

Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Kecamatan Tanah Sareal Kota Bogor

KHAIRIL IRFAN SIREGAR¹, ETIH HARTATI¹, NICO HALOMOAN¹

1. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email : khairilirfan27@gmail.com

ABSTRAK

Kecamatan Tanah Sareal merupakan Kecamatan terbesar ketiga di Kota Bogor dengan luas wilayah Kecamatan sebesar 1.884 Ha. Dibutuhkan sistem penyaluran air limbah domestik Kecamatan Tanah Sareal. Tujuan dari perencanaan ini adalah merencanakan jaringan pipa induk dan lateral sistem penyaluran air limbah domestik di Kecamatan Tanah Sareal. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan ini, yaitu proyeksi penduduk, perencanaan jalur, perhitungan debit, perhitungan dimensi pipa, dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya. Rancangan umum sistem penyaluran air limbah domestik mengacu pada Master Plan Air Limbah Kota Bogor. Jalur perencanaan sistem penyaluran air limbah di Kecamatan Tanah Sareal memiliki total panjang saluran 7.418 m, sistem pengaliran secara gravitasi, diameter pipa induk antara (600-1000) mm, debit minimum sebesar 1,13 m³/detik, waktu pengaliran sampai IPAL 5,88 jam, debit 1.403 L/detik, Manhole yang digunakan sebanyak 424 unit, dan Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp. 34.688.256.575,55.

Kata kunci: Kecamatan Tanah Sareal, Limbah Domestik, Sistem Offsite Sanitasi.

ABSTRACT

Tanah Sareal Sub-district is the third largest sub district in Bogor City with the area of District is 1,884 Ha. Based on RTRW Kota Bogor 2011-2031 will be built sanitation offsite system with Waste Water Treatment Plan (WWTP) location in Kecamatan Tanah Sareal. The purpose of this plan is to plan the pipeline network and lateral domestic waste water sewerage system in Tanah Sareal Sub-district. The steps taken in this planning are population projection, pipeline planning, water discharge calculation, pipe dimension calculation, and calculation of Budget Plan. The general design of domestic waste water sewerage system refers to Bogor City Wastewater Master Plan. The sewerage system in Tanah Sareal Sub-district has a total length of 7.418 m channel, gravity sewerage system, pipe diameter between (600-1000) mm, minimum discharge of 1.13 m³ / sec, the flow time up to WWTP 5.88 Hour, flow discharge 1,403 L/sec, Manhole used 424 units, and Budget Plan Rp. 34.688.256.575,55.

Keywords: Tanah Sareal Sub-district, Domestic Wastewater, Sanitation Offsite System,.

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Tanah Sareal merupakan salah satu Kecamatan yang ada di Kota Bogor. Kecamatan Tanah Sareal memiliki luas wilayah sebesar 1.884 Ha. Jumlah penduduk sebesar 226.906 jiwa dengan kepadatan 120 jiwa/Ha. Berdasarkan RTRW Kota Bogor 2011-2031 Kecamatan Tanah Sareal merupakan daerah pemukiman, daerah perkantoran, dan pendidikan. Berdasarkan data Laporan Studi EHRA (*Environmental Health Risk Assesment*) diketahui bahwa tempat penyaluran akhir air limbah domestik warga Kecamatan Tanah Sareal adalah : 68,1% warga sudah memiliki jamban pribadi, namun sebanyak 4 % masih menggunakan cubluk, 4,2% masih membuang ke saluran drainase dan 22,3% ke sungai. Terlihat dari risiko sanitasinya terdapat 6 Kelurahan dari 11 Kelurahan di Kecamatan Tanah Sareal berisiko sanitasi tinggi (Dinas Kesehatan Kota Bogor, 2016).

Sistem pengolahan air limbah domestik di Kota Bogor menggunakan sistem *off-site* dan sistem *on-site*. Cakupan pelayanan sistem *off-site* baru sebatas pada skala kawasan. Selebihnya menggunakan sistem *on-site* dengan tangki septik yang dikelola secara individual dan komunal. Pelayanan sistem *off-site* baru melayani 381 Sambungan Rumah. Pemerintah Kota Bogor memiliki 1 IPAL dan 1 IPLT yang berlokasi satu kawasan di Kecamatan Bogor Utara. IPLT Kota Bogor memiliki kapasitas sebesar 30 m³/hari. (BAPEDA, 2016)

Berdasarkan RTRW Kota Bogor, Pemerintah Kota Bogor berencana melakukan perencanaan sistem jaringan pengelolaan air limbah domestik dengan sistem *offsite* sanitasi dan pembangunan Instalasi Pengelolaan Air Limbah di Kecamatan Tanah Sareal. Berdasarkan hal tersebut, Kecamatan Tanah Sareal sebuah perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik, agar dapat menghindarkan masyarakat dari berbagai permasalahan yang mungkin terjadi seperti penurunan kualitas lingkungan hidup, kesehatan masyarakat dan estetika lingkungan.

2. METODOLOGI

Tahap awal perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik adalah melakukan studi literatur terkait penyaluran air limbah domestik sebagai data teoritis pendukung perencanaan ini, khususnya mengenai debit dan dimensi saluran.

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data terbagi menjadi data primer dan data sekunder. Data primer meliputi observasi kondisi wilayah daerah perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik dan wawancara Instansi Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah yang mempunyai wewenang dalam perencanaan konstruksi sistem penyaluran air limbah di Kota Bogor. Sedangkan data sekunder berupa data penduduk, jenis dan fasilitas daerah perencanaan, peta topografi, peta Tata Guna Lahan, dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Harga Satuan Pekerjaan Kota Bogor dan Master Plan air limbah Kota Bogor yang diperoleh dari Instansi Badan Perencanaan Daerah Kota Bogor, Badan Pusat Statistik, dan Dinas Perumahan dan Permukiman.

2.2 Pengolahan Data

Tahap selanjutnya adalah pengolahan data, pengolahan data dimulai dari proyeksi penduduk, proyeksi fasilitas, proyeksi kebutuhan air minum, proyeksi timbulan air limbah, dan perhitungan dimensi pipa.

A. Penentuan Debit Air Limbah

Untuk perhitungan debit air limbah domestik berdasarkan kebutuhan konsumsi air bersih per orang. Perhitungan debit menggunakan persamaan (1) hingga (7) sebagai berikut: (Harold E. Babbitt, 1982)

$$Q_{am} = \text{Kebutuhan Air/orang} \times P \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_r = f_{ab} \times Q_{am} \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_{peak} = 5 \times P_{total}^{(1-Z)} \times q_{md} \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_{min} = 0,2 \times \left(\left[\frac{P_{total}}{1000} \right]^{1-Z} \right) \times q_r \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_{inf} = \left(\frac{l}{1000} \right) \times q_{inf} \dots\dots\dots (5)$$

$$Q_{sf} = C_r \times \frac{P}{1000} \times Q_r \dots\dots\dots (6)$$

$$Q_d = Q_{peak} + Q_{inf} + Q_{sf} \dots\dots\dots (7)$$

B. Persamaan Hidrolika

Menurut Masduki Hardjosuprpto (2000), persamaan hidrolika sebagai berikut:

$$Q_{full} = \frac{Q_p}{Q_p/Q_f} \dots\dots\dots (8)$$

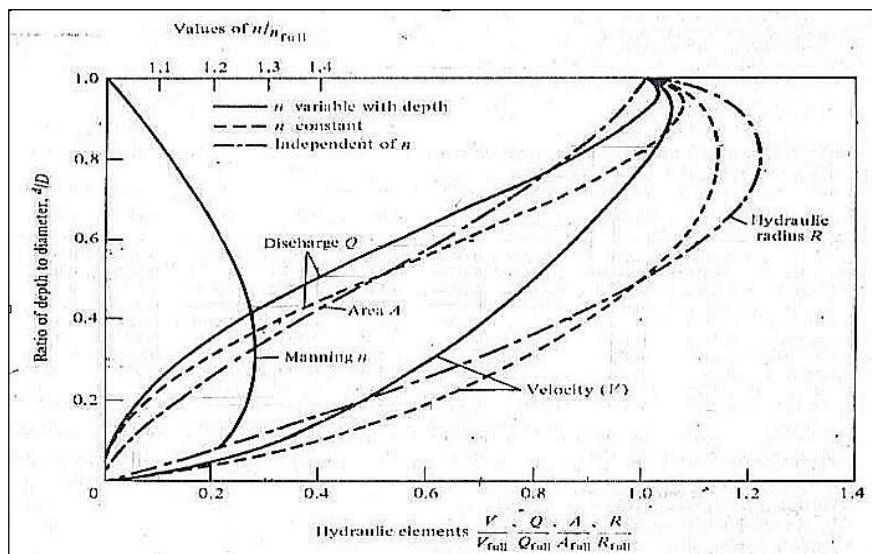
$$S_{tanah} = \frac{\Delta H}{L} \dots\dots\dots (9)$$

$$Q = \frac{A}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots (10)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots (11)$$

$$V_{min} = \frac{V_{min}}{v_{full}} \times V_f \dots\dots\dots (12)$$

Nilai Q_p/Q_{full} , V_{min}/V_{full} didapatkan dari "Hydraulic Element Graph For Circular Sewer" **Gambar 1.** dengan nilai d/D yang sudah ditentukan, Nilai d/D yang diperbolehkan antara 0,6-0,8 D pada debit puncak. Pipa dengan diameter kurang dari 600 mm, nilai d/D maksimum yang disyaratkan adalah 0,6. Sedangkan pipa dengan diameter lebih dari 600 mm, dianjurkan angka d/D maksimumnya 0,8.



Gambar 1. Hydraulic Element Graph For Circular Sewer

Sumber : H.E, Babbitt. 1982

C. Menghitung Kecepatan Aliran dalam Pipa

Menghitung kecepatan aliran dilakukan dengan menentukan nilai d/D (0,6-0,8). Nilai d/D akan digunakan untuk mendapatkan nilai Q_{peak}/Q_{full} dengan menggunakan "Hydraulic Element Graph For Circular Sewer" **Gambar 1**. Nilai Q_{peak}/Q_{full} didapatkan dengan cara menarik garis dari nilai d/D yang telah ditentukan hingga garis *Discharge Q Constant*. Setelah mendapatkan nilai Q_{peak}/Q_{full} , dilakukan perhitungan Q_{full} dengan persamaan (8). Menghitung slope pipa berdasarkan nilai Q_{full} dan diameter pipa yang akan digunakan. Perhitungan slope pipa berdasarkan persamaan (10). Setelah mengetahui slope pipa, akan dilakukan perhitungan V_{full} berdasarkan persamaan (11). Untuk mendapatkan nilai V_{min}/V_{full} , dan d_{min}/D diperlukan nilai Q_{min}/Q_{full} . Mendapatkan nilai V_{min}/V_{full} dan d_{min}/D dengan menggunakan "Hydraulic Element Graph For Circular Sewer" **Gambar 1**. Nilai d_{min}/D diperoleh dengan menarik garis dari nilai Q_{min}/Q_{full} hingga bersinggungan dengan garis *Discharge Q Constant* kemudian menarik garis menuju d/D . Nilai V_{min}/V_{full} diperoleh dengan menarik garis dari d_{min}/D hingga bersinggungan dengan dengan garis *Velocity Constant*, kemudian menarik garis menuju V_{min}/V_{full} . Nilai V_{min}/V_{full} yang diperoleh akan digunakan untuk menghitung nilai V_{min} . Perhitungan nilai V_{min} berdasarkan persamaan (12).

D. Pembedaan Pipa

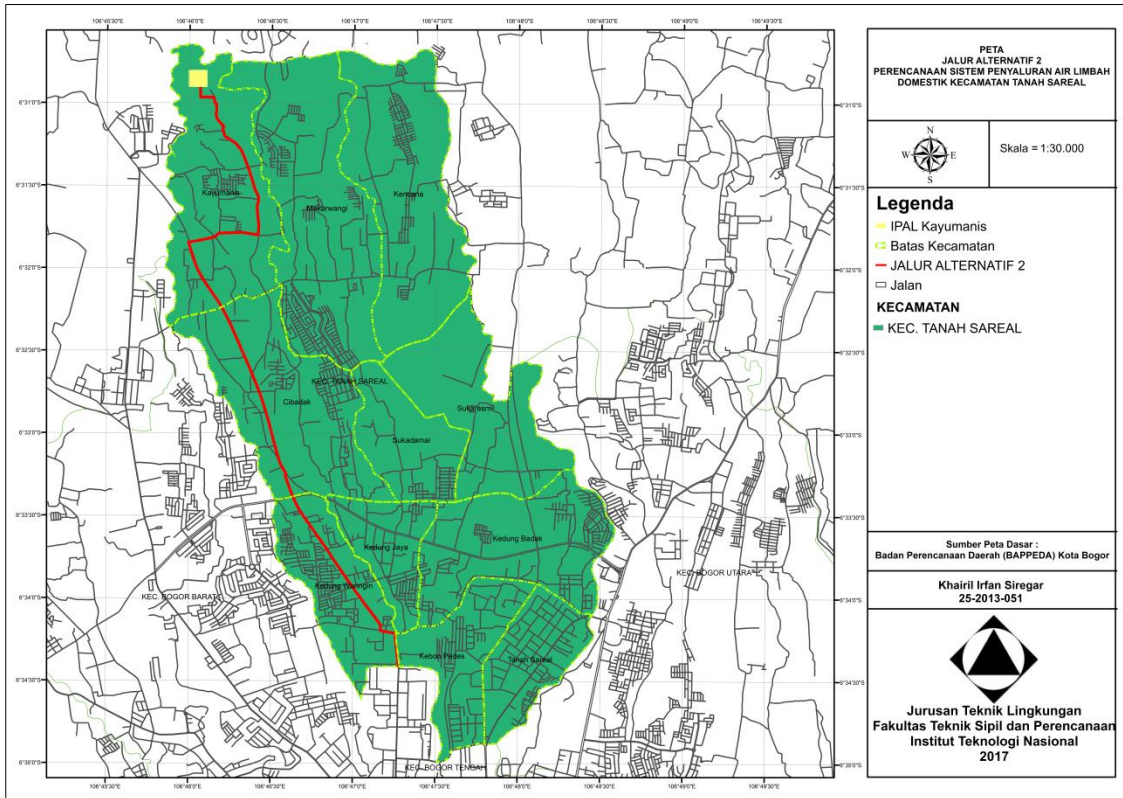
Titik letak pembedaan pipa air limbah domestik yang akan dipasang pada jalan. Sehingga dibutuhkan pembedaan pipa untuk mengetahui kedalaman galian yang diperlukan, perletakan, dan kebutuhan jenis manhole yang akan digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Jalur

Berdasarkan Masterplan Air Limbah Kota Bogor (BAPEDA, 2011) pengembangan sistem perpipaan air limbah telah ditetapkan daerah-daerah prioritas. Daerah prioritas pertama adalah daerah komersil, daerah dengan status risiko sanitasi, daerah dimana banyak terjadi BAB secara sembarangan, dan daerah dengan kepadatan tinggi. Daerah komersil di Kecamatan Tanah Sareal berada di jalan KH. Soleh Iskandar. Menurut (BAPEDA, 2016) dalam laporan Buku Pemuktahiran Strategi Sanitasi Kota Bogor terdapat 6 kelurahan di Kecamatan Tanah Sareal berstatus resiko tinggi sanitasi.

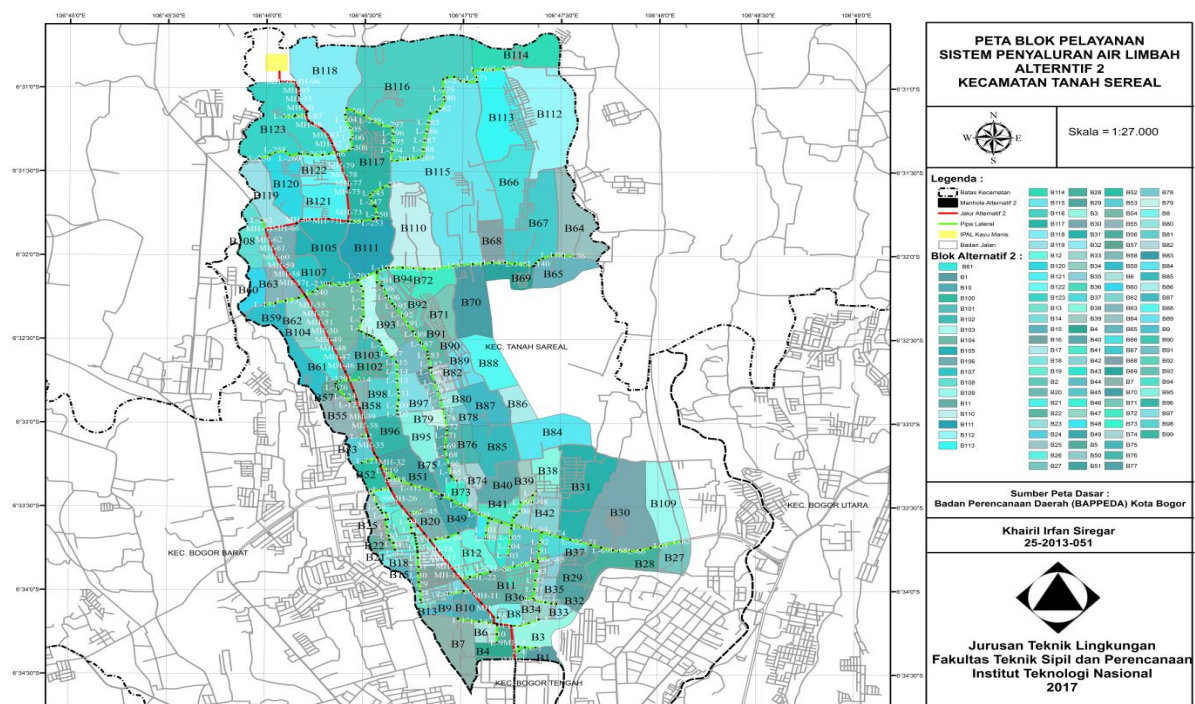
Dalam perencanaan jalur sistem penyaluran air limbah domestik harus memperhatikan kondisi topografi, jalur pipa sedapat mungkin mengikuti jalan-jalan utama yang ada, dan melayani penduduk daerah yang menjadi daerah resiko sanitasi. Perencanaan jalur Pipa induk alternatif 2 ini melewati jalan Taman Cimanggu, Jalan Kemang Raya Baru, Jalan Nasional 12, Jalan Kayumanis, Jalan KH. Soleh Iskandar dan Jalan Kampung Sumur Wangi. Jalur perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik Kecamatan Tanah Sareal dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Jalur Perencanaan Air Limbah

3.2 Pembagian Blok Pelayanan

Dalam perencanaan ini dilakukan pembagian blok pelayanan yang bertujuan untuk memudahkan dalam tahap perhitungan. Pembagian blok pelayanan pada perencanaan ini berjumlah 123 blok. Dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Blok Pelayanan

Pembagian blok pelayanan dilakukan untuk memudahkan perhitungan. Daerah pelayanan dibagi menjadi beberapa blok, dimana setiap blok pelayanan membebani setiap saluran pengumpul. Pertimbangan pembagian blok pelayanan adalah kondisi topografi dan jaringan jalan.

3.3 Debit Air Limbah

Perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik ini mengacu pada Master Plan air limbah Kota Bogor. Sehingga, debit yang masuk pada jalur pipa di Kecamatan Tanah Sareal diasumsikan termasuk debit dari Kecamatan Bogor Selatan dan Kecamatan Bogor Tengah. Berdasarkan Master Plan air limbah Kota Bogor sebesar 60,5% luas wilayah Kecamatan Bogor Selatan dan 62 % luas wilayah di Kecamatan Bogor Tengah akan mengalir menuju IPAL yang berada di Kecamatan Tanah Sareal. Timbulan air buangan dihitung berdasarkan konsumsi dari air minumannya, perhitungan timbulan air buangan akan dihitung berdasarkan persamaan (1) hingga (7). Berikut contoh perhitungan debit air limbah dari MH-1 (Manhole-1) menuju MH-2 :

Segmen MH-1 ke MH-2 membebani debit dari Kecamatan Bogor Selatan dan Kecamatan Bogor Tengah dengan jumlah penduduk total 297.717 jiwa yang terlayani.

Dari persamaan (1) didapatkan Q_{am} :

$$\begin{aligned} Q_{am} &= \text{Kebutuhan} \frac{\text{Air}}{\text{orang}} \times P \\ Q_{am} &= 112 \frac{l}{\text{hari}} \times 297.717 \text{ jiwa} \\ Q_{am} &= 385 \text{ L/detik} \\ Q_{am} &= 0,385 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari persamaan (2) didapatkan Q_r :

$$\begin{aligned} Q_r &= f_{ab} \times Q_{am} \\ Q_r &= 80\% \times 0,385 \text{ m}^3/\text{detik} \\ Q_r &= 0,308 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

50%-80% merupakan timbulan dari air limbah domestik, karena pada dasarnya air bersih yang digunakan oleh manusia tidak seluruhnya menjadi air buangan (Hardjosuprpto, 2000).

Dari persamaan (3) didapatkan Q_{peak} :

$$\begin{aligned} Q_{peak} &= 5 \times P_{total}^{(1-Z)} \times q_{md} \\ Q_{peak} &= 5 \times \frac{297.717^{(1-\frac{\text{Log } 4}{\text{Log } 297.717/1000})}}{1000} \times 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \\ Q_{peak} &= 0,481 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari persamaan (4) didapatkan Q_{min} :

$$\begin{aligned} Q_{min} &= 0,2 \times \left(\left[\frac{P_{total}}{1000} \right]^{1-Z} \right) \times q_r \\ Q_{min} &= 0,2 \times \frac{297.717^{(1-\frac{\text{Log } 4}{\text{Log } 297.717/1000})}}{1000} \times 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \\ Q_{min} &= 0,246 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari persamaan (5) didapatkan Q_{inf} :

$$Q_{inf} = \left(\frac{l}{1000} \right) \times q_{inf}$$

$$Q_{inf} = \left(\frac{85m}{1000}\right) \times \left(\frac{2}{1000} m^3/detik\right)$$

$$Q_{inf} = 0,018 m^3/detik$$

Dari persamaan (6) didapatkan Qsf:

$$Q_{sf} = Cr \times \frac{P}{1000} \times Q_r$$

$$Q_{sf} = 0,2 \times \frac{297.717}{1000} \times 0,308 m^3/detik$$

$$Q_{sf} = 0,062 m^3/detik$$

Dari persamaan (7) didapatkan Qam:

$$Q_d = Q_{peak} + Q_{inf} + Q_{sf}$$

$$Q_d = 0,481 m^3/detik + 0,018 m^3/detik + 0,062 m^3/detik$$

$$Q_d = 0,561 m^3/detik$$

Berikut ini rekapitulasi hasil perhitungan debit air buangan dari perencanaan ini, dapat di lihat di **Tabel 2**.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Debit Air Limbah

Jalur		L Pipa (m)	Std. Keb. Air (L/oh)	Keb. Air Domestik L/detik	Keb. AironDomestik L/detik	Keb. Air Total (m3/detik)	Qr (m3/detik)	qr (m3/detik)	qmd (m3/detik)	Qirfiltrasi (m3/detik)	Qsf (m3/detik)	Qpeak (m3/detik)	Qmin (m3/detik)	Qp desain (m3/detik)
Awal	Akhir													
MH-1	MH-2	85	112	296,212	88,864	0,385	0,308	0,001	0,001	0,018	0,062	0,481	0,246	0,561
MH-3	MH-4	86	112	297,748	89,126	0,387	0,309	0,001	0,001	0,018	0,062	0,484	0,248	0,564
MH-5	MH-6	34	112	301,295	89,733	0,391	0,313	0,001	0,001	0,019	0,063	0,489	0,250	0,570
MH-6	MH-7	30	112	305,358	90,429	0,396	0,317	0,001	0,001	0,019	0,063	0,495	0,253	0,577
MH-7	MH-8	65	112	311,525	91,484	0,403	0,322	0,001	0,001	0,019	0,064	0,504	0,258	0,587
MH-8	MH-9	100	112	313,329	91,793	0,405	0,324	0,001	0,001	0,019	0,065	0,506	0,259	0,590
MH-11	MH-12	70	112	313,329	91,793	0,405	0,324	0,001	0,001	0,020	0,065	0,506	0,259	0,591
MH-13	MH-14	53	112	317,234	92,461	0,410	0,328	0,001	0,001	0,020	0,066	0,512	0,262	0,598
MH-16	MH-17	100	112	320,909	93,090	0,414	0,331	0,001	0,001	0,021	0,066	0,517	0,265	0,604
MH-19	MH-20	13	112	320,909	93,090	0,414	0,331	0,001	0,001	0,021	0,066	0,517	0,265	0,605
MH-20	MH-21	100	112	326,613	94,066	0,421	0,337	0,001	0,001	0,021	0,067	0,526	0,269	0,614
MH-22	MH-23	106	112	326,613	94,066	0,421	0,337	0,001	0,001	0,022	0,067	0,526	0,269	0,615
MH-23	MH-24	58	112	337,446	95,920	0,433	0,347	0,001	0,001	0,022	0,069	0,542	0,277	0,633
MH-27	MH-28	27	112	342,244	96,741	0,439	0,351	0,001	0,001	0,022	0,070	0,549	0,281	0,641
MH-31	MH-32	20	112	347,742	97,681	0,445	0,356	0,001	0,001	0,023	0,071	0,557	0,285	0,651
MH-32	MH-33	86	112	419,360	134,428	0,554	0,443	0,001	0,001	0,023	0,089	0,692	0,354	0,804
MH-36	MH-37	18	112	425,463	135,472	0,561	0,449	0,001	0,001	0,023	0,090	0,701	0,359	0,814
MH-37	MH-38	100	112	427,312	135,788	0,563	0,450	0,001	0,001	0,024	0,090	0,704	0,360	0,817
MH-43	MH-44	22	112	427,312	135,788	0,563	0,450	0,001	0,001	0,024	0,090	0,704	0,360	0,818
MH-46	MH-47	100	112	434,099	137,584	0,572	0,457	0,001	0,001	0,024	0,091	0,715	0,366	0,830
MH-51	MH-52	100	112	434,099	137,584	0,572	0,457	0,001	0,001	0,025	0,091	0,715	0,366	0,831
MH-54	MH-55	27	112	434,099	137,584	0,572	0,457	0,001	0,001	0,026	0,091	0,715	0,366	0,832
MH-59	MH-60	100	112	599,047	164,464	0,764	0,611	0,001	0,001	0,027	0,122	0,954	0,489	1,103
MH-63	MH-64	23	112	599,047	164,464	0,764	0,611	0,001	0,001	0,027	0,122	0,954	0,489	1,104
MH-66	MH-67	100	112	603,814	165,280	0,769	0,615	0,001	0,001	0,028	0,123	0,961	0,492	1,112
MH-71	MH-72	182	112	603,814	165,280	0,769	0,615	0,001	0,001	0,029	0,123	0,961	0,492	1,113
MH-76	MH-77	54	112	620,955	168,213	0,789	0,631	0,001	0,001	0,030	0,126	0,986	0,505	1,142
MH-80	MH-81	58	112	620,955	168,213	0,789	0,631	0,001	0,001	0,030	0,126	0,986	0,505	1,143
MH-83	MH-84	100	112	754,821	201,439	0,956	0,765	0,001	0,001	0,031	0,153	1,195	0,612	1,379
MH-86	MH-87	72	112	754,821	201,439	0,956	0,765	0,001	0,001	0,031	0,153	1,195	0,612	1,380
MH-91	MH-92	45	112	768,315	203,748	0,972	0,778	0,001	0,001	0,032	0,156	1,215	0,622	1,402
MH-98	IPAL	112	112	768,315	203,748	0,972	0,778	0,001	0,001	0,033	0,156	1,215	0,622	1,403

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

3.4Diameter dan Kecepatan

Untuk menentukan diameter dan kecepatan dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik di Kecamatan Tanah Sareal ini, menggunakan persamaan (8) hingga (12). Berikut contoh perhitungan kecepatan pada segmen MH-1 menuju MH-2:

1. Nilai d/D yang digunakan pada perencanaan ini adalah 0,8, sehingga dengan menggunakan **Gambar 1** didapatkan nilai Qpeak/Qfull sebesar 0,98.

$$2. Q_{full} = \frac{Q_p}{Q_p/Q_f} = \frac{561 L/detik}{0,98} = 572,52 L/detik$$

3. Berdasarkan persamaan (10) didapatkan nilai slope pipa.

$$S = \left[\frac{Q \times n \times 4^{2/3}}{\pi \times D^{8/3}} \right]^2$$

$$S = \left[\frac{572,52 \frac{L}{detik} \times 0,013 \times 4^{2/3}}{\pi \times 0,6m^{8/3}} \right]^2$$

$$S = 0,0087$$

$$4. \frac{Q_{min}}{Q_{full}} = \frac{Q_{min}}{Q_{full}} = \frac{0,246 \frac{m^3}{detik}}{0,572 \frac{m^3}{detik}} = 0,43$$

5. Menentukan d_{min}/D dan V_{min}/V_{full} dengan menggunakan **Gambar 1**. Didapatkan nilai d_{min}/D sebesar 0,46, dan nilai V_{min}/V_{full} sebesar 0,96.

6. Berdasarkan persamaan (11) didapatkan V_{full}

$$V_{full} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V_{full} = \frac{1}{n} \times \left(\frac{0,60m}{4} \right)^{2/3} \times 0,0087^{1/2}$$

$$V_{full} = 1,71 \text{ m/detik}$$

$$7. V_{min} = \frac{V_{min}}{V_{full}} \times V_{full}$$

$$V_{min} = 0,96 \times 1,71 \text{ m/detik}$$

$$V_{min} = 1,64 \text{ m/detik}$$

Berikut ini rekapitulasi hasil perhitungan diameter dan kecepatan air buangan dari perencanaan ini, dapat di lihat pada **Tabel 3**berisikan rekapitulasi kekasaran manning pipa yang digunakan, slope, diameter saluran, dan kecepatan air dalam saluran.

Tabel 3. Rekapitulasi Diameter dan Kecepatan Aliran

No	Jalur Pipa Induk		n	Dpasaran	Vfull	Vmin	dmin	td
				mm	(m/detik)	(m/detik)	(m)	(jam)
1	MH-1	MH-32	0,013	600	1,98	1,9	0,28	0,39
2	MH-32	MH-81	0,013	800	2,15	2,07	0,37	3,84
3	MH-81	IPAL	0,013	1000	1,82	1,75	0,46	1,64
Waktu Pengaliran Menuju IPAL								5,88

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan **Tabel 3**, diketahui bahwa diameterpasaran pada pipa induk menggunakan Pipa berdiameter600-1000mm. Jalur pipa dari segmen 1-32 memerlukan diameter pipa sebesar 600 mm, jalur pipa dari segmen 32-81 memerlukan diameter 800 mm, untuk jalur pipa segmen81- IPAL memerlukan diameter pipa 1000 mm. Untuk pipa lateral diameter yang digunakan kisaran 200 mm – 500 mm.

Menurut (Hardjosuprpto, 2000) waktu pengaliran menuju IPAL dianjurkan < 18 jam. Berdasarkan **Tabel 3**, waktu pengaliran menuju IPAL pada jalur perencanaan ini telah memenuhi kriteria dengan $td = 5,88$ jam. Sehingga, pada jalur perencanaan ini tidak memerlukan debit penggelontoran pada operasionalnya.

3.5 Galian Pipa

Untuk menentukan galian pipadalam perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik di Kecamatan Tanah Sareal ini dengan melakukan perhitungan *slope pipa* dengan persamaan 11 dan perhitungan *headloss*. Galian pipa pada perencanaan akan bersinggungan dengan penggunaan tipe manhole yang akan digunakan. Terdapat 4 jenis tipe manhole yang

digunakan pada perencanaan ini, yaitu : Tipe manhole A, Tipe manhole B, Tipe manhole C, dan Tipe manhole D. Berikut ini rekapitulasi tipe manhole pipainduk disajikan pada **Tabel 4.**

Tabel 4. Rekapitulasi Tipe Manhole Pipa Induk

Tipe Manhole	Jumlah
Manhole A	6
Manhole B	33
Manhole C	51
Manhole D	7

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan **Tabel 4**, diketahui pada perencanaan ini jenis tipe manhole A yang digunakan sebanyak 6 unit manhole, jenis tipe manhole B sebanyak 33 unit manhole, jenis tipe manhole C sebanyak 51 unit manhole, dan jenis tipe manhole D sebanyak 7 unit manhole. Pada perencanaan pipa induk ini jenis tipe manhole B adalah jenis tipe manhole yang paling banyak digunakan.

3.6 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya pada perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik adalah pekerjaan perpipaan baik pengadaan dan pemasangan, dan pekerjaan pemasangan bangunan pelengkap. Dalam rencana anggaran biaya ini akan memperhitungkan biaya investasi pembangunan sistem penyaluran air limbah domestik di Kecamatan Tanah Sareal, biaya investasi pembangunan ini meliputi biaya pekerjaan persiapan, pengadaan dan pekerjaan perpipaan, pekerjaan galian tanah, serta bangunan pelengkap seperti manhole. Berikut ini rencana anggaran biaya dari perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik Kecamatan Tanah Sareal, disajikan pada **Tabel 5.**

Tabel 4. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Kecamatan Tanah Sareal

No	Uraian Pekerjaan	Total
1	Pekerjaan Pesiapan	Rp 2.589.018.830,20
2	Pekerjaan Tanah dan Galian	Rp 24.800.133.474,84
3	Pengadaan dan Pemasangan Pipa	Rp 3.089.689.200,00
4	Pembuatan dan Pemasangan Manhole	Rp 1.055.937.200,00
	JUMLAH	Rp 31.534.778.705,04
	PPN 10%	Rp 3.153.477.870,50
	JUMLAH TOTAL	Rp 34.688.256.575,55

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan **Tabel 5.** Biaya Total yang dibutuhkan dalam pembangunan sistem penyaluran air limbah domestik di Kecamatan Tanah Sareal sebesar **Rp.34.688.256.575,55-** Biaya pekerjaan tanah dan galian merupakan biaya terbesar dalam pembangunan sistem penyaluran air limbah domestik ini sebesar **Rp.24.800.133.474,84-**.

4. KESIMPULAN

Jalur perencanaan sistem penyaluran air limbah di Kecamatan Tanah Sareal memiliki total panjang saluran 7.418 m. Debit perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik menuju IPAL sebesar 1.403 l/detik. Jalur pipa direncanakan mengikuti badan jalan yang ada dengan melihat kondisi topografi Kecamatan Tanah Sareal. Saluran pipa induk pada perencanaan ini menggunakan pipa buis beton dengan dimensi pipa 600 mm – 1.000 mm. Diameter saluran pipa lateral berkisar 200mm – 500mm. Waktu pengaliran sampai IPAL 5,88 jam, Manhole yang digunakan sebanyak 424 unit, dan Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp. 34.688.256.575,55.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Perencanaan Daerah Kota Bogor. (2010). Master Plan Air Limbah. Bogor.
- Badan Perencanaan Daerah Kota Bogor. (2016). Pemutakhiran Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kota Bogor. Bogor.
- Badan Pusat Statistik Kota Bogor. (2016). Kota Bogor Dalam Angka 2016. Bogor.
- Badan Pusat Statistik Kota Bogor. (2016). Statistika Daerah Kota Bogor 2016. Bogor.
- Dinas Kesehatan Kota Bogor. (2014). Laporan Studi EHRA. Bogor.
- Dinas Perumahan dan Permukiman Kota Bogor. (2017). Harga Satuan Pekerjaan Tertinggi Upah dan Bahan Tahun Anggaran 2017. Kota Bogor.
- Hardjosuprpto, Moh. Masduki (MODUTO). (2000). Penyaluran Air Buangan Vol II. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- H.E, Babbit. (1982). Sewage and Sewerage Treatment Plant. New York : McGraw Hill
- Peraturan Daerah Kota Bogor Nomor 08 Tahun 2011. Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bogor 2011-2031. Bogor.