

LAPORAN PENELITIAN

“Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Kawasan Aerocity X Wilayah A”

Dr. Eng Didin Agustian Permadi
Dr. Etih Hartati



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG - 2019**

Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Kawasan *Aerocity* X Wilayah A

Kamila Khalishah^{1*}, Didin Agustian Permadi², Etih Hartati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung
Jl. PHH. Mustapha 23, Bandung

*Koresponden email: kamila.khalishah06@gmail.com

Diterima: 26 Agustus 2019

Disetujui: 30 September 2019

Abstract

Aerocity X is an extended urban area provided to an international airport that consist of integrated business and industrial areas. The total area is 3.480 Ha and it is expected to start construction phase in 2020. This research aims to take consideration of the existing condistions and technical criteria to design a sewerage system at Aerocity X area-zone A which has a total area of 1.801 Ha. The main aim is to provide centralized waste water management facility (including sewerage system) to handle wastewater problems caused by the increase population from the development of this area. The purpose of this research is to calculate dimension of the wastewaster pipeline. There are 43 service blocks and the estimated discharge of wastewater in 2045 in the area is 4,62 m³/s. The results of the calculation of main sewerage diameter is 200-2.350 mm using concrete pipa. The wastewater is conveyed to a Waste Water Treatment Plant (WWTP) located in the area using combination of gravitation and pump

Keywords: wastewater, aerocity x, sewerage system, pipe diameter, discharge of wastewater

Abstrak

Kawasan *Aerocity* X merupakan kawasan kota bandara berskala internasional berintegrasi dengan kawasan bisnis dan industri. Kawasan ini memiliki luas sebesar 3.480 Ha dan akan mulai dibangun pada tahun 2020 hingga 2045. Penelitian ini akan merencanakan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) di Kawasan *Aerocity* X wilayah A yang memiliki luas sebesar 1.801,46 Ha untuk menangani permasalahan air limbah yang disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk akibat dari pembangunan kawasan ini. Tujuan dari perencanaan ini adalah membuat jalur perpipaan air limbah dan menentukan dimensi pipa induk air limbah. Jumlah blok pelayanan sebanyak 43 buah dengan jumlah timbulan air limbah sebesar 4,62 m³/detik dan diameter pipa induk air limbah berkisar 200-2.350 mm. Pengaliran air limbah diusahakan mengalir ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) secara gravitasi dan sistem pemompaan.

Kata kunci: air limbah, aerocity x, sistem penyaluran air limbah, diameter pipa air limbah, debit air limbah

1. Pendahuluan

Kawasan *Aerocity* merupakan kawasan bandar udara berintegrasi dengan kawasan bisnis dan industri. Kawasan ini dikelola secara langsung oleh PT. ABC yang merupakan anak usaha dari PT. NOP dan PT. KLM. *Aerocity* X terdiri atas bandar udara seluas 1.800 Ha dan *Aerocity* seluas 3.480 Ha. Kawasan *Aerocity* terbagi ke dalam enam klaster pembangunan, yaitu: *Aerospace Park*, *Logistic Hub*, *Creative Technology Center*, *Business Park*, *Residential/Township*, dan *Energy Center*. Pembangunan kawasan ini terdiri atas dua tahap, yaitu tahap I (2020-2035), dan tahap II (2036-2045). Tahap I difokuskan pada pengembangan bandar udara dan pengembangan Kawasan *Aerocity*, sedangkan tahap II difokuskan pada perkembangan aerotropolis, dan sektor pembangunan ekonomi berkelanjutan (PT LAPI ITB, 2016).

Pembangunan kawasan *Aerocity* dapat meningkatkan jumlah penduduk dan ekonomi kota metropolis tersebut, karena peningkatan kebutuhan infrastruktur perkotaan antara lain infrastruktur transportasi, air bersih, persampahan, energi, dan air limbah. Adanya peningkatan jumlah penduduk dan ekonomi di kawasan tersebut dapat menyebabkan isu dan permasalahan lingkungan apabila infrastruktur perkotaan tidak didukung dengan baik, salah satunya adalah permasalahan air limbah.

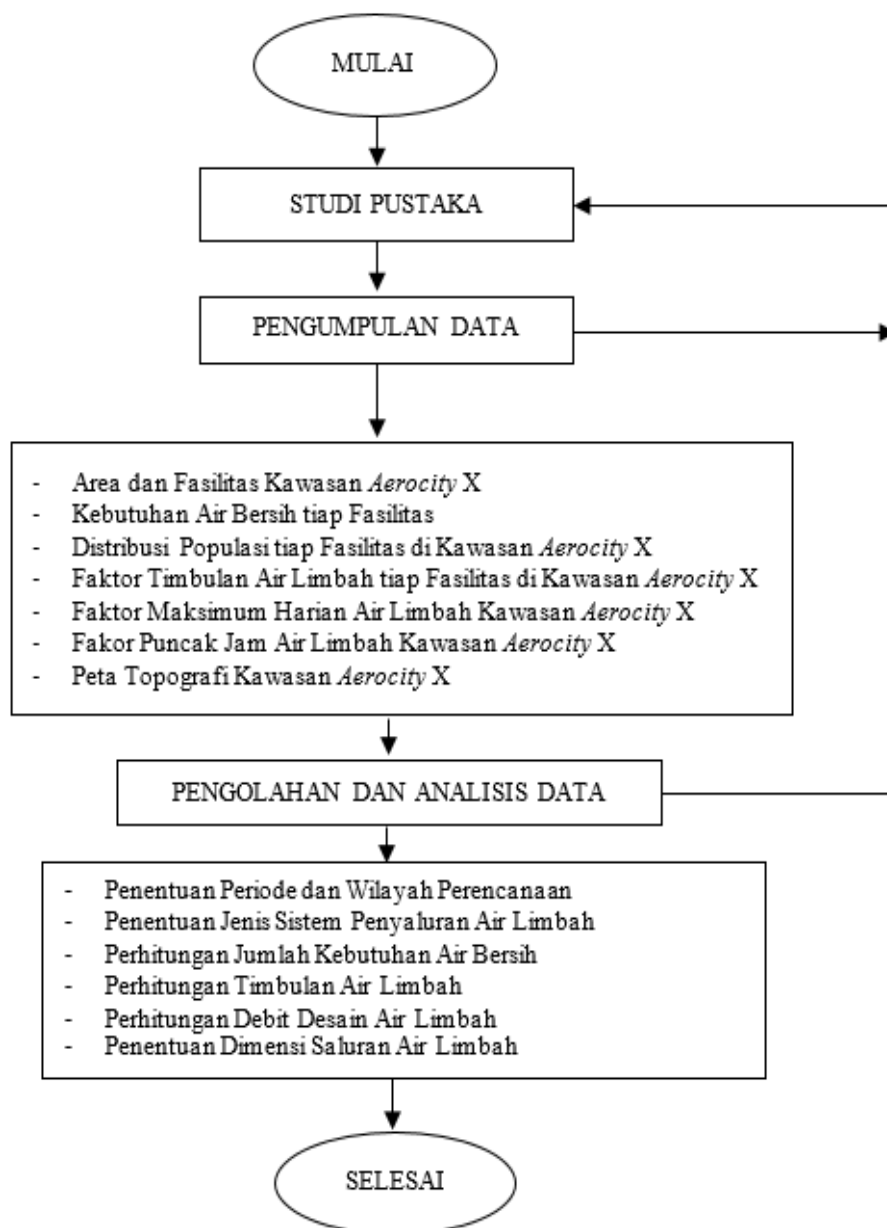
Air limbah merupakan air buangan yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat umum lainnya yang apabila tidak dikelola akan berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, kawasan *Aerocity* X memerlukan sistem pengelolaan air limbah. Kawasan *Aerocity* terdiri dari dua

wilayah, yaitu wilayah A dan wilayah B. Perencanaan ini akan merancang jalur perpipaan air limbah dan menentukan dimensi pipa induk air limbah di Kawasan *Aerocity X* wilayah A. Wilayah ini akan dibangun pada tahap II yang akan melayani kawasan pendidikan dan komersil, sedangkan wilayah B akan dibangun pada tahap I yang akan melayani kawasan residensial dan industrial. Sistem penyaluran air limbah yang akan diterapkan di *Aerocity X* adalah sistem *off site* (terpusat), karena kawasan ini termasuk dalam skala kawasan tertentu (Peraturan Menteri PUPR No 4, 2017).

Berdasarkan hal ini, sistem *off site* direncanakan untuk menangani permasalahan air limbah, yaitu dengan menyalurkan air limbah melalui pipa dari sumber menuju IPAL, agar air limbah tersebut aman pada saat dialirkan ke badan air/ sungai. Adapun manfaat dari perencanaan ini sebagai referensi bagi instansi terkait dalam merencanakan sistem penyaluran air limbah (SPAL) kawasan untuk mendukung upaya pengelolaan air limbah.

2. Metodologi Penelitian

Tahapan perencanaan SPAL terpusat skala kawasan di *Aerocity X* wilayah A terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu studi literatur, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data. Tahapan perencanaan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan perencanaan SPAL
Sumber: Hasil analisis (2019)

Tahap awal dalam perencanaan ini adalah studi literatur yang digunakan sebagai penunjang untuk tahapan selanjutnya. Studi literatur yang ditinjau meliputi kebutuhan air bersih dan timbulan air limbah tiap fasilitas; jenis perpipaan air limbah; dan kriteria desain dimensi perpipaan air limbah. Literatur tersebut dapat diperoleh dari buku, jurnal, dan peraturan terkait sistem penyaluran air limbah secara terpusat.

Data yang dikumpulkan dalam perencanaan ini, yaitu data sekunder. Data sekunder yang dapat dijadikan referensi dalam perencanaan ini adalah literatur yang ada di instansi terkait, peraturan, buku maupun jurnal ilmiah. Data tersebut diperlukan untuk mengetahui area dan fasilitas Kawasan *Aerocity* X; jumlah kebutuhan air bersih; distribusi populasi dan produksi tiap fasilitas; faktor maksimum dan minimum harian; faktor puncak jam-an; dan topografi lahan.

Pengolahan data dalam perencanaan sistem terpusat di Kawasan *Aerocity* wilayah B terdiri dari delapan tahapan yaitu sebagai berikut:

- 1) Penentuan periode dan wilayah perencanaan yang disesuaikan berdasarkan pertimbangan rencana pengembangan dan pembangunan *Aerocity* X;
- 2) Penentuan jenis SPAL mengacu pada Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah;
- 3) Perhitungan kebutuhan air bersih yang dihitung berdasarkan jumlah pengguna air bersih dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih. Jumlah pengguna air bersih meliputi jumlah penghuni, pegawai, dan pengunjung. Standar kebutuhan air bersih yang digunakan adalah SNI 03-7065-2005, Soufyan (1993), PPSAB Jabar (1997), PT. ABC (2016) dan Departemen PU (2000)
- 4) Perhitungan timbulan air limbah mengacu pada Harjosuprpto (2000). Perhitungan ini berdasarkan jumlah kebutuhan air bersih dikalikan dengan faktor timbulan air limbah. Faktor timbulan air limbah yang digunakan adalah peraturan SNI 03-7065-2005, Tchobanoglous (2003) dan Soufyan (1993).
- 5) Perhitungan debit desain air limbah dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

- Debit infiltrasi (Q_{inf}) (Harjosuprpto, 2000)

$$Q_{inf} = \left(\frac{L}{1.000} \right) \times q_{inf} \quad (1)$$

di mana:

Q_{inf} = Debit infiltrasi (L/detik)

L = Panjang saluran (m)

q_{inf} = Debit infiltrasi air tanah = (2-3) (L/detik)

- Debit inflow (Q_{sf}) (Harjosuprpto, 2000)

$$Q_{sf} = fr \times Q_R \quad (2)$$

di mana:

Q_{sf} = Debit *inflow* (L/detik)

fr = Koefisien *inflow* (Untuk daerah elit = 0,1)

Q_{AL} = Debit rerata air limbah (L/detik)

- Debit harian maksimum (Q_{MD}) (Harjosuprpto, 2000)

$$Q_{max-d} = f_{max-d} \times Q_R \quad (3)$$

di mana:

Q_{max-d} = Debit harian maksimum (L/detik)

f_{md} = Faktor harian maksimum

Q_{AL} = Debit rerata air limbah (L/detik)

Faktor maksimum harian yang digunakan adalah *weighted averaged*, yaitu faktor rata-rata yang dihitung dengan mempertimbangkan bobot dari data faktor maksimum harian tiap fasilitas. f_{md} *weighted averaged* digunakan karena nilai f_{md} setiap fasilitas di *Aerocity* B belum diketahui, sehingga f_{md} *weighted averaged* dihitung berdasarkan pendekatan nilai f_{md} yang diperoleh dari berbagai literatur, seperti Departemen PU (2000), Priyanka (2012), Hadisoebroto (2007), dan Aji (2014). f_{md} *weighted averaged* yang digunakan di kawasan *Aerocity* adalah 1,14.

- Debit puncak (Q_p) (Babbitt, 1982)

$$Q_P = f_P \times Q_{MD} \quad (4)$$

di mana:

Q_P = Debit puncak (L/detik)

Q_{md} = Debit harian maksimum (L/detik)

f_p = Faktor puncak

Pendekatan nilai f_p diperoleh dari berbagai literatur, seperti Departemen PU (2005), Sari (2011), Hadisoebroto (2007), dan Yenti (2011). f_p *weighted averaged* yang digunakan di kawasan Aerocity adalah 1,44.

- Debit puncak desain (Q_{pd}) (Babbitt, 1982)

$$Q_{pd} = Q_p + Q_{sf} + Q_{inf} \quad (5)$$

di mana:

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)

- Debit minimum harian (Q_{min}) (Harjosuprpto, 2000)

$$Q_{min-d} = f_{min-d} \times Q_{AL} \quad (6)$$

di mana:

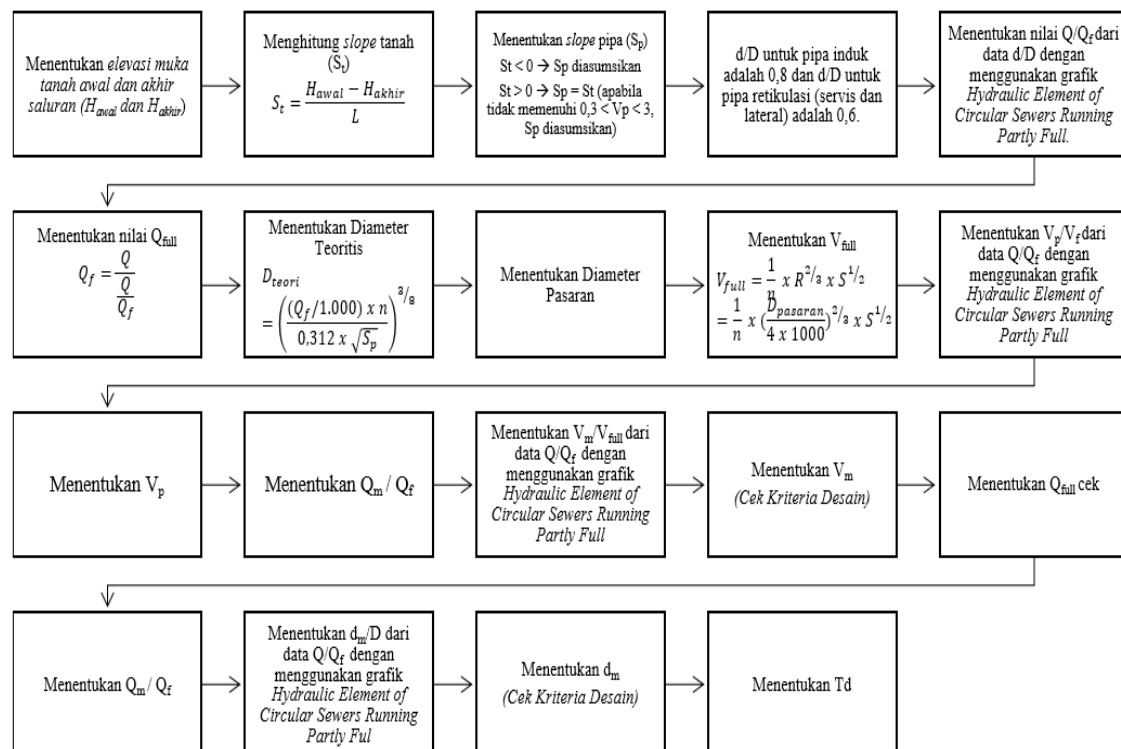
Q_{min-d} = Debit harian minimum (L/detik)

f_{min-d} = Faktor harian minimum

Q_{AL} = Debit rerata air limbah (L/detik)

Faktor minimum harian yang digunakan adalah studi literatur dari kawasan di mana f_{min} sebesar 0,51.

6) Perancangan dimensi saluran air limbah yang menggunakan prinsip hidrolika dan grafik “*Hydraulic Element Graph for Circular Sewer Running Partly Full*” adalah untuk menentukan diameter pipa, kecepatan aliran air limbah, dan waktu detensi. Selain itu, aplikasi *google earth* dan *google maps* digunakan untuk mendapatkan titik elevasi muka tanah. Penentuan dimensi saluran air limbah dapat dicari dengan alur seperti pada Gambar 2.



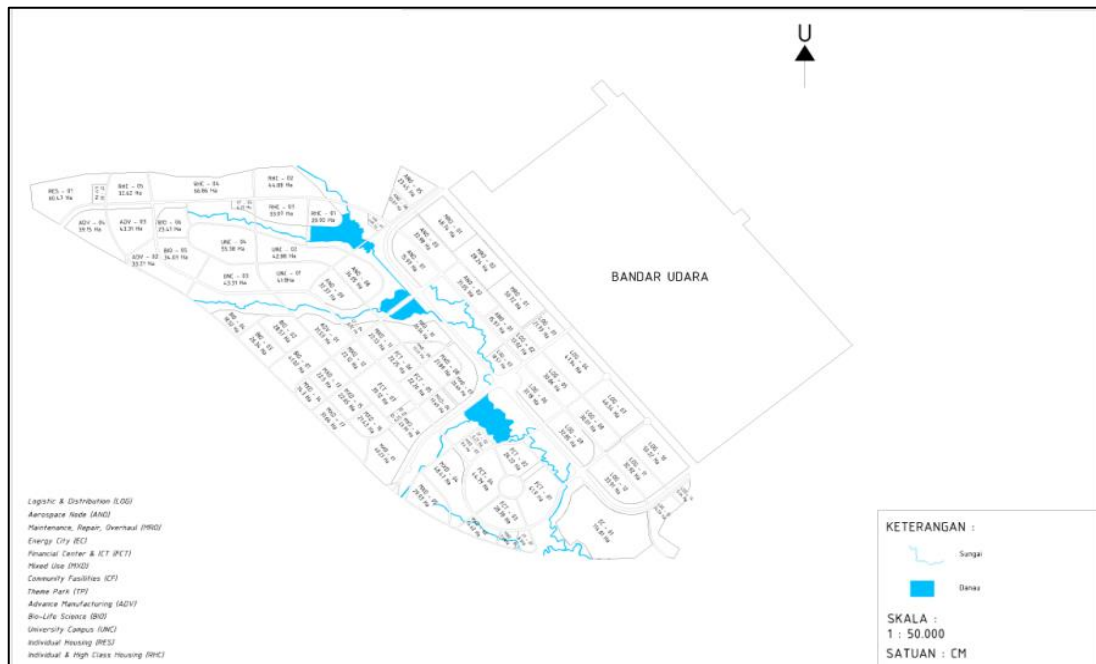
Gambar 2. Diagram alir penentuan dimensi saluran perpipaan air limbah
Sumber: Harjosuprpto (2000)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum

Kawasan Aerocity X wilayah A memiliki luas sebesar 1.801,46 Ha, sedangkan wilayah A memiliki luas sebesar 1.678,6 Ha. Aerocity A terdiri dari zona *Creative Technology Center, Business Park, Residential Township, Community Facilities, dan Green & Blue Public Area*. Zona ini mendominasi di

bagian tengah dan timur, di mana terdapat pusat bisnis (termasuk *Financial Center* dan *ICT Data Center*), kawasan komersil, dan kawasan *mixed use* (lihat pada Gambar 3 dan Gambar 4) (PT. ABC, 2016).



Gambar 3. Peta kawasan Aerocity X
Sumber: Hasil analisis (2019)



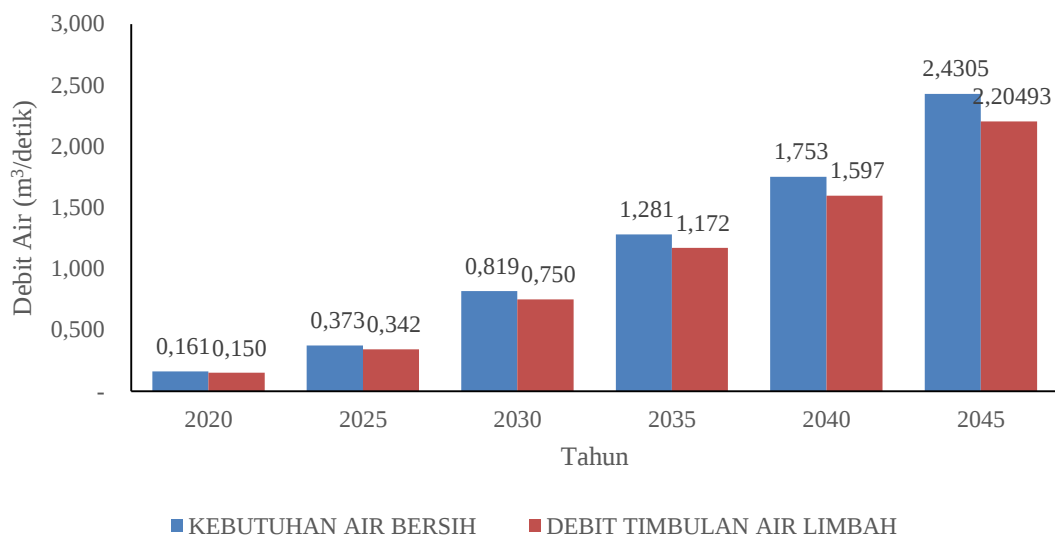
Gambar 4. Peta kawasan Aerocity X wilayah A
Sumber: Hasil analisis (2019)

Lokasi kawasan Aerocity X merupakan daerah dataran rendah yang memiliki kemiringan tanah sebesar 0-15% (PT. ABC, 2016). Pembangunan jalur perpipaan akan mengikuti kontur alami, karena akses mobilisasi dan pembangunan akan melalui kondisi jalan eksisting. Elevasi kontur alami tersebut bisa diketahui menggunakan aplikasi *google earth* dan *global mapper*. Jalur pipa air limbah akan mengalir menuju IPAL. Lokasi IPAL sudah ditentukan oleh PT. ABC, yaitu berada di zona *energy center*. Zona ini terletak dekat dengan badan air penerima; berada di titik elevasi yang rendah; dan terdapat akses untuk jaringan listrik dan transportasi (PT LAPI ITB, 2016).

3.2. Perhitungan Timbulan Air Limbah Kawasan

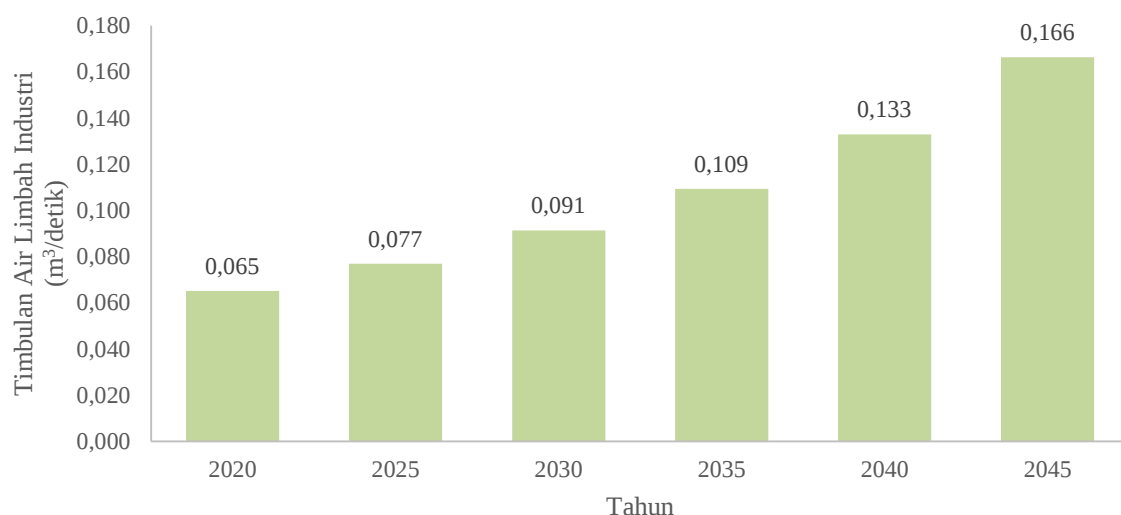
Periode pelayanan pipa penyaluran air limbah di Kawasan *Aerocity* wilayah akan berlangsung selama 25 tahun, periode waktu tersebut berdasarkan Permen PUPR No.4/2017 termasuk perencanaan SPAL jangka panjang. Distribusi populasi dan produksi adalah faktor penting dalam perencanaan SPAL. Jumlah populasi dan produksi akan menentukan jumlah timbulan air limbah yang akan dialirkan ke IPAL. Distribusi populasi maupun produksi untuk masing-masing wilayah disesuaikan dengan pelayanan zona tiap wilayah (PT. ABC, 2016).

Timbulan air limbah Kawasan terdiri dari domestik dan industri. Timbulan air limbah domestik dapat dihitung dari perkalian faktor air limbah dengan penggunaan air bersih. Grafik jumlah kebutuhan air bersih domestik dan timbulan air limbah domestik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jumlah kebutuhan air bersih dan timbulan air limbah domestik di kawasan *Aerocity* wilayah B
Sumber: Hasil perhitungan (2019)

Sedangkan timbulan air limbah industri dihitung dari jumlah dan jenis produksi yang dihasilkan dikalikan dengan faktor timbulan air limbah yang mengacu pada WHO (1993). Grafik timbulan air limbah industri dapat dilihat pada Gambar 6.

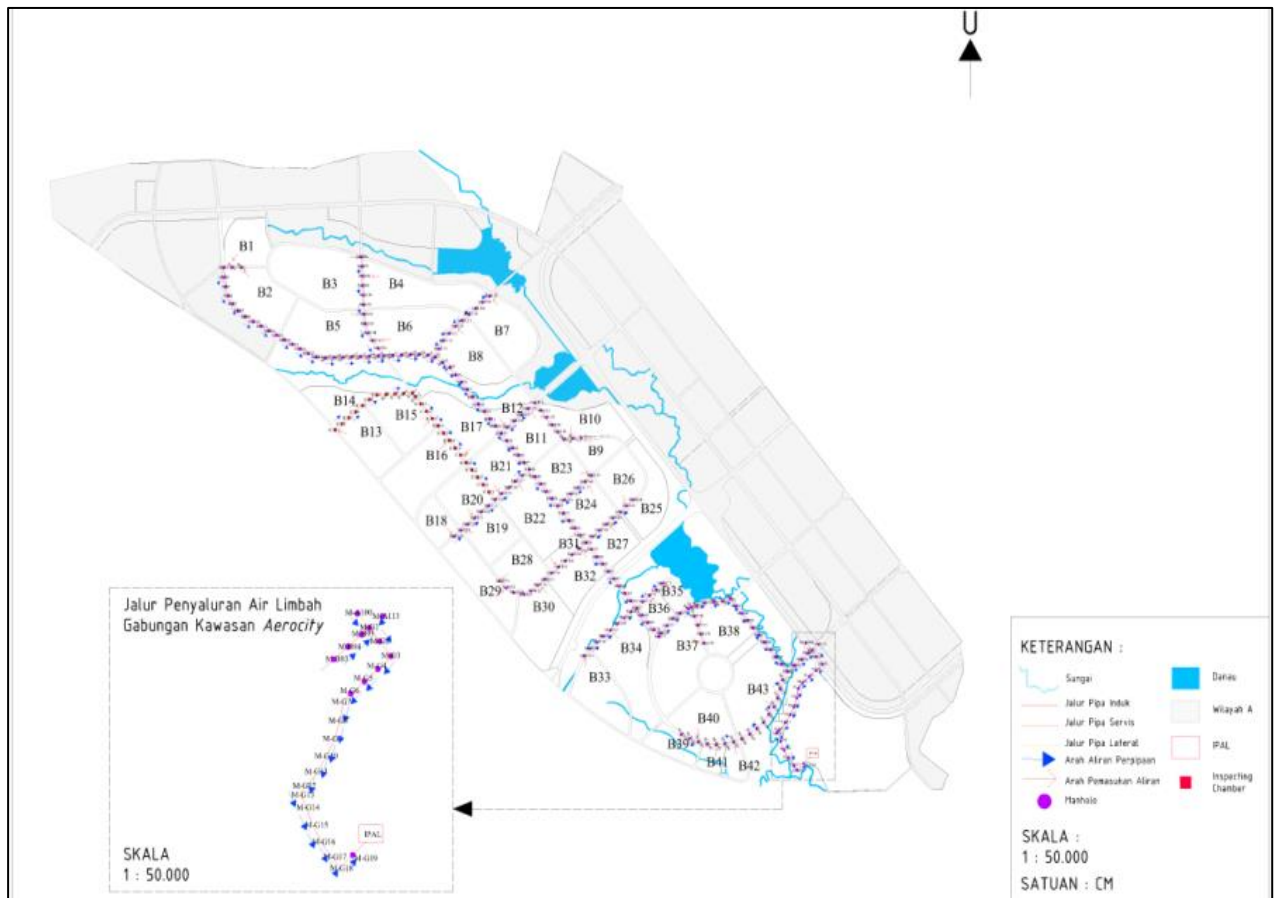


Gambar 6. Jumlah kebutuhan air bersih dan timbulan air limbah domestik di kawasan *Aerocity* wilayah B
Sumber: Hasil perhitungan (2019)

3.3. Perencanaan Jalur Pipa Air Limbah Kawasan

Kawasan *Aerocity* wilayah A memiliki delapan area dan setiap area terbagi menjadi beberapa blok. Setiap blok akan menjadi prioritas pelayanan, sehingga tidak dilakukan perhitungan persentase pelayanan. Jumlah blok yang dilayani di kawasan ini adalah 43 blok.

Pertimbangan dalam merencanakan jalur pipa air limbah di Kawasan *Aerocity* wilayah A adalah kontur dan jaringan jalan. Perencanaan jalur pipa tersebut mengikuti kontur tanah yang diperoleh dari aplikasi *google earth* karena jalur pipa air limbah akan dibuat landai. Perletakkan jenis perpipaian tersebut mempertimbangan jaringan jalan, yaitu diletakkan di jalan arteri yang memiliki lebar jalan sebesar 24 m untuk pipa induk. Jalur pipa air limbah di Kawasan *Aerocity* wilayah A dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Jalur pipa air limbah di *Aerocity* A
Sumber: Hasil analisis (2019)

3.4. Perhitungan Debit Desain Air Limbah dan Diameter Pipa

Debit desain air limbah merupakan akumulasi debit puncak dan debit infiltrasi. Debit ini akan disalurkan ke dalam pipa air limbah, sehingga akan mempengaruhi diameter pipa. Hasil perhitungan debit desain air limbah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi debit desain air limbah

Parameter	Jumlah Segmen	Q_{al}	Q_{md}	Q_{inf}	Q_p	Q_{min}	Q_{pd}
Jalur Pipa Lateral	25	0,05 $m^3/detik$	0,058 $m^3/detik$	0,0049 $m^3/detik$	0,082 $m^3/detik$	0,026 $m^3/detik$	0,84 $m^3/detik$
Jalur Pipa Service	101	2,19 $m^3/detik$	2,49 $m^3/detik$	0,02 $m^3/detik$	3,53 $m^3/detik$	1,11 $m^3/detik$	3,78 $m^3/detik$
Jalur Pipa Induk	112	2,24 $m^3/detik$	2,548 $m^3/detik$	0,0249 $m^3/detik$	3,612 $m^3/detik$	1,136 $m^3/detik$	4,62 $m^3/detik$

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

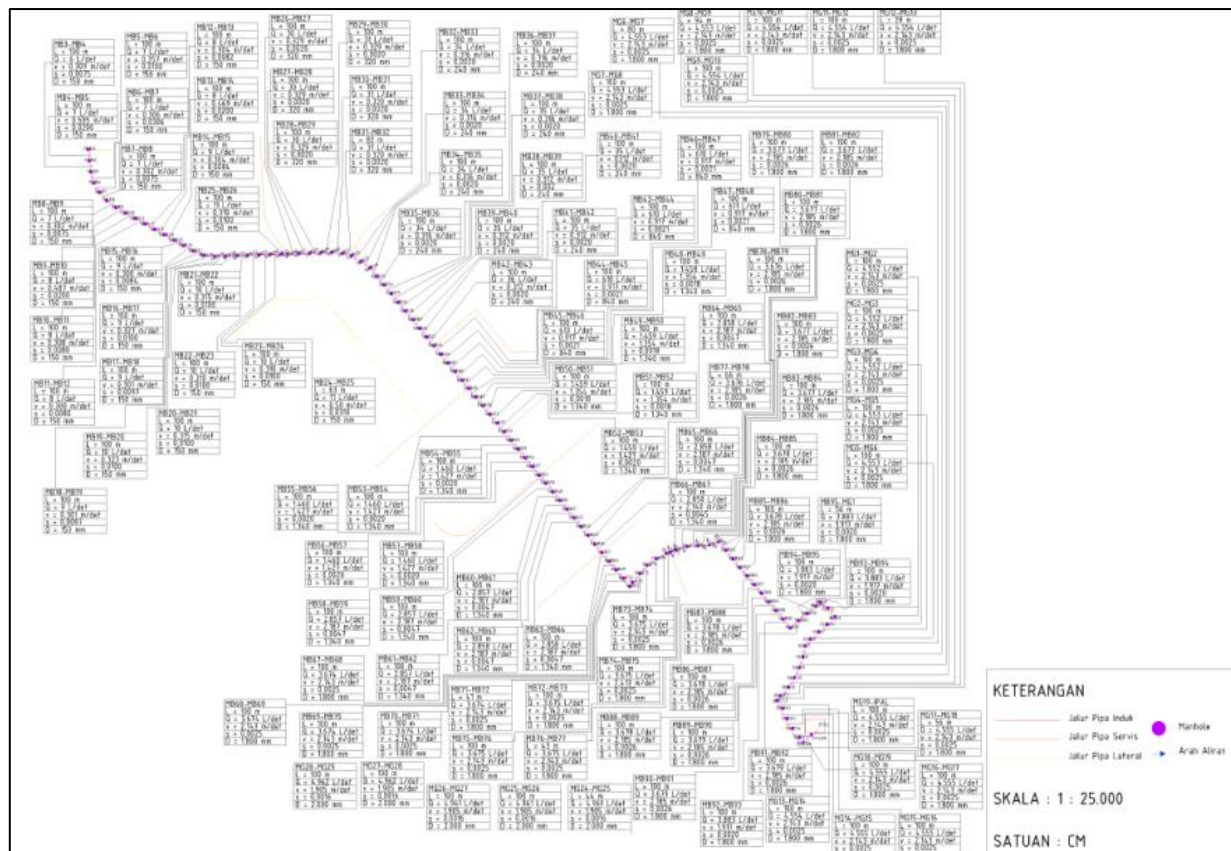
Jenis pipa yang digunakan adalah pipa buis beton dengan koefisien kekasaran (n) sebesar 0,014. Apabila di dalam perhitungan diameter pipa terdapat parameter kecepatan minimum (V_{min}) dan kedalaman minimum (d_m) yang tidak memenuhi kriteria desain, kawasan ini memerlukan bangunan penggelontor. Hasil perhitungan dimensi pipa air limbah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi dimensi pipa air limbah kawasan Aerocity wilayah A

Parameter	Dpasaran (Dalam)	Dpasaran (Luar)	Vpeak	Vmin	dm
Jalur Pipa Lateral	86,4-299,6 mm	90-315 mm	0,32-2,00 m/detik	0,255-1,439 m/detik	5-22 cm
Jalur Pipa Service	86,4-840 mm	90-1.000 mm	0,34-2,84 m/detik	0,108-2,062 m/detik	1-66 cm
Jalur Pipa Induk	150-1.800 mm	200-2.120 mm	0,42-2,91 m/detik	0,300-2,143 m/detik	2-63 cm

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 2, diameter pipa induk berkisar antara 200-2.120 mm dan terdapat segmen yang memiliki parameter tidak memenuhi kriteria desain, sehingga kawasan ini memerlukan bangunan penggelontor.

**Gambar 8.** Layout Desain Penyaluran Pipa Induk Air Limbah Kawasan Aerocity X

Sumber: Hasil Analisis (2019)

4. Kesimpulan

Kawasan Aerocity A merupakan bagian dari wilayah kawasan Aerocity yang termasuk dalam zona pendidikan dan komersial. Aerocity A memiliki debit timbunan air limbah sebesar 2,24 m³/detik di akhir periode perencanaan, sedangkan untuk debit puncak desain yang masuk ke IPAL Aerocity adalah 4,62 m³/detik. Perencanaan jalur pipa air limbah di Aerocity A terdiri dari pipa induk, servis dan lateral dengan jumlah blok yang dilayani, yaitu 43 blok. Dimensi pipa induk penyaluran air limbah di Aerocity A berkisar antara 200 mm-2.350 mm.

5. Daftar Pustaka

- Aji, D. W. (2014). *Evaluasi dan Perencanaan Ulang Sistem Pengolahan Air Limbah RSUD Dr. Harjono Ponorogo*.
- Babbitt, B. (1982). *Sewerage and Sawage Treatment*. Michigan: John Wiley and Sons. Inc.
- Dep. PU. (2000). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan*.

- Hadisoebroto, R. d. (2007). *Kajian Pola Pemakaian Air Bersih di Tiga Apartemen di Jakarta*. Jakarta.
- Harjosuprpto. (2000). *Penyaluran Air Buangan*.
- Peraturan Menteri PUPR No 4. (2017). *Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Jakarta.
- PPSAB Jawa Barat. (1997).
- Priyanka, A. (2012). *Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah Pertamina Maritime Training Center (Studi Perbandingan Dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah Gedung Pertamina Learning Center)*. Depok: Universitas Indonesia.
- PT LAPI ITB. (2016). *Rencana Bisnis Energi Center Aerocity X*. Bandung: ITB.
- PT. ABC. (2016). *Kajian Review Master Plan & Grand Design Kawasan Aerocity X*. X: PT ABC.
- SNI 03-7065-2005. (2005). *Sistem Plambing pada Bangunan Gedung*.
- Soufyan, N. (1993). *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: PT. Dainippon Gitakarya.
- Tchobanoglous. (2003). *Waste Water Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. New York: McGraw Hill.
- WHO. (1993). *Assessment of Source of Air, Water, and Land Pollution: A Guide to Rapid Source Inventory Techniques and Their Use in Formulating Environmental Control Strategies*.
- Yenti, S. (2011). *Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit (Studi Kasus: Rumah Sakit ST. Carolus Jakarta)*. Jakarta: Universitas Indonesia.