PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT (SPALD-T) KOTA SURAKARTA JALUR UTARA DAN TENGAH

THE DEVELOPMENT PLAN OF DOMESTIC SEWERAGE SYSTEM IN NORTH AND CENTER AREA OF SURAKARTA

Azzam Fattahul Firdaus[1*], Arqowi Pribadi[1], Sulistiya Nengse[1], Abdul Hakim[1], Teguh Taruna Utama[1]

[1]Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Jl. A. Yani No. 117 Surabaya 60237, Indonesia

e-mail: azzamff28@gmail.com

ABSTRAK

Kota Surakarta merupakan salah satu Kota terbesar di Provinsi Jawa Tengah. Luas Kota Surakarta yaitu 44,04 Km^2, dengan luas penggunaan tanah untuk pemukiman penduduk 2889,83 ha. Jumlah penduduk di Kota Surakarta setiap tahun meningkat. Laju pertumbuhan penduduk di Kota Surakarta adalah 0,328%. Kondisi eksisting sambungan rumah di SPALD-T jalur Utara masih terpasang 57,25% dari kapasitas IPAL. sedangkan wilayah Tengah sekitar 11,38% SR dari kapasitas IPAL. Kondisi ini masih dapat dilakukan optimalisasi dengan melakukan penambahan sambungan rumah sehingga IPAL dapat berfungsi lebih efisien. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk menganalisis kondisi eksisting sistem penyaluran air limbah domestik terpusat Kota Surakarta, merencanakan pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat Kota Surakarta wilayah pelayanan Utara dan Tengah, dan Menghitung Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan pengembangan SPALD-T jalur Utara dan Tengah Kota Surakarta. Pengumpulan data dilakukan dengan sebagian survey dan data dari Perumda Air Minum Kota Surakarta. Data yang diperoleh kemudian dihitung jumlah debit air limbah, kemudian dimensi pipa dan kedalaman galian. Pada perencanaan ini direncanakan penambahan 223 SR baru dan 1,5567 Km jalur perpipaan lateral baru. Perencanaan ini membutuhkan biaya Rp1.911.100.000,00.

Kata Kunci: Limbah Domestik, Sanitasi, Surakarta, Utara, Tengah.

ABSTRACT

Surakarta is one of the largest cities in Central Java Province. The area of Surakarta 44.04 km2, with an area of land use for residential areas of 2889.83 ha. The population in Surakarta is increasing every year. The population growth rate in Surakarta is 0.328%. The existing condition of the North Line SPALD-T is still installed with 57.25% of the WWTP capacity. while the Central region is around 11.38% of the WWTP capacity. This condition can still be optimized by adding house connections so that the WWTP can function more efficiently. The purpose of this development plan is to determine the existing condition of the domestic sewerage system in Surakarta City, plan the development of a domestic sewerage system network in the North and Central service areas of Surakarta City, and calculate the Bill of Quantity (BOQ) and the Budget Plan (RAB). Data collection was carried out by part of the survey and data from the PDAM Surakarta. The data obtained were then calculated the amount of wastewater discharge, then pipe dimensions and the depth of

excavation. this plan, it is planned to add 223 new SRs and 1.5567 km of new lateral piping lines. This plan costs IDR 1,911,100,000.00.

Keywords: Domestic wastewater, South, Sanitation, Surakarta, North.

1. PENDAHULUAN

Salah satu kota terbesar di Jawa Tengah adalah Kota Surakarta dengan luas 44,04 Km^2. Luas penggunaan lahan untuk permukiman di Kota Surakarta adalah 2889,3 ha. Peningkatan jumlah penduduk di Kota Surakarta setiap tahunnya adalah 0,328% (BPS Kota Surakarta, 2020). Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Kota Surakarta, jumlah air limbah domestik yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Peningkatan jumlah air limbah domestik dapat berbahaya bagi lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Pengelolaan air limbah domestik dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti layanan lumpur tinja terjadwal (LLTT), sistem penyaluran air limbah domestik terpusat (SPALD-T), dan layanan lumpur tinja tidak terjadwal (LLTTT).

Dalam penyediaan sistem sanitasi, Kota Surakarta telah menerapkan sistem sanitasi terpusat sejak tahun 1999. Saat ini, Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) Kota Surakarta terbagi menjadi tiga wilayah pelayanan yaitu jalur utara, tengah dan selatan. Wilayah Utara dilayani oleh IPAL Mojosongo, wilayah Tengah dilayani oleh IPAL Pucangsawit, dan wilayah Selatan dilayani oleh IPAL Semanggi. Kapasitas pengolahan IPAL Mojosongo sebesar 50 l/detik dengan kapasitas sambungan rumah (SR) 10.000 SR, akan tetapi sambungan eksisting masih sebesar 5725 SR atau masih 57,25% dari kapasitas IPAL Wilayah Tengah yang dilayani IPAL Pucangsawit memiliki kapasitas pengolahan 40 l/detik dan kapasitas 6000 SR, akan tetapi saat ini masih terdapat 683 sambungan rumah yang terpasang atau sekitar 11,38% dari kapasitas IPAL (Firdaus, 2019).

Kondisi ini masih dapat dilakukan optimalisasi dengan melakukan penambahan sambungan rumah sehingga IPAL dapat berfungsi lebih efisien. Selain dengan merencanakan penambahan jumlah sambungan rumah, juga perlu dilakukan penambahan jaringan perpipaan lateral yang berfungsi menyalurkan limbah menuju jaringan perpipaan primer. Rencana pengembangan dilakukan pada jalur Utara dan Tengah yang masih dapat dilakukan penambahan jumlah sambungan rumah karena kapasitas IPAL masih tersedia. Pada perencanaan pengembangan juga dilakukan penghitungan *Bill of Quantity* untuk menghitung volume pekerjaan yang dibutuhkan dan menghitung Rencana Anggaran Biaya untuk mengetahui jumlah biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi perencanaan pengembangan SPALD-T ini berada pada Kelurahan Kadipiro, Kecamatan Banjarsari dan Kelurahan Jagalan, Kecamatan Jebres Kota Surakarta dalam kurun waktu ±3 Bulan. Data yang dibutuhkan dalam perencanaan ini antara lain:

1. Jumlah calon penerima Sambungan Rumah (SR) baru.
2. Panjang rencana jalur perpipaan lateral dan SR
3. Elevasi tanah
4. Harga Satuan pokok Kegiatan kota Surakarta

Kemudian, dari data di atas dilakukan analisis dan perhitungan dengan tahapan berikut:

1. Menghitung debit kebutuhan air bersih
2. Menghitung debit air limbah (60-80% dari kebutuhan air bersih)
3. Menghitung debit total air limbah

$$Qtotal = Qabpeak + Qinfiltrasi$$

4. Menghitung dan menentukan dimensi pipa
5. Menghitung *self cleaning velocity*
6. Menghitung kedalaman galian pipa
7. Menghitung rencana anggaran biaya (RAB) berdasarkan volume pekerjaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembagian Zona Perencanaan

Kondisi eksisting jaringan sambungan rumah pada SPALD-T jalur utara terpasang 5725 SR dari total kapasitas IPAL pada jalur utara 10.000 SR dengan rincian:

1. Perumnas Mojosongo : 3244 SR
2. Kelurahan Mojosongo : 695 SR
3. Kelurahan Nusukan : 1326 SR
4. Kelurahan Kadipiro : 460 SR

Pada jalur tengah total SR yang tersambung adalah 683 SR dari kapasitas IPAl maksimum 6000 SR. Rincian SR yang telah tersambung sebagai berikut:

1. Kelurahan Pucangsawit : 465 SR
2. Kelurahan kampung Sewu : 188 SR
3. Kelurahan jagalan : 29 SR
4. Kelurahan Purwodiningratan : 1 SR

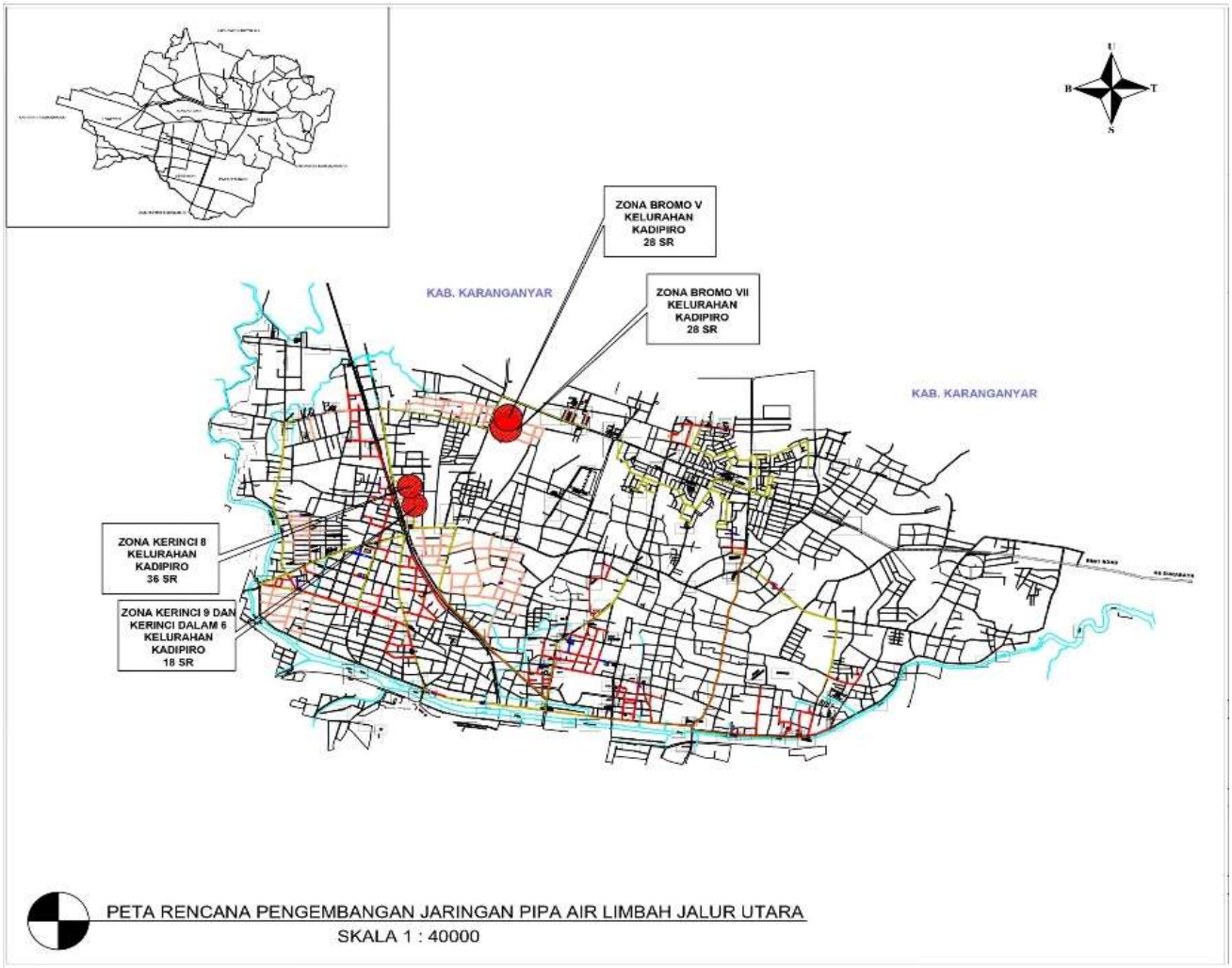
Jumlah rencana penambahan jaringan SR direncanakan sejumlah 223 SR baru dengan rincian 110 SR baru di Kelurahan Kadipiro, Kecamatan Banjarsari dan 113 SR baru di Kelurahan Jagalan, Kecamatan Jebres. Dari data calon penerima SR tersebut terbagi menjadi beberapa zona dan terbagi menjadi dua wilayah yaitu utara dan tengah. Pada setiap wilayah, penetapan zona berdasarkan satu zona setiap jalan. Pembagian zona pada wilayah utara disajikan pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Pembagian Zona Jalur Utara

Lajur	Manhole		Panjang	Luas Area	Jumlah Orang
	dari	ke	(m)	(ha)	(orang)
Jalan Kerinci 8					
1	1	2	50	0,208	50
2	2	3	50	0,235	55
3	3	4	39	0,121	30
4	5	4	49	0,190	45
Kerinci 9 Dan Kerinci Dalam 6					
1	1	2	50	0,224	40
2	2	3	61	0,267	30
3	3	4	46,6	0,159	20

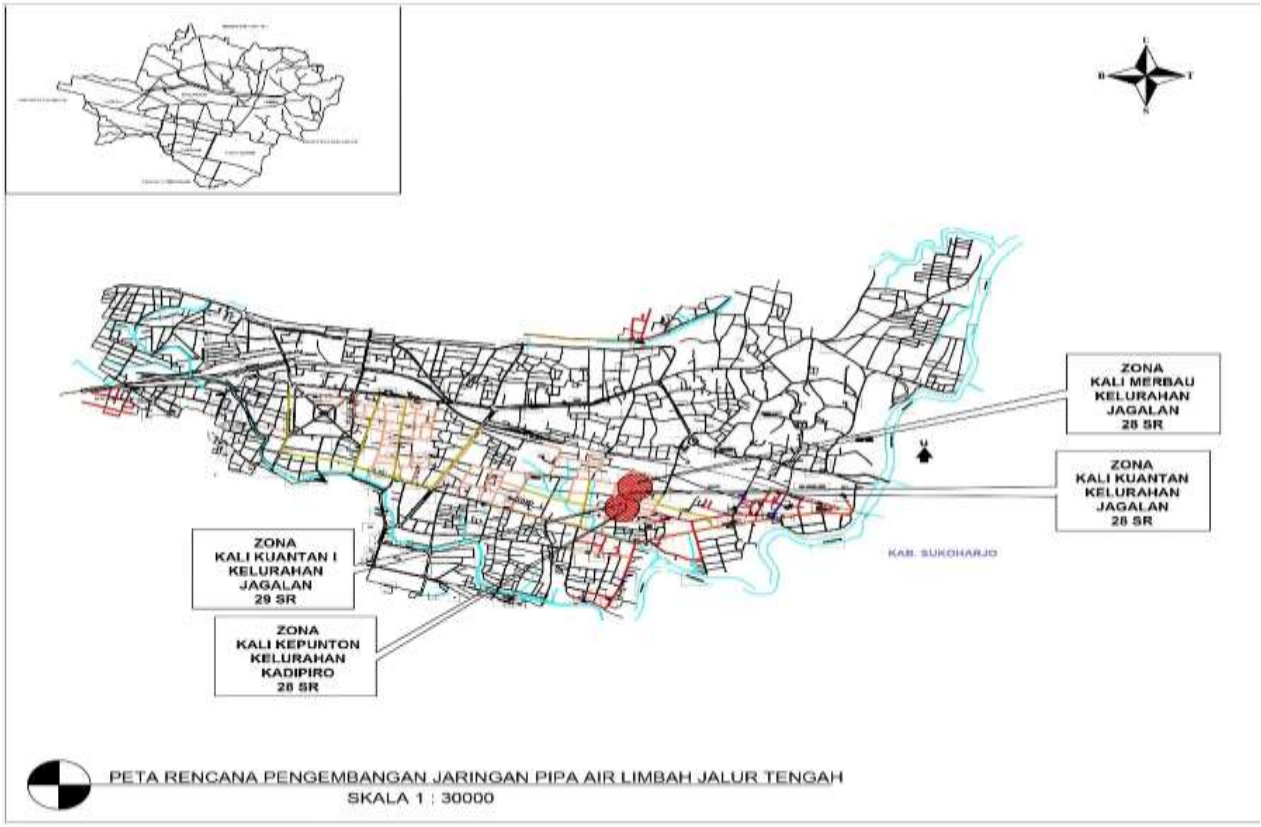
Lajur	Manhole		Panjang	Luas Area	Jumlah Orang
	dari	ke	(m)	(ha)	(orang)
Bromo V					
1	1	2	50	0,277	30
2	2	3	50	0,281	40
3	3	4	50	0,287	40
4	4	5	50	0,258	30
Bromo VII					
1	1	2	50	0,24	30
2	2	3	50	0,226	30
3	3	4	50	0,258	40
4	4	5	49	0,237	40

Peta rencana pengembangan jaringan jalur Utara dilihat pada Gambar 1. sebagai berikut:



Gambar 1. Peta Rencana Pengembangan Jaringan SPALD-T Jalur Utara

Peta rencana pengembangan jaringan jalur Tengah pada Gambar 2**.** berikut:



Gambar 2. Peta Rencana Pengembangan Jaringan SPALD-T Jalur Tengah

Selanjutnya pembagian zona pada wilayah Tengah ditampilkan pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Pembagian Zona Jalur Tengah

Lajur	Manhole		Panjang	Luas Area	Jumlah Orang
	dari	ke	(m)	(ha)	(orang)
Kali Kuantan I					
1	1	2	50	0,240	35
2	2	3	50	0,226	40
3	3	4	50	0,258	40
4	4	5	47	0,237	30
Kali Kepunton					
1	1	2	50	0,240	40
2	2	3	50	0,226	40
3	3	4	50	0,258	40
4	4	5	41	0,237	20

Lajur	Manhole		Panjang	Luas Area	Jumlah Orang
	dari	ke	(m)	(ha)	(orang)
Kali Kuantan					
1	1	2	50	0,240	20
2	2	3	50	0,226	40
3	3	4	50	0,258	40
4	4	5	62	0,237	40
Kali Merbau					
1	1	2	50	0,240	40
2	2	3	50	0,226	40
3	3	4	50	0,258	30
4	4	5	43	0,237	30

3.2 Debit Air Bersih

Dari data calon penerima SR kemudian dilakukan perhitungan debit kebutuhan air bersih dengan diasumsikan bahwa satu SR terdapat 5 orang. Debit kebutuhan air bersih per hari adalah 170liter/orang/hari karena Kota Surakarta termasuk kategori kota besar karena jumlah penduduk di Kota Surakarta termasuk dalam *range* 500.000 – 1.000.000 penduduk (Iskandar et al., 2016). Debit air bersih dihitung akumulasi pada setiap lajur perpipaan. Lajur 1 zona jalan Kerinci 8 digunakan dalam perhitungan ini. Tahap perhitungan debit air bersih sebagai berikut:

a. Debit Air Bersih (Qdomestik)
   Jumlah Penduduk = 50 orang
   Debit air bersih = 170 liter/orang/hari
   Kemudian dilakukan perhitungan seperti Pers.(1).

$$Qdomestik = \frac{Jumlah\ Penduduk\ x\ Debit\ Air\ Bersih}{86.400\ detik/hari} \quad (1)$$

$$Qdomestik = \frac{50\ orang\ x\ 170\ \frac{liter}{orang}/hari}{86.400\ detik/hari}$$

$$Qdomestik = 0{,}0984\ liter/detik$$

b. Debit Air Bersih Jam Puncak (Qh Puncak)
   Qdomestik = 0,0984 l/dt
   Faktor jam puncak = 1,5-2 (Nilai yang dipilih 1,7)
   Dilakukan perhitungan:

$$Qh\ puncak = Qdomestik\ x\ Fpeak$$

$$Qh\ puncak = 0{,}0984 l/dt\ x\ 1{,}7$$

$$Qh\ puncak = 0{,}1673 l/dt$$

3.3 Debit Air Limbah

Selanjutnya, menghitung debit air limbah yang dihasilkan. Debit total air limbah tidak hanya berasal dari debit air bersih yang dihasilkan. Namun, juga dipengaruhi oleh debit air yang dapat masuk ke dalam sistem jaringan perpipaan. debit air yang masuk ke dalam sistem jaringan perpipaan ini dinamakan dengan debit infiltrasi (Firdaus et al., 2020). Tahap perhitungan debit air limbah berikut:

a. Debit Air Limbah rata-rata (Qabr)
Perhitungan debit air limbah rata-rata adalah faktor air limbah rata-rata dikalikan dengan debit air bersih pada jam puncak.
Qh puncak = 0,1673l/dt
Faktor air limbah rata-rata = 60%-80% (dipilih 80%)
Perhitungan:
$Qabr = Qh\ puncak\ x\ Fabr$
$Qabr = 0{,}1673 l/dt\ x\ 80\%$
$Qabr = 0{,}1338\ l/dt$

b. Debit Air Limbah Minimum (Qab min)
Qabr = 0,1338 l/dt
Faktor air limbah minimum = 60%
$Qab\ min = Qabr\ x\ Fab\ min$
$Qab\ min = 0{,}1338\ l/dt\ x\ 60\%$
$Qab\ min = 0{,}0803\ l/dt$

c. Debit Air limbah puncak (Qab Peak)
Nilai faktor puncak air buangan ditentukan berdasarkan debit air limbah rata-ratanya, pada perhitungan sebelumnya debit rata-rata air limbah adalah 0,1338 l/dt sehingga nilai faktor puncaknya adalah 4 berdasarkan grafik dari gambar 2.2. kemudian dilakukan perhitungan sebagai berikut:
$Qab\ peak = Qabr\ x\ Fab\ peak$
$Qab\ peak = 0{,}1338\ l/dt\ x\ 4$
$Qab\ peak = 0{,}5352\ l/dt$

d. Debit Total Air Limbah (Qtotal)
Debit total merupakan total dari debit air limbah puncak dan debit infiltrasi. Debit Infiltrasi adalah air tanah yang masuk ke dalam sistem penyaluran air limbah melalui celah pipa, sambungan pipa, pipa yang rusak, dan dinding manhole. Debit total dihitung sebagai berikut
Qab peak = 0,5352 l/dt
Qinfilt = 0,0409 l/dt
Lalu dilakukan perhitungan:
$Qtotal = Qab\ peak\ x\ Qinfilt$
$Qtotal = 0{,}5352\ l/dt\ x\ 0{,}0409 l/dt$
$Qtotal = 0{,}5761\ l/dt$

3.4 Dimensi Pipa dan *self cleaning velocity*

Pada perencanaan SPALD-T, dimensi pipa ditentukan berdasarkan debit air limbah yang direncanakan melewati pipa tersebut (PERMEN PUPR, 2017). Selain itu, nilai *self cleansing velocity* harus memenuhi ketentuan agar jaringan perpipaan dapat berfungsi optimal (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2018). Nilai d/D atau rasio ketinggian air dengan diameter pipa pada perencanaan pipa air limbah ini direncanakan 0,6. Nilai d/D pada perhitungan didapatkan dari nilai rasio debit Qp/Qf. Nilai ini mengacu pada grafik *design of main sewers* (Kurniawan and Dewi, 2015). Tahapan penghitungan dimensi pipa sebagai berikut:

a. Menghitung Nilai Qfull
Nilai Qfull dihitung dengan nilai d/D asumsi adalah 0,6 sehingga nilai Qp/Qf asumsi adalah 0,6718. Kemudian dilakukan perhitungan
Qtotal akumulasi = 0,0006 m^3/det
Qp/Qf = 0,6718

Sehingga dilakukan perhitungan seperti Pers. (2).

$$Qfull = \frac{Qtotal\ akumulasi}{Qp/Qf} \quad (2)$$

$$Qfull = \frac{0{,}0006\ m^3/det}{0{,}6718}$$

$$Qfull = 0{,}00089\ m^3/det$$

b. Dimensi Pipa

Pipa yang akan digunakan yaitu pipa PVC sehingga nilai kekasaran manning (n) adalah 0,015 dan slope yang digunakan adalah 0,006 (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2013). Kemudian dilakukan perhitungan dimensi pipa pada Pers. (3).

$$Dpipa = [\frac{Qfullxn}{0{,}3117xS^{1/2}}]^{0{,}375} \quad (3)$$

$$Dpipa = [\frac{0{,}00089\ m^3/\det x\ 0{,}015}{0{,}3117x0{,}006^{1/2}}]^{0{,}375}$$

$$Dpipa = 0{,}060\ m$$

c. Luas penampang saluran

Kemudian menghitung luas penampang pada Pers. (4) sebagai berikut:

$$A = \frac{(\pi\ x\ D^2)}{4} \quad (4)$$

$$A = \frac{[3{,}14\ x\ (0{,}10m)^2]}{4}$$

$$A = 0{,}00785\ m^2$$

d. Nilai Vfull

Qfull = 0,00347 m^3/det

A = 0,00785 m^2

Perhitungan Pers. (5).

$$Vfull = \frac{Qfull}{A} \quad (5)$$

$$Vfull = \frac{0{,}00347\ m^3/det}{0{,}00785}$$

$$Vfull = 0{,}44142\ m/det$$

e. Nilai Qpeak/Qfull

Qpeak = 0,0006 m^3/det

Qfull = 0,00347 m^3/det

Dilakukan perhitungan:

$$\frac{Qpeak}{Qfull} = \frac{0{,}0006\ m^3/det}{0{,}00347\ m^3/det}$$

$$\frac{Qpeak}{Qfull} = 0{,}1732$$

f. Menentukan nilai Vpeak

Penentuan nilai Vpeak untuk menentukan nilai Vp/Vf berdasarkan nilai Qpeak/Qfullnya. Pada perhitungan Qp/Qf nilainya adalah 0,1732 sehingga nilai d/D yang paling mendekati adalah 0,28 sehingga nilai Vp/Vf adalah 0,7470 sehingga nilai Vpeak berdasarkan perhitungan Pers. (6) di bawah ini:

$$Vpeak = Vfull\ x \frac{VP}{Vf} \quad (6)$$

$$Vpeak = 0{,}44142 \frac{m^3}{det} x0{,}7470$$

$$Vpeak = 0{,}3297\ m^2/det$$

3.5 Kedalaman Galian

Untuk melakukan penanaman pipa, perlu dilakukan perhitungan kedalaman galian agar kemiringan pipa air limbah tidak kurang kemiringan pipa rencana yaitu 0,006. Pada zona kerinci 8 *slope* tanah adalah -0,00002. Penanaman pipa pada awal jaringan direncanakan pada kedalaman 0,7 meter. Kedalaman akhir pipa dihitung sebagai berikut:

Elevasi pipa awal = 110,120 m

$\Delta H = slope\ x\ panjang\ pipa$

$\Delta H = 0{,}006\ x\ 50\ m$

$\Delta H = 0{,}300\ m$

$elevasi\ pipa\ akhir = elevasi\ pipa\ awal - \Delta H$

$elevasi\ pipa\ akhir = 110{,}120\ m - 0{,}300\ m$

$elevasi\ pipa\ akhir = 109{,}820\ m$

Setelah mendapatkan elevasi pipa awal dan akhir, dilanjutkan dengan menghitung tinggi galian pipa sebagai berikut:

$Tinggi\ galian = elevasi\ tanah\ akhir - elevasi\ pipa\ akhir$

$Tinggi\ galian = 110{,}821\ m - 109{,}820\ m$

$Tinggi\ galian = 1{,}001\ m$

3.6 Rencana Anggaran Biaya

Analisis harga satuan pekerjaan yang dilakukan merujuk pada PERMEN PUPR No. 28 tahun 2016 tentang analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum. Sedangkan untuk harga bahan, tenaga, dan peralatan yang dibutuhkan menyesuaikan dengan Standar Satuan Harga Perumda Air Minum Kota Surakarta Tahun 2020. Rekap rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan pengembangan SPALD-T Jalur utara dan Tengah Kota Surakarta pada Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan		Jumlah
I	Biaya Sambungan Rumah (Sr) 223 Rumah	Rp	751.575.151,96
II	Biaya Pembangunan Jaringan Perpipaan Air Limbah	Rp	985.823.031,00
	Sub Total	Rp	1.737.398.182,96
	Ppn 10%	Rp	173.739.818,30
	Jumlah Total	Rp	1.911.138.001,25
	Dibulatkan	Rp	1.911.100.000,00
Terbilang: Satu Milyar Sembilan Ratus Sebelas Juta Seratus Ribu Rupiah			

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari perencanaan SPALD-T Kota Surakarta jalur utara dan tengah ini, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Pada perencanaan SPALD-T jalur utara dan tengah ini menggunakan sistem gravitasi. Perencanaan pengembangan ini merencanakan 223 SR baru yang terbagi menjadi 110 SR pada jalur Utara dan 113 SR pada jalur tengah. Selain itu, terdapat penambahan jalur perpipaan lateral sepanjang 1557,6 meter atau 1,5576 Kilometer. Jalur perpipaan lateral baru terdiri atas 744,6 meter pada jalur utara dan 813 meter pada jalur tengah.
2. Jumlah keseluruhan RAB pada perencanaan ini setelah dibulatkan adalah Rp. 1.911.100.000,00. Dengan rincian biaya pembangunan keseluruhan SR Rp. 751.575.151,96 dan biaya pembangunan jaringan perpipaan Rp. 985.823.031,00

DAFTAR PUSTAKA

BPS Kota Surakarta. (2020). *Kota Surakarta Dalam Angka 2020*. BPS Kota Surakarta, Surakarta.

Direksi PDAM Surakarta. (2020). *Keputusan Direksi PDAM Kota Surakarta Tentang: Standar Satuan Harga Tahun Anggaran 2020*, Surakarta

Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2018). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) Buku A, Buku A. Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia*, Jakarta.

Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2013). *Materi Bidang Air Limbah I: Disemniasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP*. Kementerian PUPR.

Firdaus, A.B. (2019). *Evaluasi Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat Perumda Air Minum Kota Surakarta (Studi Kasus Spald-T Jalur Selatan).* Surakarta.

Firdaus, A.B., Pribadi, A., Nengse, S., Utama, T. Taruna, Nilandita, W. (2020). *The Development Plan Of A Centralized Domestic Wastewater Sewerage System Network In The South Area Of Surakarta 9, 8*. Surakarta.

Iskandar, S., Fransisca, I., Arianto, E., Ruslan, A. (2016). *Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat Skala Permukiman.* Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Jakarta.

Kurniawan, A., Dewi, N.A. (2015). *Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Kota Bogor Menggunakan Air Hujan Untuk Debit Penggelontoran (Planning Of Domestic Wastewater Sewerage In Bogor City Using Rainwater For Flushing Flowrate).* J. Man & Ling. 22, 39. https://doi.org/10.22146/jml.18723

PERMEN PUPR. (2017). *Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.* Jakarta.

PERMEN PUPR. (2016). *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.* Jakarta.