

Perencanaan Jalur Air Limbah di PT. X Kecamatan Lebaksiu Kabupaten Tegal

Etih Hartati¹ dan Nur Assyiffa Rahmawati^{1*}

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia; e-mail: nassyiffarahma@gmail.com

ABSTRAK

Air limbah domestik merupakan produk yang dihasilkan dari aktivitas manusia sehari-hari yang mengandung berbagai polutan serta berpotensi mempengaruhi lingkungan dan kesehatan masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Di Kecamatan Lebaksiu Kabupaten Tegal, terdapat lokasi pembangunan PT. X yang merupakan bagian dari lahan pembangunan baru untuk pabrik sepatu dengan luas sebesar 165.007 m². Pada pelaksanaannya, pabrik sepatu tentunya akan menghasilkan air limbah domestik seperti air limbah dari *water closet* (WC), kamar mandi, tempat cuci, dan tempat memasak. Pada pembangunan pabrik sepatu PT. X ini akan direncanakan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) untuk menghindari berbagai permasalahan seperti pencemaran terhadap badan air, penyakit bawaan air, dan kerusakan lingkungan akibat unsur polutan pada air buangan. Tujuan dari perencanaan ini adalah membuat jalur perpipaan air limbah dan menentukan dimensi pipa. Perencanaan ini diawali dengan menghitung kebutuhan air limbah, lalu menghitung debit desain, hingga menghitung dimensi pipa. Persamaan yang digunakan untuk menghitung parameter perencanaan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Tahun 2017. Jumlah blok pelayanan yang dihasilkan yaitu sebanyak 19 blok dengan timbulan air limbah sebesar 6,788 l/detik. Penyaluran air limbah domestik dialirkan secara gravitasi dimulai dari blok pelayanan dengan elevasi tertinggi sampai dengan STP (Sewage Treatment Plan) dengan diameter pipa perencanaan jalur air limbah ini berkisar antara 100 – 150 mm dengan jenis pipa yang digunakan ialah pipa PVC dan manhole yang digunakan ialah drop manhole. Artikel ini diharapkan dapat membantu perencana, peneliti lain, ataupun pembuatan kebijakan untuk merencanakan pengelolaan air limbah domestik yang efektif, berkelanjutan, dan sesuai dengan persyaratan dan peraturan yang relevan.

Kata kunci: Air Limbah, Diameter Pipa, Pabrik Sepatu, Sistem Penyaluran, Kabupaten Tegal

ABSTRACT

Domestic wastewater is a product produced from daily human activities that contain various pollutants and has the potential to affect the environment and public health if not managed properly. In Lebaksiu District, Tegal Regency, there is a construction site of PT. X which is part of a new development land for a shoe factory with an area of 165,007 m². In its implementation, the shoe factory will certainly produce domestic wastewater such as wastewater from water closets (WC), bathrooms, washing places, and cooking places. On the construction of the shoe factory PT. X will be planned for the Wastewater Distribution System (SPAL) to avoid various problems such as pollution of water bodies, waterborne diseases, and environmental damage due to pollutants in wastewater. The purpose of this planning is to create wastewater piping lines and determine the dimensions of the pipes. This planning begins with calculating wastewater needs, then calculating design discharge, to calculating pipe dimensions. The equation used to calculate planning parameters refers to the Regulation of the Minister of Public Works and Public Housing of the Republic of Indonesia Year 2017. The number of service blocks produced is 19 blocks with wastewater generation of 6,788 l / second. The distribution of domestic wastewater is flowed by gravity starting from the service block with the highest elevation to STP (Sewage Treatment Plan) with the diameter of the wastewater path planning pipe ranging from 100 – 150 mm with the type of pipe used is PVC pipe and the manhole used is a drop manhole. This article is expected to help planners, other researchers, or policymakers to plan effective, sustainable, and compliant domestic wastewater management with relevant requirements and regulations.

Keywords: Wastewater, Pipe Diameter, Shoe Factory, Distribution System, Tegal Regency

Citation: Hartati, E. dan Rahmawati, N. A. (2024). Perencanaan Jalur Air Limbah di PT. X Kecamatan Lebaksiu Kabupaten Tegal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(5), 1276-1283, doi:10.14710/jil.22.5.1276-1283

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri sepatu di Indonesia sangatlah berkembang, hal tersebut diketahui berdasarkan pernyataan Direktur Jendral Industri Kecil dan Menengah (IKM) Kementerian Perindustrian (KEMENPERIN) Euis Saedah yang mengatakan bahwa pertumbuhan perindustrian sepatu di Indonesia mengalami kemajuan yang pesat, saat ini juga perindustrian sepatu sangat berperan penting dalam sektor pertumbuhan ekonomi di Indonesia, karena industri sepatu telah mampu memproduksi sepatu dalam jumlah besar dengan jumlah perusahaan kurang lebih 388 perusahaan. Terlepas dari itu, industri sepatu juga pastinya mengeluarkan air limbah dari setiap proses kegiatannya seperti air limbah yang berasal dari water closet (WC), kamar mandi, tempat cuci, dan tempat memasak. Namun, biasanya hanya industri besar yang memiliki fasilitas pengolahan limbah sendiri yang mampu mengolah limbah secara efektif (Angraini dkk., 2022).

Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, air limbah adalah air yang berasal dari suatu proses dalam suatu kegiatan. Pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Pasal 129 dijelaskan juga bahwa sumber air limbah terdiri dari air limbah rumah tangga dan air limpasan. Sumber air limbah dari rumah tangga berupa air limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, seperti air mandi, cuci, dan kakus. Sedangkan sumber air limbah dari air limpasan adalah air limbah yang dibawa oleh air larian (run off) pada saat atau setelah terjadinya hujan.

Manusia melakukan berbagai aktivitas yang menghasilkan air limbah domestik seperti dari pembuangan limbah kamar mandi dan dapur, sehingga air limbah yang dihasilkan pun akan meningkat (Sulistia dan Septisya, 2019). Meningkatnya jumlah air limbah domestik tanpa meningkatkan kuantitas dan kualitas badan penerima akan menyebabkan pencemaran badan air karena jumlah air limbah yang masuk ke badan air akan melebihi daya dukungnya (Hidayah dkk., 2018).

Penyaluran air limbah yang direncanakan untuk pabrik sepatu tepatnya di PT. X yang berlokasi di Jalan Raya barat No. 16, Desa Lebaksiu Kidul, Kecamatan Lebaksiu, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Kecamatan Lebaksiu ini memiliki luas sebesar 4.096 Ha yang sebagian besarnya merupakan lahan sawah dengan luas yang dimiliki sebesar 2.719 Ha. Pabrik sepatu yang akan direncanakan ini akan dibangun di Desa Lebaksiu Kidul yang memiliki luas sebesar 444,44 Ha. Selanjutnya pabrik sepatu ini akan dikembangkan di lahan seluas 16,5 Ha atau 165.007 m².

Pada pelaksanaannya, air buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia akan berdampak pada manusia itu sendiri seperti pencemaran terhadap badan air, penyakit bawaan air, dan juga akan merusak lingkungan yang diakibatkan oleh unsur polutan pada air buangan tersebut (Samina dkk., 2013). Kerusakan lingkungan yang terjadi diantaranya penurunan

kualitas baik air, air tanah, maupun tanah, serta merusak ekosistem perairan dan menimbulkan bau (Ratnawati dan Ulfah, 2020). Selain itu, banyak dari masyarakat yang membuang air limbah domestik langsung ke badan air tanpa mengolahnya terlebih dahulu disebabkan oleh kurangnya kesadaran mengenai metode pengolahan air limbah domestik yang cepat, murah, dan ramah lingkungan serta kurangnya pengetahuan mengenai dampak buruk dari pembuangan air limbah domestik secara langsung (Imron dkk., 2019).

Sehingga berdasarkan permasalahan yang terjadi, air yang telah digunakan perlu ditangani dengan cepat dan tepat untuk menghindari berbagai permasalahan yang ada. Salah satunya adalah merencanakan penyaluran air limbah yang akan menuju STP (Sewage Treatment Plan) sebagai suatu sarana pengolahan air limbah tersebut. Hal inipun sejalan dengan penelitian Kamila yang mengatakan bahwa perencanaan saluran air limbah melalui pipa dari sumber menuju IPAL dengan menggunakan system off site agar air limbah tersebut aman saat dialirkan ke badan sungai (Khalisah dkk., 2019).

2. METODE PENELITIAN

Tahapan perencanaan penyaluran air limbah di PT. X terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data dan analisis data.

Tahapan pertama yang dilakukan ialah studi literatur lalu dilanjutkan dengan pengumpulan data yang didapatkan dari dokumen-dokumen internal atau eksternal perusahaan, peraturan perundang-undangan, laporan, data statistik, studi pustaka, peta-peta, dan lain sebagainya (Kurnia, 2017). Data yang dibutuhkan untuk mengolah data di tahap selanjutnya yaitu peta administrasi, peta kontur, jumlah jiwa, standar kebutuhan air bersih, dan persen (%) kebutuhan air limbah.

Tahapan selanjutnya ialah pengolahan data, dimana dalam perencanaan penyaluran air limbah di PT. X, menggunakan metode analisis deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas dan mudah dipahami. Selain itu, perhitungan untuk perencanaan penyaluran air limbah terdiri dari lima tahapan yaitu:

1. Penentuan jenis sistem penyaluran air limbah domestik yang mengacu pada Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah.
2. Perhitungan kebutuhan air bersih yang dihitung berdasarkan jumlah pengguna air bersih dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih. Standar kebutuhan air bersih yang digunakan yaitu 50/liter/pegawai/hari (Per Men PUPR, 2017).
3. Perhitungan timbulan air limbah yaitu berdasarkan faktor air limbah dikalikan dengan kebutuhan air bersih (Per Men PUPR, 2017).
4. Perhitungan debit desain air limbah menggunakan rumus sebagai berikut: (Per Men PUPR, 2017).
 - a. Debit Infiltrasi (Qinf)
$$Qinf = L/1.000 \times Qr$$

Keterangan:

Q_{inf} = Debit Infiltrasi (l/detik)
 L = Panjang saluran (m)
 Q_r = Debit air limbah (l/detik)

- b. Debit Surface Infiltrasi (Q_{sf})
 $Q_{sf} = f_r \times Q_r$

Keterangan:

Q_{sf} = Debit Inflow (l/detik)
 f_r = Koefisien inflow (0,2)
 Q_r = Debit air limbah (l/detik)

- c. Debit Harian Maksimum (Q_{md})
 $Q_{md} = f_{md} \times q_r$

Keterangan:

Q_{md} = Debit harian maksimum (l/detik)
 f_{md} = faktor harian maksimum (1,25)
 q_r = Debit satuan rata-rata (l/detik)

- d. Debit Puncak (Q_{peak})
 $Q_p = 5 \times ((P \text{ total})/1000)^{(1-z)} \times Q_{md}$
 $z = (\text{Log } 4)/(\text{Log } ((P \text{ total})/1000))$

Keterangan:

Q_p = Debit puncak (l/detik)
 Q_{md} = Debit harian maksimum (l/detik)

- e. Debit Minimum (Q_{min})
 $Q_{min} = 0,2 \times (P/1000)^{(1+z)} \times q_r$

Keterangan:

Q_{min} = Debit harian minimum (l/detik)
 P = Jumlah jiwa (orang)
 q_r = Debit satuan rata-rata (l/detik)

- f. Debit Puncak Desain (Q_p desain)
 $Q_{pd} = Q_p + Q_{sf} + Q_{inf}$

Keterangan:

Q_{pd} = Debit puncak desain (l/detik)
 Q_p = Debit puncak (l/detik)
 Q_{sf} = Debit inflow (l/detik)
 Q_{inf} = Debit infiltrasi (l/detik)

5. Perancangan dimensi saluran air limbah menggunakan prinsip hidrolika dan grafik "Hydraulic Element Graph for Circular Sewer Running Partly Full" yang digunakan untuk menentukan diameter pipa, kecepatan aliran air limbah, dan waktu detensi. Selain itu, penentuan titik elevasi didapatkan dari aplikasi google earth dan global mapper. Penentuan dimensi saluran air limbah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

- a. Slope Tanah
 $St = (\text{Hawal-Hakhir})/L$

- b. Penentuan d/D
 d/D yang digunakan pada awal pipa yaitu pipa servis adalah 0,6 dan d/D yang digunakan untuk pipa lanjutan yaitu pipa lateral adalah 0,8.

- c. Penentuan Q_p/Q_{full}

Q_p/Q_{full} ditentukan dari nilai d/D yang di plotkan pada grafik Hydraulic Elements of Circular Sewer Running Partly Full, dimana nilai d/D diplotkan pada kurva Discharge Q (n constant).

- d. Debit Penuh (Q_{full})
 $Q_{full} = (Q_{peak \text{ desain}})/(Q_p/Q_{full})$
- e. Slope Pipa
 $S_{min} = 0,01 \times Q^{0,667}$
- f. Diameter Teoritis
 $D = ((Q_{full} \times n)/(0,312 \times (S)^{(1/2)}))^{(3/8)}$
- g. Kecepatan Penuh (V_{full})
 $V_{full} = 1/n \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$
 $V_{full} = 1/n \times ((D \text{ pasaran})/(4 \times 1000))^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$
- h. Luas Penuh (A_{full})
 $A_{full} = 1/4 \pi d^2$
- i. Menentukan Nilai V_p/V_f
 Nilai V_p/V_f didapatkan dari hasil plotting d/D pada nomogram dengan cara memplotkan nilai d/D pada sumbu y lalu ditarik garis horizontal sampai bertemu dengan garis velocity (V/V_f) constant.
- j. Kecepatan Puncak (V_{peak})
 $V_{peak} = (V_p/V_f) \times V_{full}$
- k. Menentukan Nilai Q_m/Q_f
 $Q_m/Q_f = Q_{min}/Q_{full}$
- l. Menentukan Nilai V_m/V_f
 Nilai V_m/V_f didapatkan dari nilai Q_m/Q_f lalu diplotkan pada sumbu x lalu ditarik garis vertical hingga menyentuh garis discharge Q/Q_r (Constant), lalu ditarik garis horizontal ke arah kanan hingga menyentuh garis velocity V/V_f (Constant), setelah itu ditarik garis vertical kebawah.
- m. Menentukan Nilai D_m/D_f
 Nilai D_m/D_f didapatkan dari nilai Q_m/Q_f lalu diplotkan pada sumbu x lalu ditarik garis vertical hingga menyentuh garis discharge Q/Q_r (Constant), lalu ditarik garis horizontal ke arah kiri.
- n. Kecepatan Minimum (V_{min})
 $V_{min} = (V_m/V_f) \times V_{full}$
- o. Diameter Minimum (d_{min})
 $d_{min} = (D_m/D_f) \times D_{pasaran}$
- p. Waktu detensi (t_d)
 $t_d = (L \text{ pipa})/V_{min}$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum

PT. X terletak di Jalan Raya Barat No. 16 Desa Lebaksiu Kidul, Kecamatan Lebaksiu, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. PT. X ini akan dikembangkan di lahan seluas 165.007 m² atau 16,5 Ha dengan jumlah pegawai yang direncanakan ialah 14.663 jiwa dalam dua shift kerja. Pegawai yang direncanakan didasarkan atas produk sepatu impor dan ekspor yang akan diproduksi.

Batasan administratif dari PT. X ini diantaranya:

1. Sebelah Utara : Desa Yamansari
2. Sebelah Selatan : Desa Timbangreja

3. Sebelah Barat : Kecamatan Balapulang

4. Sebelah Timur : Kecamatan Jatinegara

Wilayah PT. X memiliki koefisien permeabilitas sebesar 0,036 m/jam yang dikategorikan sebagai jenis tanah alluvial berdasarkan SNI-8456 tahun 2017. Wilayah PT. X juga termasuk kedalam wilayah dataran rendah yang terletak pada ketinggian 162 mdpl dengan kemiringan rendah antara 0-2%. Lokasi pembangunan PT. X ditujukan untuk kegiatan pengembangan khususnya pada bidang usaha. Lokasi wilayah PT.X dapat dilihat pada Gambar 1.

3.2. Perencanaan Jalur Pipa dan Timbulan Air Limbah

Jalur pipa air limbah yang direncanakan terdiri dari 19 blok pelayanan, dengan sistem pengaliran yang digunakan yaitu sistem gravitasi, dimana titik awal dimulai dari elevasi tertinggi yaitu pada blok A1 dan berakhir di STP. Fungsi dari blok pelayanan ini adalah untuk memudahkan perhitungan dimensi pipa air limbah, dimana blok pelayanan ini akan menghasilkan ukuran pipa yang lebih efisien.

Pertimbangan topografi perlu dilakukan saat menentukan rute sistem distribusi air limbah domestic dimana perlu sejauh mungkin mengikuti jalan raya utama yang ada dan melayani penduduk setempat (Siregar dkk., 2020). Jalur yang direncanakan diupayakan melalui jalur dan waktu aliran sesingkat mungkin untuk menghindari pencemaran lingkungan (Widiana dkk., 2012).

Perencanaan jalur ini diperlukan bangunan pelengkap yang merupakan bagian dari sistem jaringan air limbah untuk keperluan pengaliran, pengecekan, dan pemeliharaan (Rahmanissa dan Slamet, 2017). Bangunan pelengkap yang digunakan pada perencanaan ini yaitu manhole yang memiliki fungsi sebagai lubang pemeriksaan, dan memudahkan petugas dalam memeriksa, memperbaiki, serta membersihkan saluran dari kotoran yang menyumbat saluran aliran (Rahmawati dkk., 2013). Jumlah manhole yang direncanakan dalam saluran perpipaan air limbah, disesuaikan dengan kondisi eksisting jalan serta diameter yang dipasang (Pratiwi dan Purwanti, 2015). Jalur penyaluran air limbah di PT. X dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta Lokasi Pembangunan Pabrik Sepatu di PT. X



Gambar 2. Blok Pelayanan dan Jalur Air Limbah

Berdasarkan hasil perencanaan jalur air limbah yang tercantum pada Gambar 2 yang dimulai dari blok A1 hingga blok A19 terdapat 65 manhole yang terpasang di sepanjang jalur pipa lateral dan jalur pipa servis dengan jenis manhole yang digunakan ialah manhole tipe A berbentuk segi empat.

Timbulan air limbah di PT. X hanya terdiri atas air limbah domestik. Timbulan air limbah domestik dapat dihitung berdasarkan kebutuhan air bersih yang dikalikan dengan faktor air limbah sebesar 80%. Hasil perhitungan timbulan air limbah PT. X dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Timbulan Air Limbah

Blok	Kebutuhan Air Bersih (l/detik)	Debit Air Limbah, Qr (l/detik)
A1 - A19	8,486	6,788

Contoh perhitungan timbulan air limbah domestik adalah sebagai berikut.

Diketahui:

- Jumlah pekerja = 14.663 Jiwa
 - Standar kebutuhan air bersih = 50 l/jiwa/hari
- Maka,
 Kebutuhan air bersih = Jumlah jiwa x Std kebutuhan
 Kebutuhan air bersih = 14.663 Jiwa x 50 l/jiwa/hari
 Kebutuhan air bersih = 733.153 l/hari = 8,486 l/detik

Berdasarkan kebutuhan air bersih tersebut, didapatkan timbulan air limbah dengan menggunakan factor air limbah sebesar 80% sebagai berikut.

$$\text{Debit Air Limbah} = 80\% \times \text{Kebutuhan air bersih}$$

$$\text{Debit Air Limbah} = 80\% \times 8,486 \text{ l/detik}$$

$$\text{Debit Air Limbah} = 6,788 \text{ l/detik}$$

3.3. Perhitungan Debit Desain Air Limbah

Saluran air limbah biasanya menerima beban sesuai dengan jalur pipa yang direncanakan dan sesuai dengan kondisi lahan (Shodiq, 2018).

Debit puncak desain air limbah merupakan penjumlahan dari debit puncak (Qpeak), debit infiltrasi (Qinf), dan debit surface (Qsf) yang terjadi pada saat aliran penuh pada pipa. Debit puncak desain digunakan untuk menghitung dimensi pipa pada perhitungan selanjutnya.

Contoh perhitungan debit desain air limbah adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Debit Harian Maksimum (Qmd)

Faktor maksimum day yang digunakan ialah 1,25

$$Qmd = Fmd \times qr$$

$$Qmd = 1,25 \times 0,463 \text{ l/detik}$$

$$Qmd = 0,579 \text{ l/detik}$$

2. Perhitungan Debit Infiltrasi (Q inf)

Panjang pipa akumulasi blok A1 - A19 = 955 meter

$$Q \text{ inf} = \frac{\text{Panjang pipa}}{1000} \times \text{Debit Air Limbah}(Qr)$$

$$Q_{inf} = \frac{955 \text{ meter}}{1000} \times 6,788 \text{ l/detik}$$

$$Q_{inf} = 6,4808 \text{ l/detik}$$

3. Perhitungan Debit Surface (Qsf)

Faktor debit surface yang digunakan ialah 0,2

$$Q_{sf} = fr \times \text{Debit Air Limbah (Qr)}$$

$$Q_{sf} = 0,2 \times 6,788 \text{ l/detik}$$

$$Q_{sf} = 1,3577 \text{ l/detik}$$

4. Perhitungan Debit Puncak (Q peak)

$$Q_{peak} = 5 \times \left(\frac{\text{Jumlah jiwa}}{1000} \right)^{\left(1 - \left(\frac{\text{Log}^4 \text{Jumlah jiwa}}{\text{Log}^4 \frac{\text{Jumlah jiwa}}{1000}}\right)\right)} \times Q_{md}$$

$$Q_{peak} = 5 \times \left(\frac{14.663 \text{ jiwa}}{1000} \right)^{\left(1 - \left(\frac{\text{Log}^4 14.663 \text{ jiwa}}{\text{Log}^4 \frac{14.663 \text{ jiwa}}{1000}}\right)\right)} \times 0,579 \text{ l/detik}$$

$$Q_{peak} = 10,607 \text{ l/detik}$$

5. Perhitungan Debit Minimum (Q min)

$$Q_{min} = 0,2 \times \left(\frac{\text{Jumlah jiwa}}{1000} \right)^{\left(1 + \left(\frac{\text{Log}^4 \text{Jumlah jiwa}}{\text{Log}^4 \frac{\text{Jumlah jiwa}}{1000}}\right)\right)} \times q_r$$

$$Q_{min} = 0,2 \times \left(\frac{14.663 \text{ jiwa}}{1000} \right)^{\left(1 + \left(\frac{\text{Log}^4 14.663 \text{ jiwa}}{\text{Log}^4 \frac{14.663 \text{ jiwa}}{1000}}\right)\right)} \times 0,463 \text{ l/detik}$$

$$Q_{min} = 5,431 \text{ l/detik}$$

6. Perhitungan Debit Puncak Desain (Qpeak desain = Qpd)

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

$$Q_{pd} = 10,607 \text{ l/detik} + 1,3577 \text{ l/detik} + 6,4808 \text{ l/detik}$$

$$Q_{pd} = 18,445 \text{ l/detik}$$

Rekapitulasi perhitungan debit desain dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Debit Desain

Parameter	Nilai	Satuan
Debit Satuan Rata-rata (qr)	0,463	l/detik
Debit Harian Maksimum (Qmd)	0,579	l/detik
Debit Infiltrasi (Q inf)	6,4808	l/detik
Debit Surface (Qsf)	1,3577	l/detik
Debit Puncak (Qpeak)	10,607	l/detik
Debit Minimum (Q min)	5,431	l/detik
Debit Desain Puncak (Qpd)	18,445	l/detik

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 2, debit yang akan digunakan untuk perencanaan penyaluran air limbah PT. X yaitu sebesar 18,445 l/detik. Selain itu, jenis pipa yang akan digunakan ialah PVC dengan koefisien kekasaran manning yang digunakan ialah sebesar 0,012. Kekasaran manning yang digunakan diupayakan sekecil mungkin, namun mampu memberikan kecepatan yang diinginkan sehingga tidak akan terjadi kerusakan permukaan saluran (Thomas, 2010). Kecepatan minimum menurut (Hardjosuprpto, 2000) berada pada rentang 0,3 – 3 m/s. Dengan demikian, jika dalam perhitungan terdapat hasil kecepatan <0,3 m/s maka harus dilakukan penggelontoran. Selain itu, apabila kecepatan melebihi 3m/s, dengan mengubah diameter dan kemiringan pipa, masalah ini dapat diatasi sehingga kecepatan aliran memenuhi kebutuhan (Liberda dkk., 2021).

Contoh perhitungan dimensi pipa air limbah untuk jalur terakhir menuju STP adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Debit Penuh (Q full)

Nilai Qp/Qf yang didapatkan dari grafik Hydraulic Elements of Circular Sewer Running Partly Full ialah sebesar 0,67.

$$Q_{full} = \frac{Q_{pd}}{Q_p/Q_f}$$

$$Q_{full} = \frac{18,445 \text{ l/detik}}{0,67}$$

$$Q_{full} = 18,822 \text{ l/detik}$$

2. Perhitungan Diameter Pipa

$$D = \left(\frac{\frac{Q_{full}}{1000} \times n}{0,312 \times \text{slope pipa}^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left(\frac{18,822 \text{ l/detik}}{1000} \times 0,012}{0,312 \times 0,012^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = 152,24 \text{ mm}$$

Sehingga diameter pasaran yang digunakan ialah 150 mm.

3. Perhitungan Kecepatan Penuh (V full)

$$V_{full} = \frac{1}{n} \times \frac{D \text{ pasaran}}{4^{2/3}} \times S^{1/2}$$

$$V_{full} = \frac{1}{0,012} \times \frac{150 \text{ mm}}{4^{2/3}} \times 0,012^{1/2}$$

$$V_{full} = 0,543 \text{ m/detik}$$

4. Perhitungan Kecepatan Aliran (V)

Nilai Vm/Vf yang didapatkan dari nomogram yaitu sebesar 0,88 dan V full yang didapatkan yaitu 0,543 m/detik.

$$V = (V_m/V_f) \times V_{full}$$

$$V = 0,88 \times 0,543 \text{ m/detik}$$

$$V = 0,5 \text{ m/detik}$$

5. Perhitungan diameter minimum (d min)

Nilai Dm/Df yang didapatkan dari nomogram yaitu sebesar 0,38.

$$d_{min} = (D_m/D_f) \times D \text{ pasaran}$$

$$d_{min} = 0,38 \times 150 \text{ mm}$$

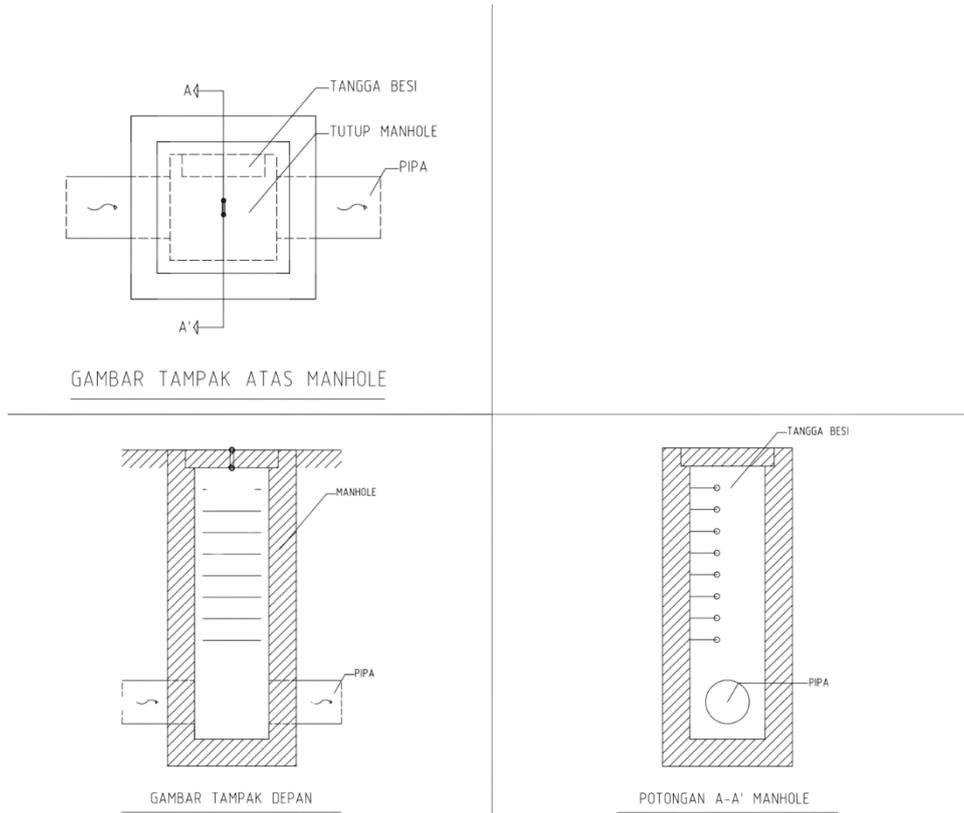
$$d_{min} = 0,057 \text{ meter}$$

Rekapitulasi perhitungan dimensi pipa air limbah di PT.X dapat dilihat pada Tabel 3.

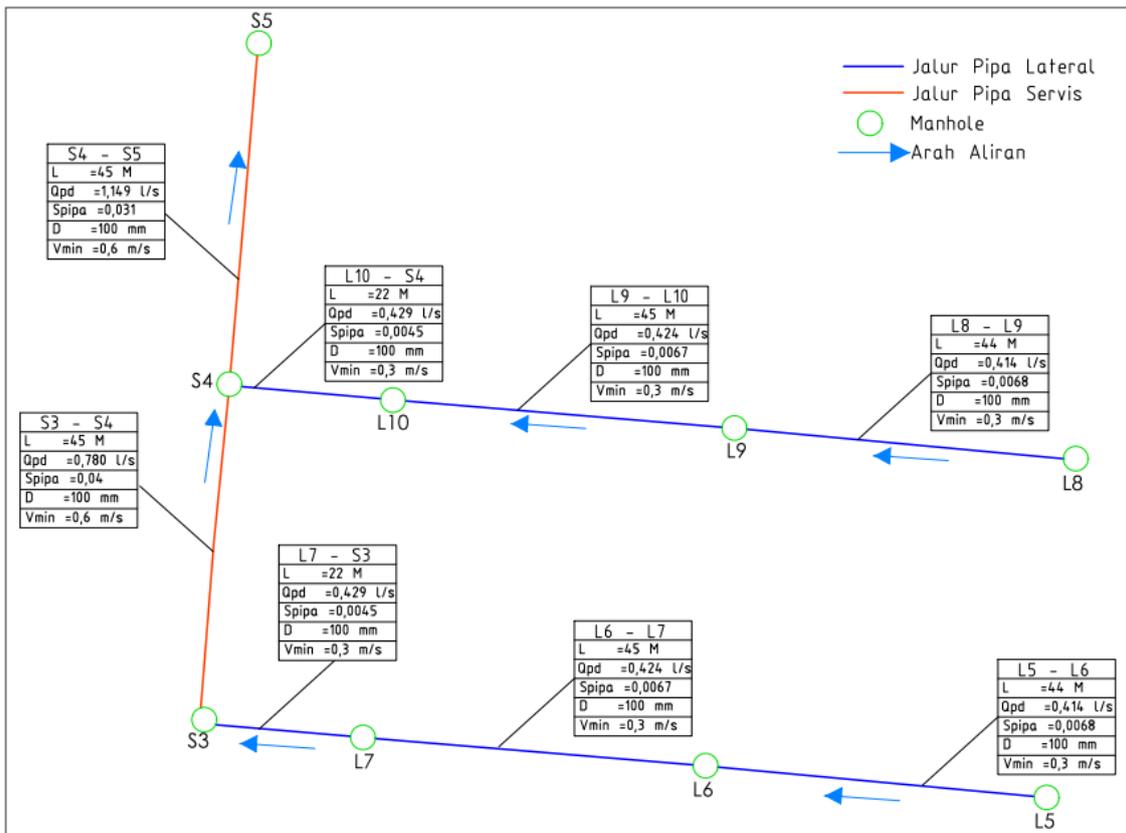
Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Pipa Air Limbah

Parameter	Nilai	Satuan
Diameter Pipa (Pasaran)	100 - 150	mm
V peak	0,084 - 1,217	m/detik
Kecepatan Aliran (V)	0,3 - 1	m/detik
d min	3,8 - 6,6	cm

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3, diameter pipa berkisar antara 100 – 150 mm, lalu dilihat dari kecepatan minimum memenuhi kriteria desain, sehingga wilayah perencanaan tidak perlu dilakukan penggelontoran. Penggelontoran yang dimaksud adalah penambahan air ke dalam saluran dengan debit yang memiliki kecepatan tertentu. Fungsi dari penggelontoran sendiri adalah untuk membuat aliran di dalam lancar yang juga membantu menghilangkan sedimen dan menurunkan jumlah air limbah yang ada (Gambiro, 2012). Detail desain pipa penyaluran air limbah dari jalur L5 – S5 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Denah dan Potongan Manhole Tipe A



Gambar 4. Detail Desain Penyaluran Air Limbah Jalur L5 - S5

Berdasarkan hasil perhitungan yang kemudian di sajikan pada Gambar 3, dari jalur L5 sampai dengan S5 merupakan jalur yang berada di hulu atau di awal dalam sistem pengaliran, sehingga debit puncak desain yang dihasilkan berada pada rentang 0,414 – 1,149 l/detik dimana debit yang dihasilkan belum terakumulasi dengan bangunan lainnya, selain itu kemiringan pipa yang dihasilkan berada pada rentang 0,0045 – 0,4 lalu diameter pipa yang dihasilkan sebesar 100 mm serta kecepatan minimum yang dihasilkan berada pada rentang 0,3 – 0,6 m/s. Sementara itu, contoh denah dan potongan manhole dapat dilihat pada Gambar 4.

4. KESIMPULAN

Sistem penyaluran air limbah domestik dialirkan secara gravitasi dimulai dari elevasi tertinggi yaitu pada Blok A1 sampai dengan STP (*Sewage Treatment Plan*). Kebutuhan air bersih yang dihasilkan karyawan di PT. X yaitu sebesar 8,486 l/detik. Timbulan air limbah yang dihasilkan oleh PT. X yaitu sebesar 6,788 l/detik. Total panjang pipa lateral sebesar 1718m dan total panjang pipa servis sebesar 771m dengan dimensi pipa yang digunakan yaitu sebesar 100 - 150mm menggunakan jenis pipa pvc dan juga manhole yang digunakan ialah drop manhole.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, N., Agustina, T. E., dan Hadiah, F. (2022). Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Volume 20(2), 333-343.
- BPS Kecamatan Lebaksiu Dalam Angka. (2020). Kabupaten Tegal: CV Kurniawan.
- DikJenKPU. (2000). Kriteria Penyediaan Air Bersih. Jakarta.
- Gambiro, H. (2012). *Pengelolaan Limbah Cair* Volume VI. Jakarta.
- Hardjosuprpto, M. (2000). *Diktat Penyaluran Air Buangan (Riolering)*. Bandung: ITB.
- Hidayah, E. N., Djalalembah, A., Asmar, G. A., dan Cahyonugroho, O. H. (2018). Pengaruh Aerasi Dalam Constructed Wetland Pada Pengolahan Air Limbah Domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Volume 16(2), 155-161.
- Imron, Sriyani, N., Dermiyati, Suroso, E., dan Yuwono, S. B. (2019). Fitoremediasi dengan Kombinasi Gulma Air untuk Memperbaiki Kualitas Air Limbah Domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 1(51-60).
- Iskandar, S., dan Ika, F. (2016). *Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Jakarta.
- Khalisah, K., Permadi, D. A., dan Hartati, E. (2019). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Kawasan Aerocity X Wilayah A. *Jurnal Serambi Engineering*, Volume IV, 677 - 685.
- Kurnia, N. (2017). Peta Gerakan Literasi Digital Di Indonesia: Studi Tentang Pelaku, Ragam Kegiatan, Kelompok Sasaran Dan Mitra. *Jurnal Kajian Ilmu Komunikasi*, Volume 47(2).
- Layla, A., dan dkk. (1980). *Water Supplay Engineering Design*. Anna Arbor Science. University of Mosul.
- Liberda, R., Apriani, I., dan Utomo, K. P. (2021). Studi Benchmarking Unit Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) Program SANIMAS IDB di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Volume 19(2), 465-478.
- Mubin F, Binilang A, dan Halim F. 2016. Perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*. 4(3): 211-223.
- PerMenPUPR. (2017). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (Vol. Nomor 04/PRT/M)*. Jakarta: Menteri PerMenPUPR.
- Pratiwi, R. S., dan Purwanti, I. F. (2015). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, Volume 4(2), 40-44.
- Pratiwi, R. S., dan Purwanti, I. F. (2015). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, Volume 4(2), 40-44.
- Rahmanissa, A., dan Slamet, A. (2017). Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang. *Jurnal Teknik ITS*, Volume 6(2), 147-151.
- Rahmawati, F., Oktiawan, W., dan Nugraha, W. D. (2013). *Detail Engineering Desain (Ded) Sistem Penyaluran Air Limbah Dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kawasan Industri Bsb City, Mijen Kota Semarang*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Volume 2(2), 1-10.
- Ratnawati, R., dan Ulfah, S. L. (2020). Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Biosand Filter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Volume 18(1), 8-14.
- Samina, Setiani, O., dan Purwanto. (2013). Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Domestik Di Kota Cirebon Terhadap Penurunan Pencemar Organik Dan E-Coli. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Volume 11(1), 36-42.
- Shodiq, A. (2018). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik (SPALD) dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) di Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo. ITS, Surabaya.
- Siregar, K. I., Hartati, E., dan Halomoan, N. (2020). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Kecamatan Tanah Sareal Kota Bogor. *Jurnal Reka Lingkungan*, Volume 8(1), 26-35.
- SNI-8456. (2017). *Sumur dan Parit Resapan Air Hujan*.
- Sulistia, S., dan Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, Vol. 12, 41-57.
- Thomas, L. (2010). *Planning of Hydrolic Piping System*. *Journal of Civil Engineering*, Volume 12(1).
- Widiana, S., Wardana, I. W., dan Handayani, D. s. (2012). Perencanaan Teknis Sistem Penyaluran Dan Pengolahan Air Buangan Domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Volume 2(1), 1-9.
- Zevri, A. (2010). *Sistem Pengelolaan Air Limbah di Komplek Pemukiman Tugas Akhir*. Sumatera: Universitas Sumatera.