 0,9 x 0,7 m ; 0,7 x 0,7 m ; 0,8 x 0,7 m ; 1,6 x 1,5 m ; 1,0 x 0,7 m ; dan 1,3 x 1,0 m. Pintu air direncanakan pada titik outlet saluran karena elevasi muka air Sungai Kendal lebih tinggi dibandingkan elevasi muka air di saluran drainase, dengan elevasi muka air Sungai Kendal + 5,9 m dan elevasi muka air saluran drainase adalah + 4,63 m. Dimensi pintu air yang direncanakan adalah 1,6 x 1,5 m. Sistem pipa - pompa direncanakan berjumlah 3 buah dengan kapasitas tiap pompa adalah 2,0 m<sup>3</sup>/s dan diameter pipa adalah 0,5 m.

**Kata kunci:** banjir, saluran drainase, pintu air, sistem pipa - pompa.

### ABSTRACT

*Patukangan - Pegulon is an industrial area and residential are in the center of Kendal. Cause potential flooding problems of economic, social, and environment can not develop. Proper drainage system is one of the alternatives to overcome the problem of flooding in the District Patukangan - Pegulon. Study of drainage system includes redesign channel dimensions, floodgates, and the plumbing system - the pump.*

*\*) Penulis Penanggung Jawab*

*Rainfall data used for Kendal River is the rainfall data from 2000 to 2015 using Sedayu, Karangtengah, and Kedugsari rain station. Analysis of flood discharge in Kendal river using HSS Nakayasu method with a return period of 20 years and obtained the flood*

*discharge at 68,19 m<sup>3</sup> / s . Analysis of backwater influence from the Java Sea using the method of direct phase. The influence of backwater only up to a distance of 5543,88 meters from the river mouth. Distance outlet drainage channels of the river mouth is 6096 meters, so the point is not affected backwater outlet.*

*Flood discharge plan on drainage channels obtained by the formula Mononobe with a return period of 5 years and obtained a plan of flood discharge of 4.8 m<sup>3</sup> / s. Based on the flood discharge of this plan, a new drainage channel dimensions are 1,0 x 1,0 m; 0,9 x 0,7 m; 0,7 x 0,7 m; 0,8 x 0,7 m; 1,6 x 1,5 m; 1,0 x 0,7 m; and 1,3 x 1,0 m. The floodgates are planned at the point of outlet channel for Kendal River water level higher than the water level in the drainage channel, with Kendal River water level of 5.9 m and a drainage canal water level is 4,63 m. Sluice gates planned dimensions are 1,6 x 1,5 m. Pipe systems - pumps are planned totaling 3 units with a capacity of each pump is 2,0 m<sup>3</sup> / s and the pipe diameter is 0,5 m.*

**Keywords:** *flood, drainage channel, floodgate, pipe – pump system.*

## **PENDAHULUAN**

Di kota - kota besar dan daerah yang sedang berkembang, seperti Kota Kendal, sering terjadi genangan air. Sebagian besar genangan air yang terjadi di Kota Kendal tidak terlepas dari kontribusi kondisi fisik suatu wilayah seperti topografi daratan yang lebih landai dibandingkan dengan daratan sekitarnya. Disamping itu, pemukiman padat yang tidak sesuai dengan tata guna lahan berakibat pada perubahan kemampuan permukaan tanah dalam meresapkan air (daya infiltrasi tanah). Selain itu, genangan air yang terjadi juga disebabkan oleh berbagai macam faktor yaitu kondisi daerah tangkap hujan, durasi dan intensitas hujan di suatu daerah. Salah satu pemukiman padat yang tidak sesuai dengan tata guna lahan terdapat di daerah sekitar Sungai Kendal.

Kota Kendal terdiri dari 60 desa atau kelurahan beresiko sangat tinggi, 184 desa atau kelurahan beresiko tinggi, 186 desa atau kelurahan beresiko sedang dan 4 desa atau kelurahan kurang beresiko. Pada kawasan di sekitar Sungai Kendal terjadi genangan setinggi 40-60 cm dengan lama genangan 4-8 jam yang diakibatkan oleh kurangnya kemampuan saluran drainase yang sudah ada dalam menampung debit air lagi. Dari beberapa daerah yang beresiko di sekitar Sungai Kendal, di ambil dua wilayah yang akan dijadikan sebagai daerah studi penelitian, yaitu daerah Patukangan dan Pegulon. Daerah ini dipilih dengan pertimbangan bahwa Kecamatan Patukangan dan Pegulon merupakan daerah padat penduduk dengan sistem drainase yang vital karena melewati pusat kota. Oleh karena itu perlu suatu rancangan untuk mengatasi permasalahan genangan air yang terjadi, yaitu dengan merencanakan sistem drainase Patukangan - Pegulon yang sesuai serta berwawasan lingkungan. Digunakan 3 stasiun hujan untuk mengkaji daerah studi, yaitu stasiun hujan Sedayu, Karangtengah, dan Kedugsari.

## **TINJAUAN TEORI**

Untuk menyelesaikan persoalan drainase sangat berhubungan dengan aspek hidrologi khususnya masalah hujan sebagai sumber air yang akan di alirkan pada sistem drainase dan limpasan sebagai akibat tidak mempunyai sistem drainase mengalirkan ke tempat pembuangan akhir. Analisis hidrologi diperlukan untuk mengetahui debit pengaliran.

Jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan dengan menggunakan metode poligon Thiessen ( Bambang Triatmodjo, 2008). Setelah dilakukan perhitungan curah hujan dengan metode poligon Thiessen, pada kajian ini digunakan analisis frekuensi curah hujan dengan metode distribusi Gumbel ( Bambang Triatmodjo, 2008).

Setelah perhitungan frekuensi curah hujan dilakukan, diperlukan pengujian kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan distribusi frekuensi itu. Cara yang digunakan adalah Uji Smirnov Kolgomorov dan Uji Chi-Kuadrat. ( Bambang Triatmodjo, 2008)

Untuk menghitung debit banjir rencana Sungai Kendal, digunakan hidrograf satuan sintesis metode Nakayasu (Sumber : Sri Harto, 1993). Rumus dari hidrograf satuan Nakayasu adalah :

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3,6 * (0,3 * T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

$Q_p$  = debit puncak banjir ( $m^3/s$ )

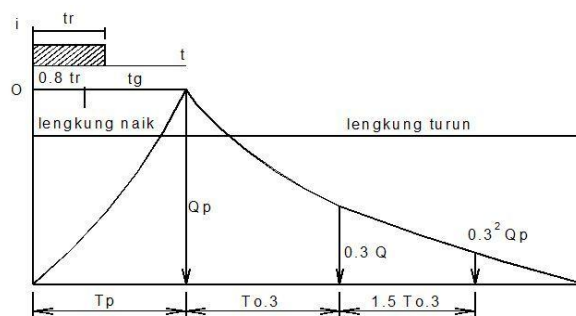
$R_o$  = hujan satuan (mm)

$T_p$  = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai debit banjir (jam)

$T_{0,3}$  = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak

$A$  = luas daerah tangkapan sampai outlet

$C$  = koefisien pengaliran



**Gambar 1** Hidrograf satuan metode Nakayasu

Untuk menghitung debit banjir rencana saluran drainase, digunakan metode Rasional. Debit banjir rencana metode Rasional ( Bambang Triatmodjo, 2008)

$$Q = 0,278.C.C_s.I.A \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$C$  = koefisien *run-off*, besarnya antara 0 sampai dengan 1

$C_s$  = koefisien tampungan

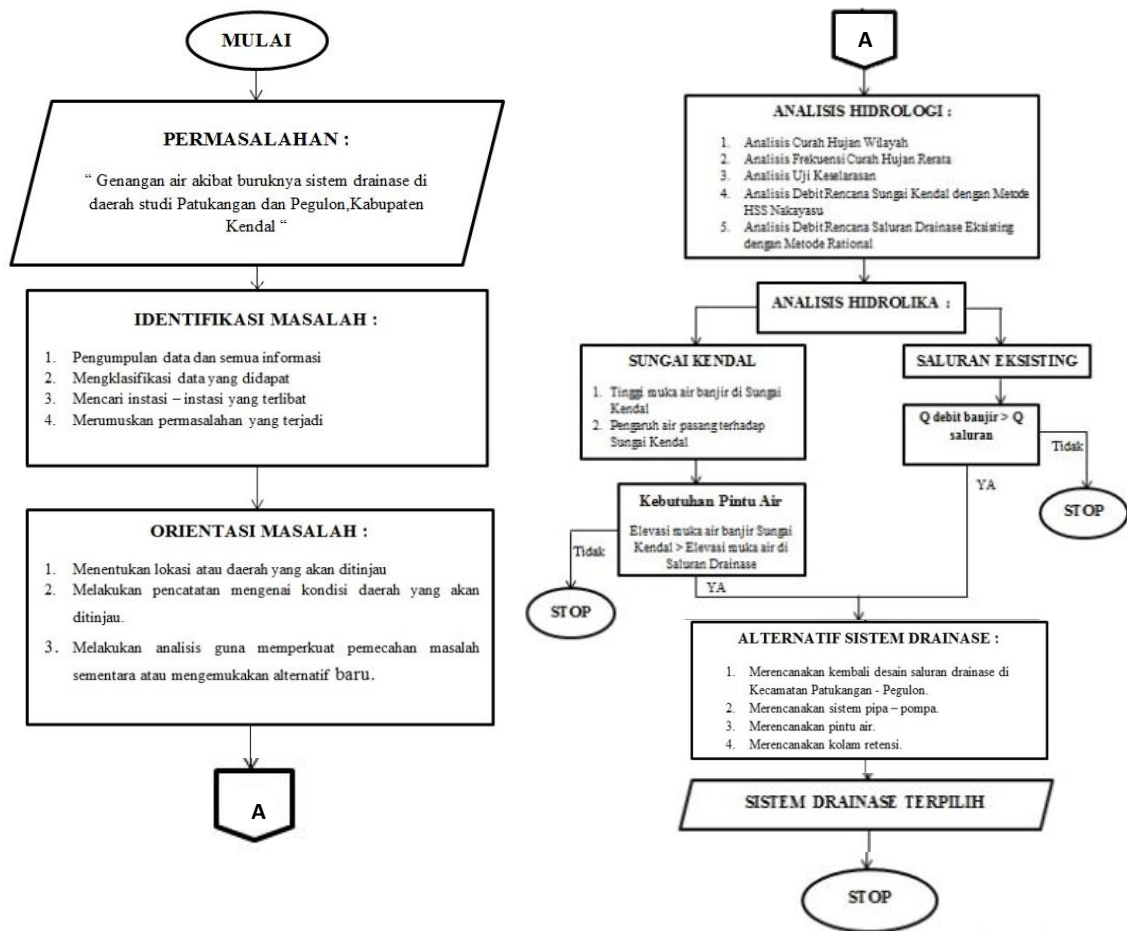
$I$  = intensitas maksimum selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah aliran ( $\text{km}^2$ )  
 Q = debit maksimum ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

Perhitungan sistem pipa – pompa adalah perhitungan untuk mendapatkan besarnya daya tiap pompa. Daya tiap pompa didapatkan dengan memperhitungkan kehilangan energi, baik kehilangan energi akibat gaya gesek antara air dan pipa, kehilangan energi akibat belokan, dan kehilangan energi akibat penyempitan ( Bambang Triatmodjo, 2003).

**METODOLOGI PENELITIAN**

Perencanaan drainase daerah studi Patukangan – Pegulon, Kabupaten Kendal memerlukan metodologi yang baik dan benar karena metodologi merupakan acuan untuk menentukan langkah-langkah kegiatan yang perlu dilakukan dari tahap awal sampai selesai dan tahapan – tahapannya adalah sebagai berikut :

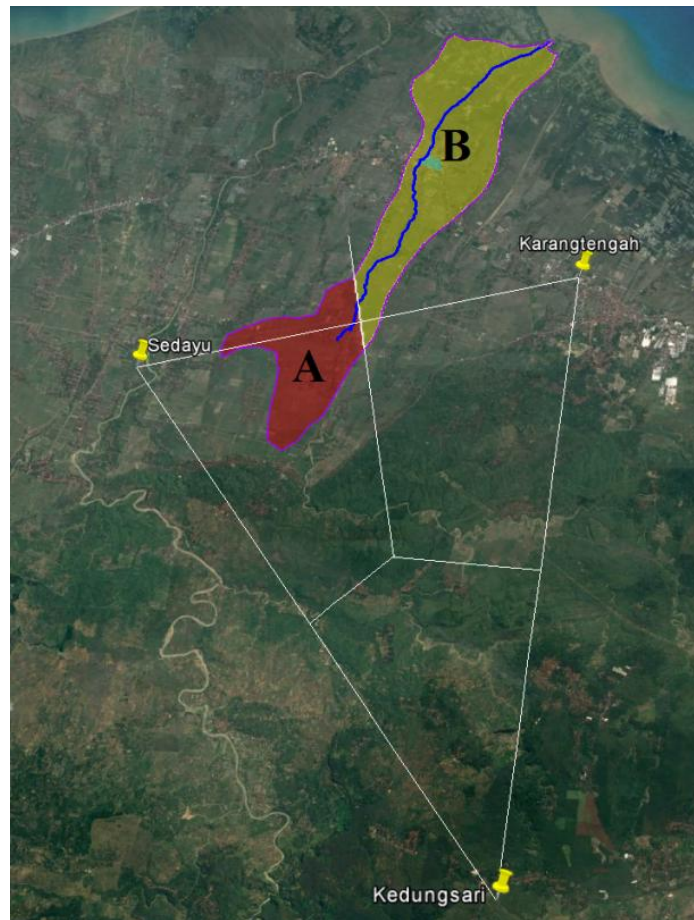


**Gambar 2** Bagan Alir Studi Perencanaan Sistem Saluran Drainase

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dengan menggunakan metode poligon Thiessen, daerah cakupan yang terdiri dari dua stasiun dibagi menjadi dua bagian wilayah. Hal ini dikarenakan lokasi stasiun hujan ketiga, Kedungsari, yang terlalu jauh dari DAS Sungai Kendal sehingga apabila dibentuk poligon Thiessen, luas wilayah stasiun hujan Kedungsari tidak berdampak pada penentuan hujan wilayah di DAS Sungai Kendal, dengan koefisien thiessen untuk masing – masing stasiun

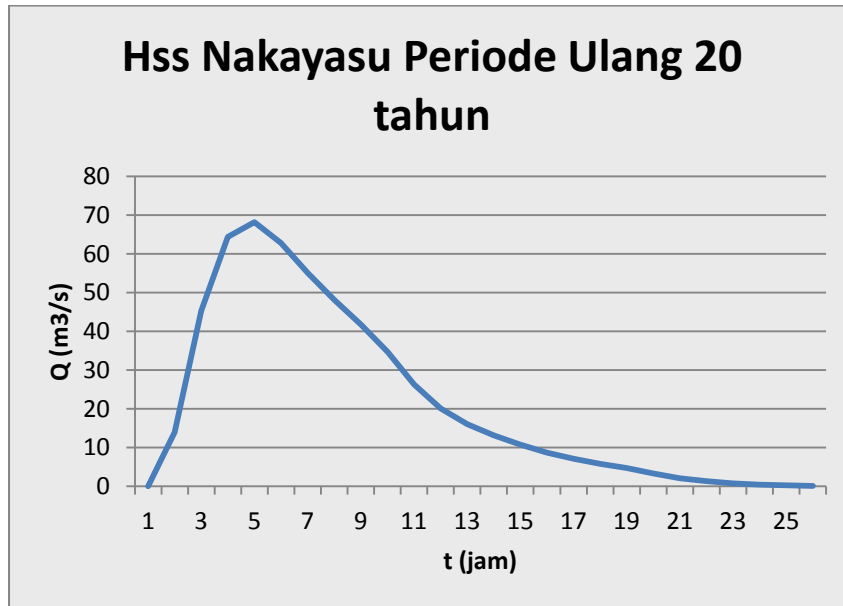
hujan adalah 0,29 untuk stasiun hujan Sedayu; 0,71 untuk stasiun hujan Karangtengah; dan 0 untuk stasiun hujan Kedungsari.



**Gambar 3** Daerah Pengaruh Poligon Thiessen DAS Sungai Kendal (2 stasiun hujan)

Dari hasil 3 stasiun hujan ini didapat hujan harian maksimum rata – rata yang nantinya digunakan untuk menghitung frekuensi curah hujan terpilih. Untuk menentukan jenis distribusi hujan yang tepat dapat dicari dengan melihat penyimpangan minimum dari distribusi terpilih yang ditentukan dengan menggunakan metode uji kecocokan data. Pada kajian ini didapat metode distribusi Gumbel dan Log Pearson III memenuhi syarat. Pada distribusi Gumbel, didapat  $\Delta_{max} = 0,11026$ , dan distribusi Log Pearson III, didapat  $\Delta_{max} = 0,12056$ . Untuk  $n = 16$  dengan derajat kepercayaan 5 % didapat nilai  $\Delta_{kritis}$  sebesar 0,33 sehingga distribusi Gumbel dan Log Pearson III memenuhi syarat uji sebaran Smirnov Kolgomorov karena  $\Delta_{kritis} > \Delta_{max}$ . Dari kedua distribusi dipilih distribusi Gumbel dengan  $\Delta_{max}$  lebih kecil daripada  $\Delta_{max}$  distribusi Log Pearson III. Nilai Chi-Kuadrat untuk distribusi Gumbel  $\chi^2$  adalah 7,249094. Batas kritis nilai Chi-Kuadrat untuk  $D_k = 3$  dengan  $\alpha = 5\%$  adalah 7,815. Distribusi Gumbel memenuhi syarat.

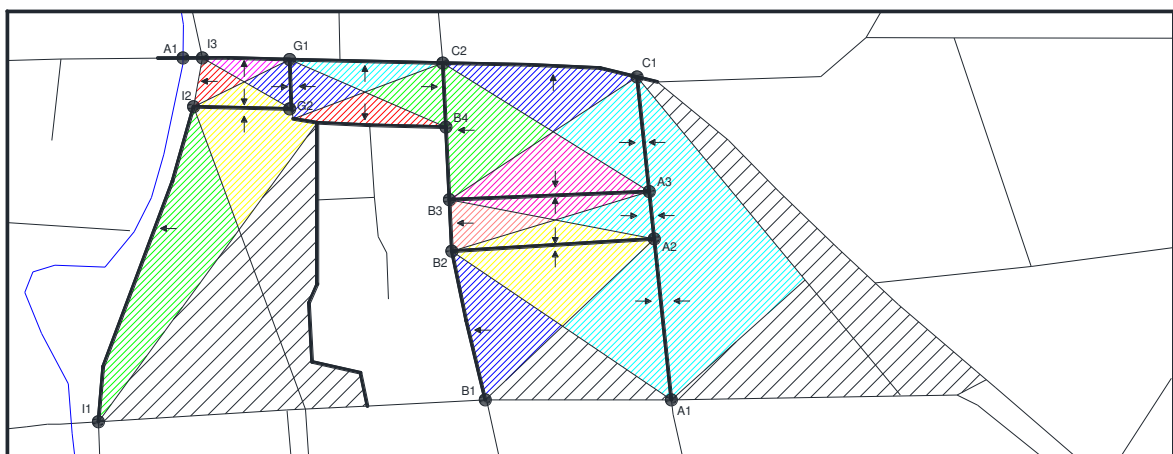
Debit banjir yang terjadi di Sungai Kendal dihitung dengan menggunakan rumus HSS Nakayasu untuk periode ulang 20 tahun didapat nilai sebesar 68,19  $m^3/s$ . Debit banjir untuk saluran drainase digunakan metode rasional dengan periode ulang 5 tahun, didapat debit banjir rencana terbesar adalah 4,8424  $m^3/s$  dengan intensitas hujan tertinggi adalah 181,3314 mm/jam menggunakan rumus Mononobe.



Gambar 4 HSS Nakayasu (Perioda Ulang 20 Tahun)

Selanjutnya adalah menghitung pengaruh *backwater* dari perhitungan debit banjir rencana Sungai Kendal. *Backwater* terjauh terjadi pada jarak 5543,886 meter dari hilir, sedangkan outlet saluran drainase berjarak 6096 meter dari hilir. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa profil muka air pada titik kontrol (J) tidak terpengaruh oleh *backwater*, sehingga elevasi muka airnya tidak mengalami kenaikan akibat pasangannya air laut.

Untuk debit banjir rencana yang telah diperhitungkan, yaitu  $68,19 \text{ m}^3/\text{s}$ , di daerah studi tidak dapat tertampung di saluran drainase eksisting, sehingga diperlukan sistem drainase baru yang berwawasan lingkungan. Daerah tangkapan air untuk tiap saluran dapat dilihat pada Gambar 5. Selanjutnya untuk perhitungan saluran drainase ini digunakan saluran dengan bentuk penampang segi empat dan perhitungan dimensi saluran drainase dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.



Gambar 5 Pembagian Wilayah DAS Saluran Drainase

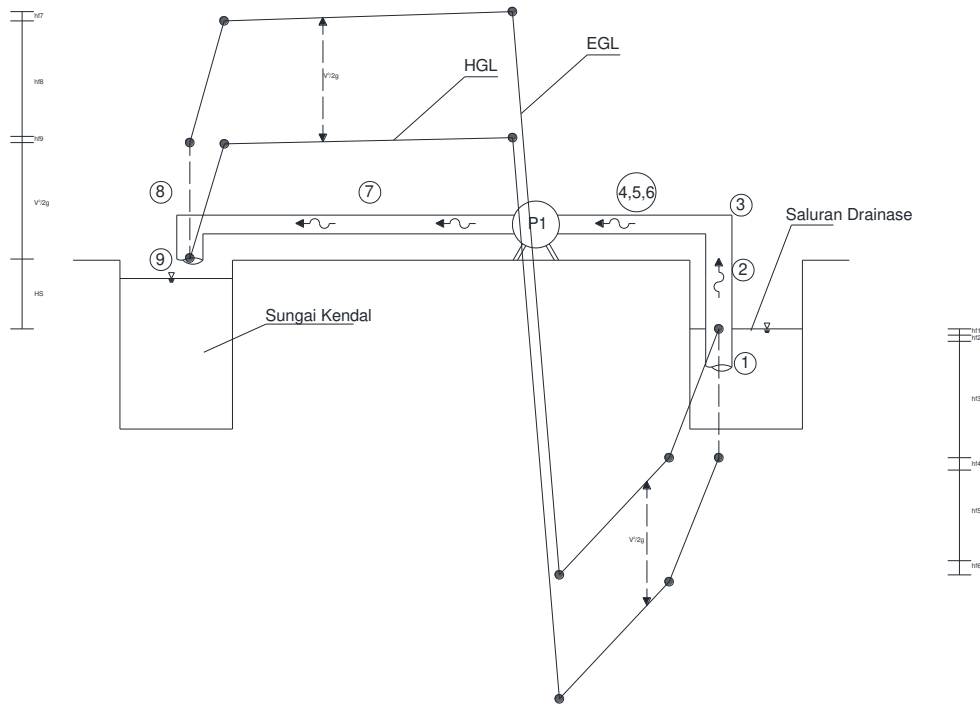
Tabel 1 Perhitungan Kecepatan Saluran Drainase

Saluran	Luas Area (km <sup>2</sup> )	R24 (mm)	n	So	S1	L1 (m)	C	V (m <sup>2</sup> /s)	Qs (m <sup>3</sup> /s)	to (jam)	td (jam)	tc (jam)	Cs	l (mm/jam)	Qt (m <sup>3</sup> /s)	Qs-Qt
A1-C1	0,020948	153,815	0,017	0,00145	0,00145	275	0,75	0,888	0,4426	0,229695	0,086092	0,315788	0,880039	114,9912	0,4420	0,001
B1-B2	0,0025	153,815	0,017	0,00165	0,00165	121	0,75	0,575	0,0641	0,179578	0,058501	0,238079	0,890583	138,8185	0,0644	0,000
A2-B2	0,01125	153,815	0,017	0,0004	0,001	149	0,75	0,724	0,3415	0,119636	0,057213	0,176848	0,860766	169,2495	0,3417	0,000
B2-B3	0,015	153,815	0,017	0,0004	0,001	43	0,75	0,9	0,8155	0,238079	0,013282	0,251361	0,974259	133,8842	0,8141	0,001
A3-B3	0,010125	153,815	0,017	0,00066	0,00066	151	0,75	0,56	0,2280	0,217435	0,074961	0,292395	0,88638	121,0453	0,2265	0,001
B3-C2	0,029055	153,815	0,017	0,00066	0,00066	124	0,75	0,923	1,6824	0,292395	0,037348	0,329743	0,946404	111,7235	1,6811	0,001
C1-C2	0,027323	153,815	0,017	0,0026	0,0026	154	0,75	1,3655	1,0307	0,315788	0,031353	0,34714	0,956793	107,9588	1,0304	0,000
B4-G1	0,0067	153,815	0,017	0,0035	0,0035	171,4	0,75	1,04	0,2221	0,113655	0,045817	0,159471	0,874392	181,3314	0,2215	0,001
I1-I2	0,011625	153,815	0,017	0,0011	0,00110	271	0,75	0,675	0,2215	0,250307	0,111612	0,361918	0,866405	104,9997	0,2205	0,001
G2-I2	0,006875	153,815	0,017	0,01123	0,01123	44,5	0,75	1,96	0,4870	0,051204	0,006312	0,057516	0,947984	357,8805	0,4863	0,001
C2-G1	0,060878	153,815	0,017	0,00420	0,00420	119	0,75	2,2974	4,0202	0,34714	0,0144	0,36154	0,980474	105,0729	4,0192	0,001
I2-I3	0,0195	153,815	0,017	0,01123	0,01123	44,5	0,75	2,418	1,1281	0,361918	0,005116	0,367035	0,993079	104,0216	1,1268	0,001
G1-I3	0,070578	153,815	0,017	0,00739	0,00739	67,6	0,75	2,9755	4,8433	1,478564	0,006316	1,48488	0,997878	40,97014	4,8424	0,001
I3-J	0,090078	153,815	0,017	0,029	0,00719	0,5	0,75	2,9945	4,8433	1,48488	5,8E-05	1,484938	0,99998	40,96907	4,8424	0,001

Tabel 2 Perhitungan Dimensi Saluran Drainase

Saluran	V (m <sup>2</sup> /s)	Y (m)	B (m)	F (m)	Tinggi Saluran (m)	Tinggi Saluran Baru (m)	B baru (m)	A baru (m <sup>2</sup> )
A1-C1	0,888	0,499226	0,998451	0,499613	0,998838		1,0	1,0
B1-B2	0,575	0,236098	0,472196	0,343583	0,57968		0,9	0,7
A2-B2	0,724	0,305479	0,610958	0,390819	0,696298		0,7	0,49
B2-B3	0,9	0,345547	0,691094	0,41566	0,761207		0,9	0,7
A3-B3	0,56	0,321457	0,642914	0,40091	0,722367		0,8	0,56
B3-C2	0,923	0,345789	0,691578	0,415806	0,761595		0,9	0,7
C1-C2	1,3655	0,614343	1,228686	0,554231	1,168574		1,6	1,5
B4-G1	1,04	0,326740	0,65348	0,404191	0,730931		1	0,7
I1-I2	0,675	0,405084	0,810168	0,450047	0,855131		1,3	1
G2-I2	1,96	0,349785	0,69957	0,418202	0,767987		0,8	0,7
C2-G1	2,2974	0,748957	1,497914	0,611946	1,360903		1,6	1,5
I2-I3	2,418	0,482981	0,965963	0,491417	0,974398		1,3	1
G1-I3	2,9755	0,749857	1,499714	0,612314	1,362171		1,6	1,5
I3-J	2,9945	0,749987	1,499974	0,612367	1,362354		1,6	1,5

Berdasarkan hasil analisis, dimensi saluran memiliki beberapa dimensi yaitu 1,6 x 1,5 m<sup>2</sup>; 1,3 x 1 m<sup>2</sup>; 0,8 x 0,7 m<sup>2</sup>; 1 x 0,7 m<sup>2</sup>; 0,9 x 0,7 m<sup>2</sup>; 0,8 x 0,7 m<sup>2</sup>; 0,7 x 0,7 m<sup>2</sup>; dan 1 x 1 m<sup>2</sup>. Untuk saluran inlet, digunakan *curb opening inlet* dengan jarak antar lubang adalah 56,6 m dan untuk lebar saluran inlet 15 cm dengan tinggi saluran inlet 30 cm. Setelah itu diperhitungkan kebutuhan pintu air dan sistem pipa – pompa. Pintu air dan sistem pipa – pompa digunakan karena adanya perbedaan elevasi muka air banjir antara Sungai Kendal dengan saluran drainase. Untuk elevasi muka air banjir Sungai Kendal adalah + 5,9 m dan elevasi muka air banjir di saluran drainase adalah + 4,63 m. Untuk pintu air digunakan satu buah pintu air dengan lebar 1,5 m dan tinggi pintu air 1,6 m. Pompa yang digunakan sebanyak 3 buah pompa dengan kapasitas masing – masing pompa 2 m<sup>3</sup>/s dengan diameter pipa 0,5 m. Kolam retensi bisa digunakan agar air tidak langsung dialirkan ke Sungai Kendal dan dapat digunakan untuk kebutuhan air baku. Kolam retensi tidak digunakan karena keterbatasan lahan di Patukangan – Pegulon akibat padatnya pemukiman.



**Gambar 4** HGL dan EGL Sistem Pipa – Pompa

## KESIMPULAN

Hasil dari Perencanaan Sistem Drainase Daerah Studi Patukangan – Pegulon adalah sebagai berikut :

1. Sistem drainase di daerah studi Patukangan – Pegulon menggunakan sistem drainase gravitasi.
2. Perencanaan kembali dimensi saluran drainase didasarkan pada analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Debit rencana yang digunakan untuk perencanaan dimensi saluran drainase menggunakan intensitas hujan tertinggi  $I = 181,3314$  mm/jam dengan periode ulang 5 tahun. Analisis debit rencana menggunakan rumus Metode Rasional dan didapatkan debit rencana tertinggi untuk periode ulang 5 tahun =  $4,8424$  m<sup>3</sup>/s.
3. Berdasarkan hasil analisis, dimensi saluran memiliki beberapa dimensi yaitu  $1,6 \times 1,5$  m<sup>2</sup>;  $1,3 \times 1$  m<sup>2</sup>;  $0,8 \times 0,7$  m<sup>2</sup>;  $1 \times 0,7$  m<sup>2</sup>;  $0,9 \times 0,7$  m<sup>2</sup>;  $0,8 \times 0,7$  m<sup>2</sup>;  $0,7 \times 0,7$  m<sup>2</sup>; dan  $1 \times 1$  m<sup>2</sup>.
4. Menggunakan satu buah pintu air dengan lebar 1,5 m dan tinggi 1,6 m yang terletak di outlet saluran drainase menuju Sungai Kendal.
5. Menggunakan sistem pompa yang terdiri dari 3 buah pompa dengan kapasitas masing – masing pompa sebesar  $2$  m<sup>3</sup>/s dengan diameter pipa 0,5 m.

## SARAN

1. Sosialisasi kepada masyarakat sekitar menjadi salah satu proses pelaksanaan pekerjaan yang rawan menimbulkan konflik sehingga proses sosialisasi harus dilakukan secara baik dan benar.
2. Pengaturan lalu lintas harus dilakukan secara baik dan benar sehingga dalam proses pekerjaan tidak menimbulkan kemacetan yang parah.



3. Pembersihan sampah sebaiknya dilakukan secara rutin sehingga tidak ada sampah yang menumpuk baik di saluran drainase maupun pada pintu inlet saluran.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Sri Harto, Ir., 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.  
Triatmodjo, Bambang., 1993, *Hidrolika 2*, Beta Offset, Yogyakarta.  
Triatmodjo, Bambang., 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.