

**PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH
DOMESTIK DI KELURAHAN MANARAP LAMA DAN DESA
MANARAP TENGAH KECAMATAN KERTAK HANYAR**
*PLANNING OF DOMESTIC WASTEWATER DISTRIBUTION SYSTEM IN MANARAP
LAMA AND MANARAP TENGAH VILLAGES KERTAK HANYAR SUBDISTRICT*

**Nurul Ourrata A'yun¹, Riza Miftahul Khair², Muhammad Syahirul Alim³, Chairul
Abdi⁴**

¹Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik ULM, Jl. A. Yani Km. 36
Banjarbaru

²Dosen Pembimbing dan Staf Pengajar Fakultas Teknik ULM, Jl. A. Yani Km. 36
Banjarbaru

E-mail : ayunnrl14@gmail.com

ABSTRAK

Kelurahan Manarap Lama dan Desa Manarap Tengah terletak di Kecamatan Kertak Hanyar dengan tingkat kepadatan penduduk tertinggi. Kepadatan penduduk yang tinggi berpengaruh pada jumlah dan kualitas air limbah domestik yang dihasilkan. Akses sanitasi di wilayah ini untuk kepemilikan JSP (Jamban Sehat Permanen) sebesar 92,37%, JSSP (Jamban Sehat Semi Permanen) sebesar 6,54%, dan perilaku BABS (Buang Air Besar Sembarangan) sebesar 1,09 %. Air limbah domestik berasal dari berbagai kegiatan rumah tangga seperti mandi, cuci, dan kakus. Greywater yang dihasilkan langsung dibuang ke sungai, sedangkan blackwater dialirkan ke septic tank tanpa dilakukan pengurasan secara rutin sehingga dapat tercampur dengan air sungai. Akibatnya kualitas air di wilayah ini melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016. Selain itu, belum adanya sistem pengelolaan air limbah domestik juga dapat berdampak buruk terhadap kondisi sanitasi pada wilayah ini. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kondisi eksisting wilayah kemudian membuat perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik. Metode penelitian berdasarkan pengumpulan data primer dan sekunder serta melakukan analisis data. Pada perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik direncanakan tiga buah alternatif jalur jaringan pipa. berdasarkan hasil pemilihan diperoleh alternatif B sebagai jalur alternatif terpilih yang memiliki panjang saluran 10.751 m, waktu pengaliran selama 5,71 jam, memerlukan 97 buah manhole, serta investasi biaya pipa sebesar Rp1.848.051.349 (Satu Miliar Delapan Ratus Empat Puluh Delapan Juta Lima Puluh Satu Ribu Tiga Ratus Empat Puluh Sembilan Rupiah).

Kata Kunci: Air Limbah Domestik, jalur alternatif, penyaluran air limbah, perencanaan.

ABTRACT

Manarap Lama and Manarap Tengah villages are located in Kertak Hanyar subdistrict with the highest population density. High population density can affect the amount and quality of domestic wastewater produced. Access to sanitation in this area for ownership of Permanent Healthy Latrine is 92.37%, Semi-Permanent Healthy Latrine is 6.54%, and

open defecation behavior is 1.09%. Domestic wastewater comes from various household activities such as bathing, washing, and latrines. Greywater is directly discharged into the river and blackwater is channeled into the septic tank without regular draining which can blend with river water. Thus causing the water quality in this area to exceed the quality standards set by PERMEN LHK No. 68 of 2016. Domestic wastewater treatment systems that have not been implemented can also have a negative impact on the sanitation conditions in this area. The purpose of this study is to analyze the existing condition of the area and then make a planning for the domestic wastewater distribution system. The research method is based on primary and secondary data collection and data analysis. In planning the domestic wastewater distribution system, three alternative pipelines are planned. Based on the results of the selection, alternative B is obtained as the chosen alternative route which has a channel length of 10,751 m, a flow time of 5.71 hours, requires 97 manholes, and a pipe cost investment of Rp1.848.051.349 (One Billion Eight Hundred Forty Eight Million Fifty One Thousand Three Hundred Forty Nine Rupiah).

Keywords: *Alternative routes, domestic Wastewater, waste water distribution, planning.*

1. PENDAHULUAN

Air limbah domestik merupakan air yang berasal dari sisa usaha atau kegiatan pemukiman, perkantoran, perumahan, rumah makan, perniagaan, dan apartemen. Umumnya air limbah domestik ini berbentuk berupa limbah kamar mandi, air seni, tinja, dan juga sisa buangan dari kegiatan dapur rumah tangga (Mubin *et al.*, 2016). Sebanyak 60 - 80% dari air bersih yang telah digunakan dibuang ke lingkungan sehingga menjadi air limbah (Susanthi *et al.*, 2018). Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat juga berdampak terhadap peningkatan kuantitas dan intensitas pembuangan limbah domestik (Setjo *et al.*, 2016). Kabupaten Banjar merupakan kabupaten dengan populasi penduduk terbanyak kedua di Provinsi Kalimantan Selatan. Berdasarkan data Pengembangan Kawasan Permukiman (2022), sebanyak 91,05% penduduk Kabupaten Banjar belum memiliki tangki septik dan pengolahan air limbah sesuai SNI. Praktek pengurusan tsngki septik sangat rendah pertahun (6,7% oleh UPT, 36,7% oleh swasta, dan 30% tidak dikuras) (SSK,2021).

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Banjar Tahun 2021 – 2041, mengenai sistem pengelolaan air limbah akan merencanakan sistem pembuangan air limbah domestik yang akan dilaksanakan pada 18 kecamatan termasuk wilayah Kecamatan Kertak Hanyar. Selain itu, berdasarkan data Strategi Sanitasi Kabupaten Banjar periode 2022 – 2026, mengenai pengembanga SPALD-T skala permukiman akan direncanakan pada 9 kelurahan/desa termasuk Kelurahan Manarap Lama dan Desa Manarap Tengah yang mengacu pada zonasi yang telah direkomendasikan pokja juga mempertimbangkan kesiapan masyarakat dan topografi wilayah serta potensi pendanaan pemerintah Kabupaten Banjar.

Kecamatan Kertak Hanyar merupakan kawasan peruntukan permukiman perkotaan yang memiliki tingkat kepadatan penduduk tertinggi kedua di Kabupaten Banjar yaitu 1007,99 jiwa/km² (BPS Kabupaten Banjar, 2022). Kecamatan Kertak Hanyar memiliki 10 desa dan 3 kelurahan dengan ibukota yaitu Kelurahan Manarap Lama. Wilayah ini juga

memiliki tingkat kepadatan penduduk tertinggi kemudian diiringi oleh Desa Manarap Tengah yaitu sebanyak 3.985 jiwa/km² dan 3.850 jiwa/km² (BPS Kabupaten Banjar, 2021). Angka kepadatan penduduk yang tinggi dapat berpengaruh pada permasalahan air limbah di wilayah setempat. Hal ini dikarenakan masyarakat belum menggunakan tangki septik sesuai standar dan tidak dilakukan pengurasan. Air limbah sisa kegiatan rumah tangga langsung dibuang ke sungai sekitar rumah secara langsung. Sedangkan, air sungai merupakan salah satu sumber air bersih yang masih digunakan oleh masyarakat.

Dengan adanya permasalahan kondisi sanitasi dan rencana yang telah disusun oleh pemerintah setempat mengenai sistem pengelolaan air limbah domestik di sejumlah wilayah Kabupaten Banjar, maka akan dilakukan perencanaan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) berupa perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik pada wilayah permukiman Kelurahan Manarap Lama dan Desa Manarap Tengah Kecamatan Kertak Hanyar.

2. METODE PERENCANAAN

2.1 Studi Literatur

Studi literature dibutuhkan untuk memahami teori yang mendasari kegiatan perencanaan yang akan dilakukan. Sumber literature yang digunakan antara lain buku, peraturan dan regulasi, jurnal penelitian terdahulu, laporan tugas akhir, dan sumber informasi lainnya yang berkaitan dengan perencanaan sistem pengelolaan air limbah domestik.

2.2 Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan data- data terkait yang diperlukan dalam perencanaan, meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang diperlukan yaitu observasi kondisi eksisting dan kontur lahan. Data sekunder yang diperlukan yaitu peta wilayah, data karakteristik air limbah, jumlah kebutuhan air bersih, dan data kependudukan.

2.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah pengumpulan data primer dan sekunder yang dibutuhkan dalam proses perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik. Analisis data yang dilakukan meliputi beberapa aspek, antara lain :

1. Kondisi eksisting diperoleh untuk mengetahui kondisi real pada suatu wilayah dengan melakukan survey langsung terhadap kondisi demografi, kondisi topografi, serta kondisi sanitasi pada wilayah perencanaan.
2. Penentuan lokasi IPAL dengan memperhatikan aspek teknis dan non teknis. Aspek teknis meliputi ketersediaan lahan, elevasi lahan, badan air penerima, dan bahaya bencana. Aspek non teknis meliputi legalitas area lahan, batas administrasi, dan tata guna lahan.
3. Perhitungan proyeksi penduduk untuk memperkirakan jumlah penduduk yang akan terlayani di masa mendatang. Perhitungan dilakukan dalam jangka waktu 20 tahun untuk kota sedang dan kota kecil sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR RI No. 04 Tahun 2017. Perhitungan dilakukan dengan beberapa metode antara lain metode geometric, metode aritmatik, metode eksponensial, metode regresi linier, dan metode logaritmik.
4. Penentuan alternatif jalur penyaluran air limbah yang diperlukan untuk mengalirkan air limbah domestik dari setiap bangunan rumah menuju bangunan IPAL. Terlebih dahulu membuat blok pelayanan yang dikelompokkan berdasarkan kondisi kepadatan penduduk. Membuat blok pelayanan dapat memudahkan dalam menentukan jaringan

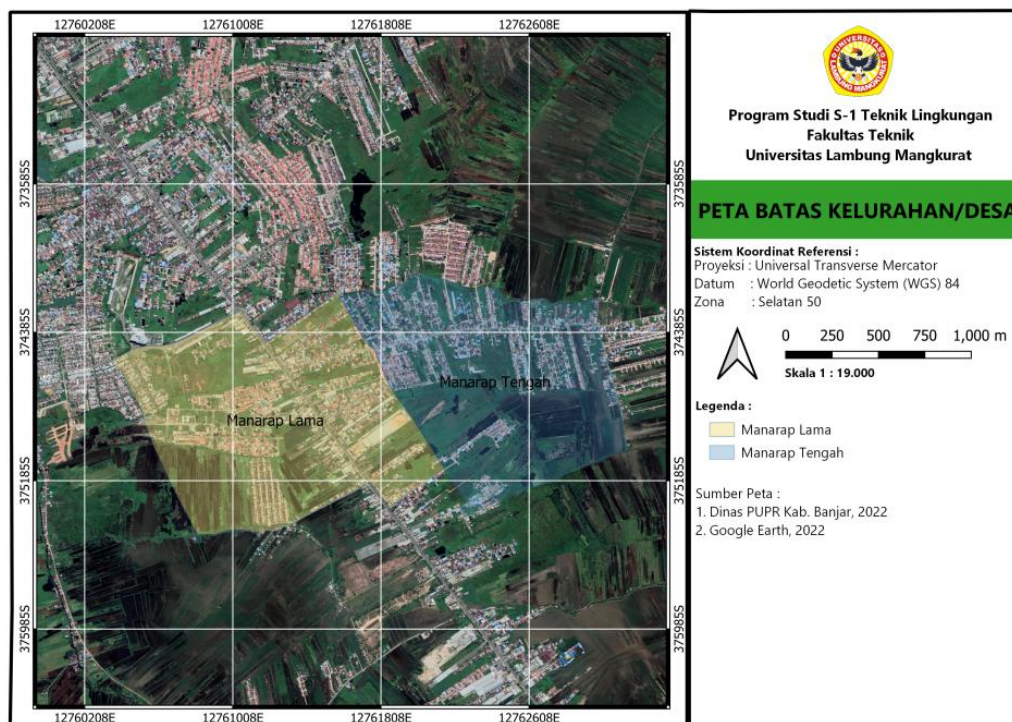
perpipaan. Terdapat 3 buah variasi alternatif jalur berbeda yang direncanakan dalam perencanaan ini dengan menyesuaikan kondisi jalan umum pemerintahan serta kondisi topografi wilayah.

5. Perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik meliputi perhitungan debit air limbah domestik pada blok pelayanan, perhitungan pembebanan saluran pada saluran pipa induk dan pipa lateral, perhitungan dimensi saluran, dan perhitungan kedalaman penanaman pipa. sedangkan untuk gambar perencanaan meliputi gambar layout detail jaringan penyaluran dan profil hidrolis.
6. Pemilihan alternatif jalur penyaluran air limbah menggunakan tabel skoring berupa tabel penilaian tiap alternatif terhadap parameter yang ditentukan. Pemilihan alternative dilakukan untuk menentukan jaluran perpipaan yang paling efektif dari segi teknis dan ekonomi. Parameter yang dapat dipertimbangkan yaitu panjang saluran, waktu tempuh pengaliran menuju IPAL, jumlah bangunan pelengkap, dan investasi biaya pipa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Eksisting Wilayah Perencanaan

Kecamatan Kertak Hanyar memiliki jumlah penduduk 45.489 jiwa dengan luas wilayah 45,83 km². Memiliki 3 kelurahan dan 10 Desa. Kelurahan Manarap Lama dan Desa Manarap Tengah yang menjadi wilayah perencanaan merupakan kawasan permukiman perkotaan dan kawasan permukiman pedesaan. Kelurahan Manarap Lama memiliki jumlah penduduk 3.985 jiwa dengan luas wilayah 1 km² dan Desa Manarap Tengah memiliki jumlah penduduk 4.427 jiwa dengan luas wilayah 1,15 km². Hunian masyarakat di wilayah ini didominasi oleh rumah permanen, sedangkan masyarakat yang tinggal di pinggir jalan utama mayoritas memiliki rumah semi permanen. Wilayah ini memiliki struktur tanah cenderung datar dengan elevasi 13 – 23 ft. Kontruksi jalan di wilayah permukiman ini menggunakan jalan aspal untuk jalan utama dan jalan semen untuk jalan komplek atau gang. Lebar jalan utama sekitar ± 5 m dan untuk jalan komplek atau gang sekitar $\pm 2 - 5$ m.



Gambar 3. 1 Peta Batas Administrasi Wilayah Perencanaan

Akses air bersih di wilayah ini tergolong mudah karena sudah menggunakan air PDAM meskipun masih terdapat masyarakat yang memanfaatkan air sungai untuk beberapa keperluan rumah tangga. Kondisi air sungai berwarna coklat keruh dengan bau tidak sedap yang menunjukkan kualitas air tersebut tidak layak digunakan. Hal ini disebabkan oleh kegiatan rumah tangga seperti memasak, mandi, dan mencuci yang langsung di buang ke sungai. Meskipun masyarakat sudah memiliki septic tank pada tiap rumah namun tidak dilakukan perawatan serta pengurasan secara rutin. Berdasarkan data KEMENKES RI Tahun 2021, wilayah ini memiliki presentase 1,09% untuk perilaku BABS (Buang Air Besar Sembarangan), kemudian sebesar 92,37% untuk kepemilikan JSP (Jamban Sehat Permanen), dan sebesar 6,54% untuk JSSP (Jamban Sehat Semi Permanen).

Karakteristik air limbah domestik pada wilayah perencanaan ini memiliki kadar pH sebesar 6,9, kadar TSS sebesar 111,9 mg/L, kadar BOD sebesar 80,5 mg/L, kadar COD sebesar 270 mg/L, Minyak & Lemak sebesar 403 mg/L, kadar Amoniak sebesar 144 mg/L, dan kadar Total Coliform sebesar 835.766/100mL. Nilai kadar parameter tersebut tidak memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016. Hal ini menunjukkan kondisi air tersebut tidak layak untuk digunakan. Kualitas air limbah domestik dapat dilihat pada **Tabel 3. 1** sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Data Kualitas Air Limbah Domestik

No.	Parameter	Nilai Kadar	Baku Mutu PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016
1	pH	6,9	6-9
2	TSS (mg/L)	111,9	30
3	BOD (mg/L)	80,5	30

4	COD (mg/L)	270	100
5	Minyak & Lemak (mg/L)	403	5
6	Amoniak (mg/L)	144	10
7	Total Coliform (/100mL)	835.766	3.000

3.2 Proyeksi Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk berdasarkan data jumlah penduduk 10 tahun terakhir untuk diproyeksikan dalam jangka waktu 20 tahun mendatang menggunakan metode aritmatik, metode regresi linier, metode geometrik, metode logaritmik, dan metode eksponensial. Pemilihan metode proyeksi penduduk ditentukan dari nilai korelasi (r^2) mendekati 1 dan nilai standar deviasi (STD) yang paling kecil. Metode yang dipilih berdasarkan hasil perhitungan adalah metode logaritmik. Hasil proyeksi penduduk menggunakan metode logaritmik dapat dilihat pada Tabel 3. 2

Tabel 3. 2 Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2021	8412	2028	8164	2035	7835
2022	8446	2029	8117	2036	7788
2023	8399	2030	8070	2037	7742
2024	8352	2031	8023	2038	7695
2025	8305	2032	7976	2039	7648
2026	8258	2033	7929	2040	7601
2027	8211	2034	7882	2041	7555

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diperkirakan bahwa pada Tahun 2041 jumlah penduduk di Kelurahan Manarap Lama dan Desa Manarap Tengah mengalami penurunan jumlah penduduk.

3.3 Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik

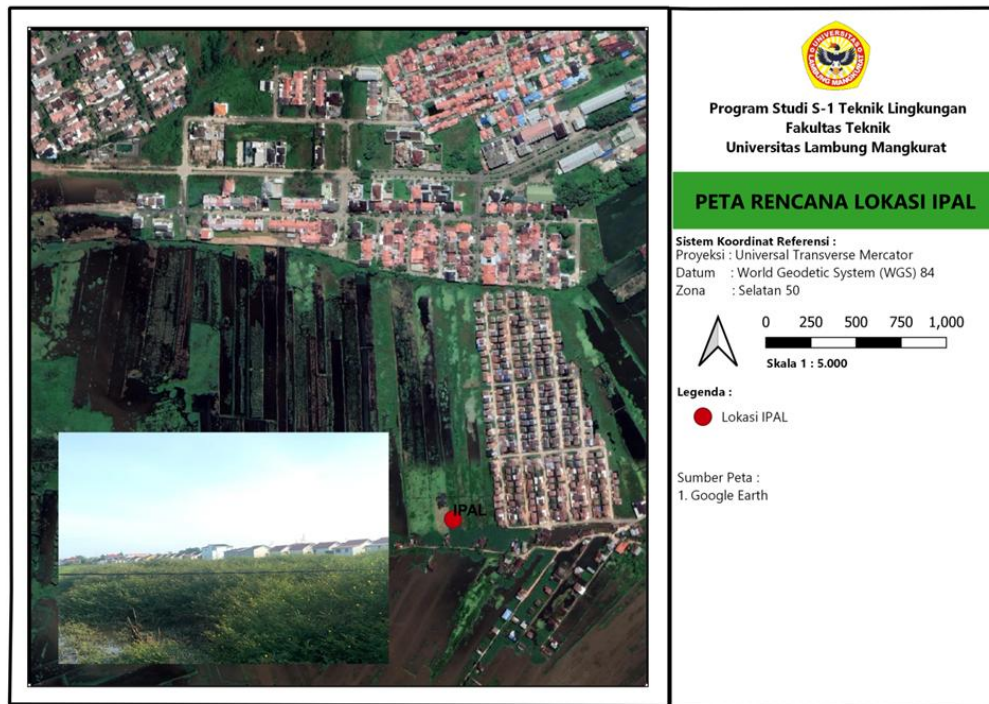
1. Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik

Sistem penyaluran yang digunakan adalah sistem *shallow sewer* dimana sistem penyaluran ini memiliki penanaman pipa dengan kedalaman dangkal pada kemiringan tanah yang landai. Sistem ini dipilih berdasarkan kesesuaian pada kondisi eksisting di wilayah perencanaan. Sistem penyaluran ini dapat diterapkan pada kawasan perkampungan padat penduduk dengan tingkat kemiringan tanah 1% serta kawasan yang telah memiliki sambungan air bersih dan kamar mandi pribadi. Selain itu, memiliki biaya operasional lebih murah dibandingkan sistem penyaluran secara konvensional.

2. Rencana Lokasi IPAL

Lokasi bangunan IPAL dapat ditentukan dengan memenuhi persyaratan teknis maupun non teknis yang telah ditentukan. Dalam Buku Pedoman Perencanaan Teknik Terinci SPALD-T Kementrian PUPR RI Tahun 2018 terdapat kriteria yang perlu diperhatikan untuk penentuan lokasi IPAL. Adapun kriteria teknis dalam pemilihan lokasi IPAL yaitu topografi lahan, jenis tanah, badan air penerima, dan bahaya banjir. Sedangkan kriteria non teknis yaitu legalitas lahan, batas administrasi, tata guna lahan, serta memperoleh izin lingkungan. Lahan lokasi IPAL pada perencanaan kali ini memiliki kondisi permukaan tanah cenderung datar dan lahan ditutupi oleh rawa. Dari segi kemiringan wilayah ini

termasuk dalam kategori kemiringan 0 – 2%. Nilai kontur yang rendah yaitu 3,8 m (dpl) dapat memudahkan pengaliran air limbah secara gravitasi. Lahan ini terletak di belakang Komplek Tatah Kalaka Indah yang merupakan kawasan permukiman perkotaan berdasarkan pola tata ruang dan termasuk cakupan batas administrasi Kelurahan Manarap Lama.



Gambar 3. 2 Peta Rencana Lokasi IPAL

3. Alternatif Jalur Jaringan Pipa

Wilayah perencanaan terbagi dalam 18 blok pelayanan yang dikelompokkan berdasarkan kondisi kepadatan penduduk. Dalam perencanaan ini tersedia 3 alternatif jalur untuk dibandingkan yang kemudian ditentukan alternatif yang paling efektif.

a) Alternatif A

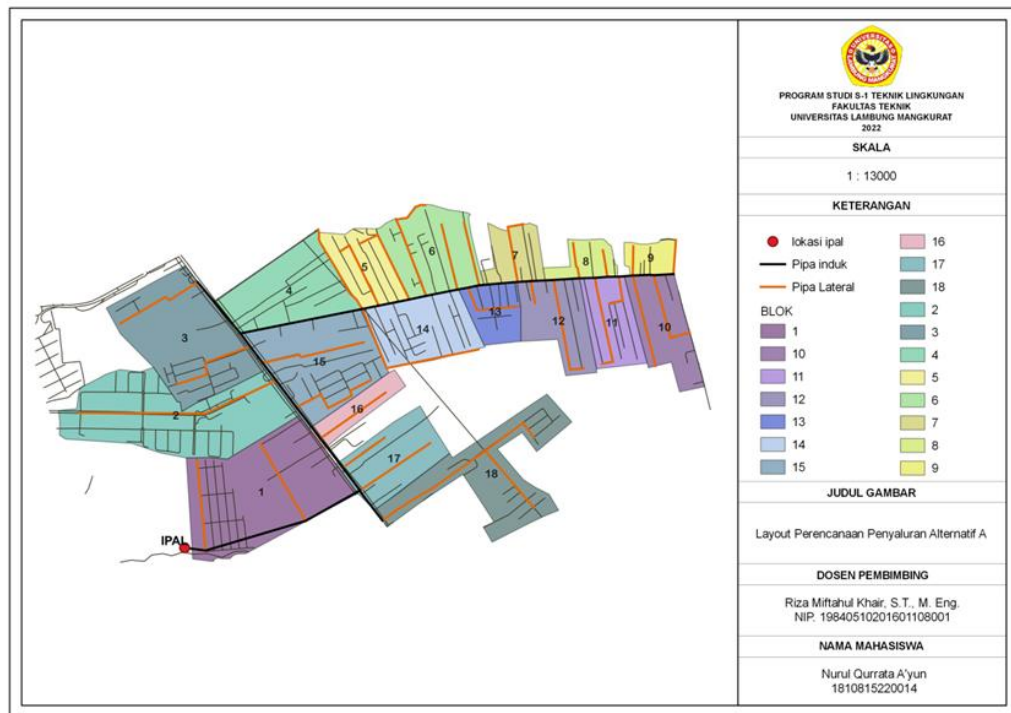
Jalur pipa induk akan melalui jalan utama atau jalan umum pemerintah sehingga dapat mempermudah selama kegiatan operasional jika terdapat kerusakan dan kegiatan perawatan rutin.

b) Alternatif B

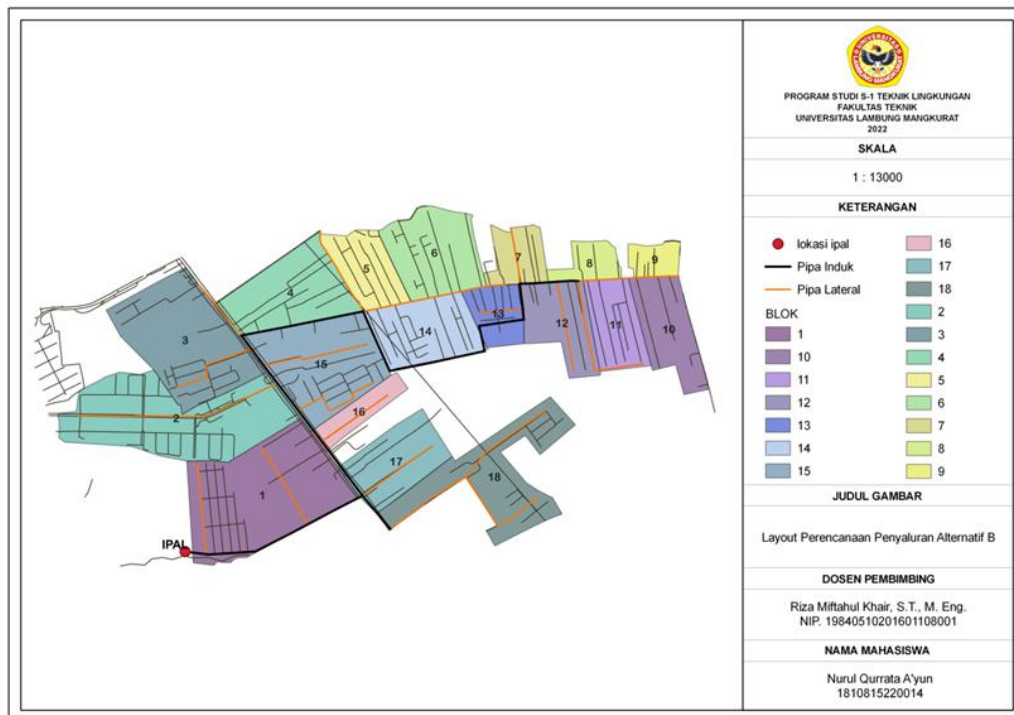
Jalur pipa induk akan melalui jalan umum pemerintah dan jalan bagian dalam pada blok pelayanan tertentu untuk mengurangi panjang pipa yang diperlukan dalam penyaluran air limbah domestik.

c) Alternatif C

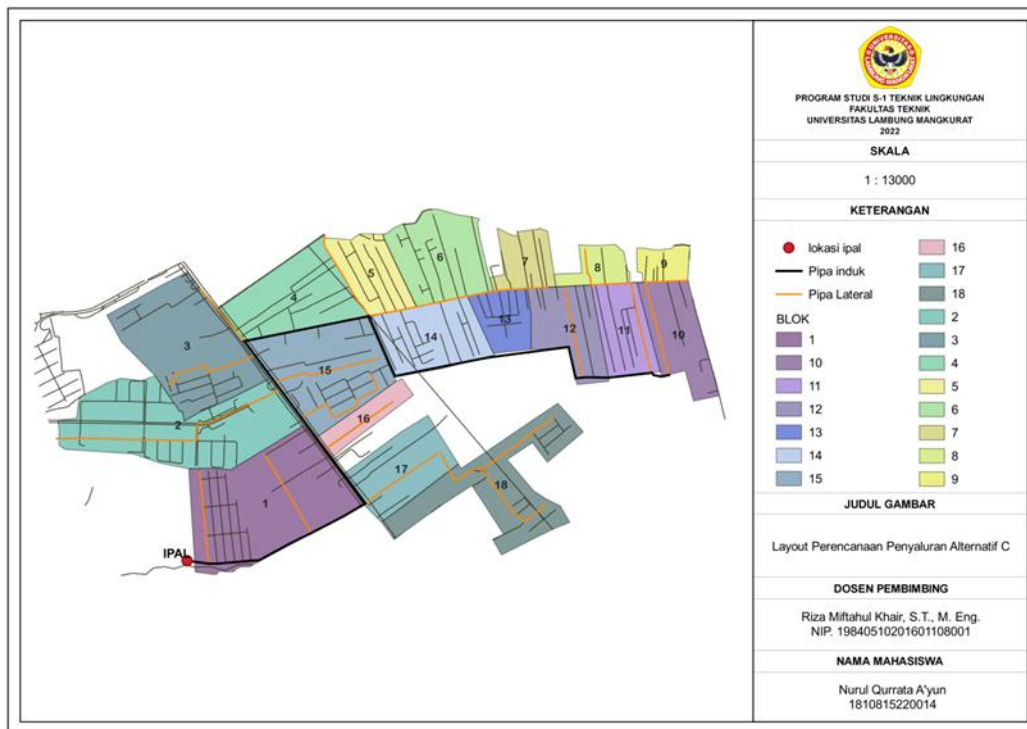
Jalur pipa induk akan melalui jalan umum pemerintah dan menyesuaikan kontur yang lebih rendah pada blok pelayanan tertentu.



Gambar 3.3 Jalur Alternatif A



Gambar 3.4 Jalur Alternatif B



Gambar 3.5 Jalur Alternatif C

4. Pemilihan Jalur Alternatif

Alternatif jalur pipa ditentukan menggunakan tabel bobot yang berisi penilaian tiap alternatif terhadap parameter yang telah ditetapkan. Pemberian nilai dilihat dari kesesuaian persyaratan teknis dan keuntungan secara ekonomis. Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

a) Panjang Saluran (m)

Penilaian tertinggi ditentukan berdasarkan alternatif yang memiliki panjang saluran pipa induk dan pipa lateral paling pendek. Alternatif A memiliki total panjang pipa 13.731 m, Alternatif B memiliki total panjang pipa 10.751 m, dan Alternatif C memiliki total panjang pipa 10.907 m.

b) Waktu Pengaliran (jam)

Penilaian tertinggi ditentukan berdasarkan waktu pengaliran yang paling singkat menuju ke IPAL. Untuk mengetahui nilai kecepatan aliran maka terlebih dahulu perlu diketahui ukuran dimensi pipa serta kecepatan aliran yang digunakan pada masing – masing saluran. Dari hasil perhitungan diperoleh total waktu pengaliran yang dibutuhkan untuk alternatif A adalah 7,01 jam, untuk alternatif B adalah 5,71 jam, dan untuk alternatif C adalah 5,45 jam.

c) Jumlah kebutuhan Pompa

Penilaian tertinggi ditentukan berdasarkan jumlah kebutuhan pemompaan yang paling sedikit. Pemompaan digunakan jika kedalaman galian mencapai 7 m. Jumlah pompa dapat diketahui dengan melakukan perhitungan penanaman pipa terlebih dahulu agar dapat ditentukan kedalaman galian masing – masing saluran tiap alternatif. Dari hasil perhitungan didapatkan pada alternatif A dan alternatif B tidak membutuhkan pemompaan. Sedangkan, alternatif C membutuhkan 3 pompa.

d) Jumlah manhole

Penilaian tertinggi ditentukan berdasarkan jumlah penggunaan manhole paling sedikit. Manhole digunakan pada saluran belokan, saluran percabangan, saluran lurus dengan jarak tertentu, dan drop manhole untuk kedalaman $<1\text{m}$ serta pada pertemuan antar saluran dengan selisih $>1\text{ m}$. Pada alternatif A menggunakan 143 manhole, alternatif B menggunakan 97 manhole, dan alternatif C menggunakan 98 manhole.

e) Investasi biaya pipa

Penilaian tertinggi ditentukan berdasarkan perkiraan investasi biaya pipa yang paling rendah. Besarnya biaya investasi pipa bergantung pada panjang pipa dan diameter pipa yang digunakan. Dari hasil perhitungan didapatkan investasi biaya pipa alternatif A sebesar Rp1.627.739.609, alternatif B sebesar Rp1.848.051.349, dan alternatif C sebesar Rp1.391.884.446.

Tabel 3.3 Perbandingan Alternatif Jalur

No	Parameter	Alternatif A	Alternatif B	Alternatif C
1	Panjang pipa (m)	13.731	10.751	10.907
2	Waktu tempuh (jam)	7,01	5,71	5,45
3	Manhole	143	97	98
4	Pemompaan	0	0	3
5	Biaya investasi pipa	Rp1.627.739.609	Rp1.848.051.349	Rp1.391.884.446

Sebelum melakukan penilaian alternatif dengan tabel skoring terlebih dahulu menentukan bobot untuk setiap parameter. Penentuan bobot bergantung pada tingkat kepentingan parameter terhadap persyaratan teknis. Setiap alternatif kemudian dibandingkan terhadap alternatif lainnya dan diberi nilai. Penilaian yang paling tinggi diberi nilai 3(tiga) dan yang paling rendah diberi nilai 1(satu). Nilai untuk setiap alternatif kemudian dikalikan dengan bobot masing – masing parameter. Alternatif yang memiliki total nilai paling tinggi merupakan alternatif yang terpilih. Hasil pemilihan dapat dilihat Tabel 3.4 berikut ini :

Tabel 3.4 Hasil Pemilihan Alternatif Jalur

No	Parameter	Bobot	Alternatif A	Alternatif B	Alternatif C
1	Panjang Pipa	0,5	0,5	1,5	1
2	Waktu Tempuh	3	3	6	9
3	Manhole	2,5	2,5	7,5	5
4	Pemompaan	3,5	8,75	8,75	3,5
5	Biaya Investasi Pipa	0,5	1	0,5	1,5
Total		10	15,75	24,45	20

Berdasarkan hasil analisa pada perhitungan diatas, didapatkan total skor untuk Alternatif A yaitu 15,75 kemudian total skor untuk Alternatif B yaitu 24,45, dan total skor untuk

Alternatif C yaitu 20 sehingga dapat ditentukan alternatif yang terpilih adalah Alternatif B.

5. Perhitungan Debit Air Limbah Blok Pelayanan

Jumlah kebutuhan air bersih rata – rata pada tiap rumah menggunakan standar berdasarkan SNI 03-7065-2005 yaitu 120 L/org/hari. Sedangkan, jumlah debit air limbah berasal dari 80% air bersih yang terpakai. Berikut contoh perhitungan debit air limbah pada BLOK 1 :

jumlah penduduk : 1051 jiwa

kebutuhan air bersih : 120 lt/org/hr

a. Menghitung debit air bersih

$$\begin{aligned} Q_w &= \sum h \times Q_r \\ &= 1051 \times 120 \text{ lt/org/hr} \\ &= 126.000 \text{ lt/org/hr} \end{aligned}$$

b. Menghitung debit air limbah rata –rata

$$\begin{aligned} Q_{ave} &= 80\% \times Q_w \\ &= 80\% \times 126.000 \text{ lt/org/hr} \\ &= 100.800 \text{ lt/org/hr} \\ &= 0,0012 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

c. Mengitung debit minimum

$$\begin{aligned} Q_{min} &= 60\% \times Q_{ave} \\ &= 60\% \times 0,0012 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,00070 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

d. Menghitung debit puncak

$$\begin{aligned} F_{peak} &= \frac{5}{\left(\frac{P}{1000}\right)^{0,2}} = \frac{5}{\left(\frac{1051}{1000}\right)^{0,2}} = 4,95 \\ Q_{peak} &= F_{peak} \times Q_{ave} \\ &= 4,95 \times 0,0012 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,00578 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

e. Menghitung debit infiltrasi

$$\begin{aligned} Q_{inf} &= C_r \times Q_{ave} \\ &= 0,2 \times 0,0012 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,00023 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

f. Menghitung debit puncak total (debit desain)

$$\begin{aligned} Q_{desain} &= Q_{peak} + Q_{inf} \\ &= 0,00578 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,00023 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,00601 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Berikut ini hasil perhitungan debit air limbah domestik pada tiap blok pelayanan, dapat dilihat pada Tabel 3. 5

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Debit Air Limbah Domestik Pada Blok Pelayanan

No.	BLOK	jumlah penduduk (jiwa)	debit air bersih (lt/org.hr)	debit air limbah (lt/org.hr)	debit air limbah (Qave) (m ³ /detik)	debit minimum (Qmin) (m ³ /detik)	debit puncak (Q peak) (m ³ /detik)	Qinfiltrasi (Qinf) (m ³ /detik)	Q desain (m ³ /detik)
1.	1	1051	126092	100874	0.0012	0.00070	0.00578	0.00023	0.00601
2.	2	539	64627	51701	0.0006	0.00036	0.00296	0.00012	0.00308
3.	3	562	67436	53949	0.0006	0.00037	0.00309	0.00012	0.00322
4.	4	679	81486	65189	0.0008	0.00045	0.00374	0.00015	0.00389
5.	5	325	38987	31189	0.0004	0.00022	0.00179	0.00007	0.00186

No.	BLOK	jumlah penduduk (jiwa)	debit air bersih (lt/org.hr)	debit air limbah (lt/org.hr)	debit air limbah (Qave) (m ³ /detik)	debit minimum (Qmin) (m ³ /detik)	debit puncak (Q peak) (m ³ /detik)	Qinfiltrasi (Qinf) (m ³ /detik)	Q desain (m ³ /detik)
6.	6	647	77622	62098	0.0007	0.00043	0.00356	0.00014	0.00370
7.	7	287	34421	27537	0.0003	0.00019	0.00158	0.00006	0.00164
8.	8	211	25289	20231	0.0002	0.00014	0.00116	0.00005	0.00121
9.	9	149	17913	14330	0.0002	0.00010	0.00082	0.00003	0.00085
10.	10	381	45660	36528	0.0004	0.00025	0.00209	0.00008	0.00218
11.	11	234	28099	22479	0.0003	0.00016	0.00129	0.00005	0.00134
12.	12	375	44958	35966	0.0004	0.00025	0.00206	0.00008	0.00214
13.	13	263	31611	25289	0.0003	0.00018	0.00145	0.00006	0.00151
14.	14	820	98345	78676	0.0009	0.00055	0.00451	0.00018	0.00469
15.	15	808	96940	77552	0.0009	0.00054	0.00444	0.00018	0.00462
16.	16	181	21776	17421	0.0002	0.00012	0.00100	0.00004	0.00104
17.	17	184	22128	17702	0.0002	0.00012	0.00101	0.00004	0.00106
18.	18	717	86052	68841	0.0008	0.00048	0.00394	0.00016	0.00410

6. Perhitungan Pembebanan Saluran

Pada perencanaan ini dihitung pembebanan saluran air limbah domestik terhadap blok pelayanan untuk mengetahui jumlah debit air limbah domestik yang dialirkan setiap saluran. Berikut contoh perhitungan pembebanan saluran pada Alternatif B di jalur A3-A2 dan A2-A :

Jalur Pipa A3- A2 menerima air limbah dari Blok 11 dengan presentase beban pipa 35%. Jalur A2-A menerima air limbah dari Blok 11 dengan presentase beban pipa 65% ditambahkan debit air limbah dari jalur A3-A2

a. Qave Jalur Pipa A3-A2 = 35% x Qave Blok 11

$$= 0,35 \times 0,0003 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 0.0001 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Qave Jalur Pipa A2-A = (65% x Qave Blok 11) + Qave (A3-A2)

$$= (0,65 \times 0,0003 \text{ m}^3/\text{detik}) + 0.0001 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 0,0003 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi, debit air limbah rata-rata pada saluran A3-A2 sebanyak 0.0001 m³/detik dan pada saluran A2-A sebanyak 0,0003 m³/detik. Presentase beban saluran juga digunakan dalam menentukan nilai debit puncak, debit minimal, debit infiltrasi, dan debit desain.

Berikut ini hasil perhitungan pembebanan saluran pada Alternatif B dapat dilihat dalam Tabel 3.6

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Pembebanan Saluran Alternatif B

No.	Jalur Pipa	Jenis Saluran	Panjang Pipa (m)	Beban Saluran	Qave (m ³ /detik)	Qpeak (m ³ /detik)	Qmin (m ³ /detik)	Qinfiltrasi (m ³ /detik)	Qdesain (m ³ /detik)
1	A1-A	Lateral	388.38	100% BLOK 8 +100% BLOK 9	0.0008	0.0042	0.0005	0.0002	0.0044
2	A3-A2	Lateral	188.68	+100% BLOK 10	0.0001	0.0007	0.0001	0.0000	0.0007
3	A2-A	Lateral	351.82	35% BLOK 11	0.0003	0.0021	0.0002	0.0001	0.0021
4	A-B	Induk	81.23	65% BLOK 11 +(A3-A2)	0.0011	0.0063	0.0006	0.0002	0.0065
5	B1-B	Lateral	345.06	(A1-A)+(A2-A)	0.0004	0.0014	0.0002	0.0001	0.0015
6	B-C	Induk	144.93	100% BLOK 12	0.0015	0.0077	0.0009	0.0003	0.0080
7	C1-C	Lateral	214.78	(A-B)+(B1-B)	0.0003	0.0010	0.0002	0.0001	0.0011
8	C-D	Induk	96.52	87% BLOK 7	0.0018	0.0087	0.0011	0.0004	0.0091
9	D1-D	Lateral	166.48	(B-C)+(C1-C)	0.0003	0.0045	0.0002	0.0001	0.0046
10	D-E	Induk	41.94	100% BLOK 13	0.0021	0.0132	0.0012	0.0004	0.0136
11	E-F	Induk	174.88	(C-D)+(D1-D)	0.0021	0.0132	0.0012	0.0004	0.0136
12	F-G	Induk	99.26	(D-E)	0.0021	0.0132	0.0012	0.0004	0.0136
13	G-H	Induk	375.38	(E-F)	0.0021	0.0132	0.0012	0.0004	0.0136
14	H-I	Induk	251.21	(F-G)	0.0021	0.0132	0.0012	0.0004	0.0136
15	I1-I	Lateral	559.88	(G-H)	0.0020	0.0097	0.0012	0.0004	0.0101
16	I2-I	Lateral	355.30	100% BLOK 5 + 100% BLOK 6 + 13% BLOK 7 +100% BLOK 14	0.0008	0.0018	0.0005	0.0002	0.0019
17	I-J	Induk	479.42	100% BLOK 4	0.0049	0.0247	0.0029	0.0010	0.0257
18	J1-J	Lateral	259.55	(H-I)+(I1-I)+(I2-I)	0.0003	0.0016	0.0002	0.0001	0.0016
19	J-K	Induk	64.49	42% BLOK 3	0.0051	0.0263	0.0031	0.0010	0.0273
				(I-J)+(J1-J)					

No.	Jalur Pipa	Jenis Saluran	Panjang Pipa (m)	Beban Saluran	Qave (m ³ /detik)	Qpeak (m ³ /detik)	Qmin (m ³ /detik)	Qinfiltrasi (m ³ /detik)	Qdesain (m ³ /detik)
20	K1-K2	Lateral	124.93	20% BLOK 3	0.0001	0.0007	0.00007	0.00002	0.0008
21	K2-K3	Lateral	45.46	7% BLOK 3 +(K1-K2)	0.0002	0.0010	0.00010	0.00003	0.0010
22	K3-K	Lateral	190.38	31% BLOK 3 +(K2-K3)	0.0004	0.0022	0.0002	0.0001	0.0022
23	K-L	Induk	79.16	(J-K)+(K3-K)	0.0055	0.0271	0.0031	0.0010	0.0281
24	L1-L2	Lateral	251.33	32% BLOK 15	0.0003	0.0003	0.0002	0.0001	0.0004
25	L2-L3	Lateral	16.18	2% BLOK 15 +(L1-L2)	0.0003	0.0003	0.0002	0.0001	0.0004
26	L3-L	Lateral	145.32	18% BLOK 15 +(L2-L3)	0.0005	0.0005	0.0003	0.0001	0.0006
27	L-M	Induk	86.41	(K-L)+(L3-L)	0.0058	0.0274	0.0033	0.0011	0.0285
28	M1-M2	Lateral	495.10	62% BLOK 2	0.0004	0.0018	0.0002	0.0001	0.0019
29	M2-M	Lateral	302.29	38% BLOK 2 +(M1-M2)	0.0002	0.0011	0.00014	0.00005	0.0012
30	M-N	Induk	131.22	(L-M)+(M2-M)	0.0060	0.0285	0.0035	0.0012	0.0297
31	N3-N4	Lateral	90.43	11% BLOK 15	0.0002	0.0003	0.00015	0.00005	0.0003
32	N4-N5	Lateral	19.92	3% BLOK 15 +(N3-N4)	0.0003	0.0003	0.0002	0.0001	0.0004
33	N5-N2	Lateral	101.72	13% BLOK 15 +(N4-N5)	0.0004	0.0004	0.0002	0.0001	0.0005
34	N2-N1	Lateral	61.88	8% BLOK 15 +(N5-N2)	0.0005	0.0005	0.0003	0.0001	0.0006
35	N1-N	Lateral	108.63	14% BLOK 15 +(N2-N1)	0.0006	0.0006	0.0004	0.0001	0.0008
36	N-O	Induk	151.71	(M-N)+(N1-N)	0.0066	0.0292	0.0038	0.0013	0.0304
37	O1-O	Lateral	308.89	100% BLOK 16	0.0002	0.0010	0.0001	0.0000	0.0011
38	O-P	Induk	261.33	(L-O)+(O1-O)	0.0068	0.0302	0.0039	0.0013	0.0315
39	P1-P	Lateral	331.07	100% BLOK 17	0.0002	0.0039	0.0001	0.0000	0.0040
40	Q2-Q1	Lateral	404.67	34% BLOK 18	0.0003	0.0157	0.0002	0.0001	0.0158
41	Q4-Q3	Lateral	194.67	17% BLOK 18	0.0001	0.0079	0.0001	0.0000	0.0079
42	Q3-Q1	Lateral	220	19% BLOK 18 +(Q4-Q3)	0.0003	0.0167	0.0002	0.0001	0.0167
43	Q1-Q	Lateral	355.92	49% BLOK 18 +(Q2-Q1)+(Q3-Q1)	0.0009	0.0551	0.0006	0.0002	0.0553
44	Q-P	Induk	167.1	(Q1-Q)	0.0009	0.0551	0.0006	0.0002	0.0553
45	P-R	Induk	238.96	(O-P)+(P1-P)+(Q-P)	0.0079	0.0892	0.0046	0.0015	0.0907
46	R1-R	Lateral	343.14	49% BLOK 1	0.0006	0.0028	0.0003	0.0001	0.0029
47	R-S	Induk	418.38	(P-R)+(R1-R)	0.0085	0.0920	0.0050	0.0017	0.0937
48	S1-S	Lateral	350.66	51% BLOK 1	0.0006	0.0029	0.0004	0.0001	0.0031
49	S-IPAL	Induk	78.96	(R-S)+(S1-S)	0.0091	0.0950	0.0053	0.0018	0.0967

7. Perhitungan Dimensi Pipa, Kecepatan Aliran, dan Waktu Tempuh

Sistem penyaluran air limbah pada perencanaan ini menggunakan sistem *shallow sewer* sehingga perhitungan perlu menyesuaikan kriteria desain yang ditetapkan. Jenis pipa menggunakan pipa PVC dengan nilai n yaitu 0,012 (Permen PUPR, 2017). Nilai ketinggian air minimum dan kecepatan aliran minimum harus memenuhi ketentuan pada kriteria desain. Jika belum sesuai ketentuan maka dilanjutkan dengan penggelontoran. Kriteria desain *Shallow Sewer* antara lain: (UNHCS, 1986).

- Kecepatan aliran minimum (V_{min}) adalah 0,5 m/s.
- Kecepatan maksimum (V_{maks}) < 2,3 m/s.
- Diameter pipa minimum adalah 100 mm
- Tinggi renang minimum adalah 0,2 D
- Tinggi renang maksimum adalah 0,8 D
- Kedalaman galian minimum adalah 0,4 m
- Slope minimal adalah 0,006

Berikut contoh perhitungan dalam menentukan dimensi pipa, kecepatan aliran, dan waktu tempuh saluran A1 – A pada Alternatif B :

Panjang pipa = 388,38 m
 Q_{peak} = 0,00437 m³/s
 Q_{min} = 0,00049 m³/s
 Elevasi tanah awal = 5,01 m
 Elevasi tanah akhir = 5,30 m

- Merencanakan nilai d/D untuk mendapatkan nilai Q_{peak}/Q_{full} dan V_{peak}/V_{full} . Nilai d/D direncanakan sebesar 0,8. Nilai Q_{peak}/Q_{full} dan V_{peak}/V_{full} kemudian ditentukan dengan nilai 0,8 yang diplotkan sesuai pada grafik *Geometric and*

Hydraulic Ratios for Circular Cross Section kemudian didapatkan nilai Q_{peak}/Q_{full} sebesar 0,98 dan V_{peak}/V_{full} sebesar 1,16.

$$b. Q_{full} = \frac{Q_{peak}}{Q_{peak}/Q_{full}} = \frac{0,00437 \text{ m}^3/\text{s}}{0,98} = 0,00446 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$c. D = \left(\frac{Q \times n}{0,3117 \times S^{0,5}} \right)^{\frac{3}{8}} = \left(\frac{0,00437 \times 0,012}{0,3117 \times 0,006^{0,5}} \right)^{\frac{3}{8}} = 0,10104 \text{ m} = 101 \text{ mm}$$

Diameter pipa yang akan dipakai adalah 125 mm sesuai ukuran diameter pipa yang tersedia.

$$d. Q_{full \text{ cek}} = \left(\frac{0,3117 \times S^{0,5} \times D^{\frac{8}{3}}}{n} \right) = \left(\frac{0,3117 \times 0,006^{0,5} \times 0,125^{\frac{8}{3}}}{0,012} \right) = 0,00786 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$e. V_{full \text{ cek}} = \frac{Q_{full}}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} = \frac{0,00786 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4} \times \pi \times 0,125^2} = 0,64 \text{ m/s}$$

$$f. Q_{min}/Q_{full \text{ cek}} = \frac{0,00049 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00786 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,063 \text{ m}^3/\text{s}$$

g. Menentukan nilai d/D dan V_{min}/V_{full} menggunakan grafik *Geometric and Hydraulic Ratios for Circular Cross Section*. Nilai Q_{min}/Q_{full} ditarik garis ke *discharge Q* kemudian ditarik ke arah sumbu Y maka didapatkan nilai d/D sebesar 0,20. Nilai d/D kemudian ditarik garis ke *Velocity V* kemudian ditarik ke arah sumbu X maka didapatkan nilai V_{min}/V_{full} sebesar 0,55 m/s.

$$h. V_{min} = \frac{V_{min}}{V_{full}} \times V_{full} = 0,55 \times 0,64 \text{ m/s} = 0,35 \text{ m/s}$$

Kriteria desain untuk kecepatan minimum adalah 0,5 m/s. Hasil perhitungan diatas belum memenuhi ketentuan kriteria desain sehingga diperlukan penggelontoran. Berikut adalah lanjutan perhitungan untuk menentukan debit setelah penggelontoran.

$$i. H_{min} = d_{min}/D \times D = 0,20 \times 0,125 = 0,03 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Delta A_{gelontor} &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times \text{syarat } H_{min}^2 \right) - \left(\frac{1}{4} \times \pi \times H_{min}^2 \right) \\ &= \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,03^2 \right) - \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,03^2 \right) \\ &= 0,0015 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{gelontor} &= \Delta A_{gelontor} \times V_{min \text{ syarat}} \\ &= 0,0015 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m/s} \\ &= 0,0007 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$Q_{min} + Q_{gelontor} = 0,00049 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0007 \text{ m}^3/\text{s} = 0,00123 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$j. Q_{min}/Q_{full \text{ baru}} = \frac{0,00123 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00786 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

k. Menentukan nilai d/D dan V_{min}/V_{full} berdasarkan grafik *Geometric and Hydraulic Ratios for Circular Cross Section* sehingga didapatkan nilai d/D adalah 0,35 dan nilai V_{min}/V_{full} adalah 0,80 m/s.

$$l. V_{min \text{ baru}} = \frac{V_{min}}{V_{full}} \times V_{full} = 0,80 \times 0,64 \text{ m/s} = 0,51 \text{ m/s}$$

Nilai V_{min} setelah dilakukan penggelontoran telah memenuhi nilai minimum sesuai kriteria desain.

$$m. \text{Waktu tempuh (t)} = \frac{\text{panjang saluran (m)}}{\text{kecepatan aliran } \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)} = \frac{388,38 \text{ m}}{0,5 \text{ m/s}} = 776,76 \text{ s} = 0,216 \text{ jam}$$

Berikut rekapitulasi diameter pipa, kecepatan aliran, dan waktu tempuh pada Alternatif B dalam Tabel 3.7

Tabel 3. 7 Rekapitulasi Diameter Pipa, Kecepatan Aliran, dan Waktu Tempuh pada Alternatif B

No.	Jalur Pipa	Panjang Pipa (m)	D terpakai (m)	Vmin (m/s)	Waktu Tempuh (s)
1	A1-A	388.38	125	0.51	371
2	A3-A2	188.68	125	0.51	156
3	A2-A	351.82	125	0.51	490
4	A-B	81.23	200	0.61	32
5	B1-B	345.06	125	0.51	283
6	B-C	144.93	200	0.61	170
7	C1-C	214.78	125	0.51	966
8	C-D	96.52	200	0.61	590
9	D1-D	166.48	125	0.51	161
10	D-E	41.94	250	0.51	176
11	E-F	174.88	250	0.51	39
12	F-G	99.26	250	0.51	198
13	G-H	375.38	250	0.51	121
14	H-I	251.21	250	0.51	212
15	I1-I	559.88	250	0.51	175
16	I2-I	355.3	125	0.51	603
17	I-J	479.42	250	0.51	514
18	J1-J	259.55	125	0.51	646
19	J-K	64.49	250	0.51	789
20	K1-K2	124.93	125	0.51	380
21	K2-K3	45.46	125	0.51	429
22	K3-K	190.38	125	0.51	694
23	K-L	79.16	250	0.51	329
24	L1-L2	251.33	125	0.51	470
25	L2-L3	16.18	125	0.51	630
26	L3-L	145.32	125	0.51	823
27	L-M	86.41	250	0.51	644
28	M1-M2	495.1	125	0.51	155
29	M2-M	302.29	125	0.51	371
30	M-N	131.22	250	0.81	156
31	N3-N4	90.43	125	0.51	490
32	N4-N5	19.92	125	0.51	32
33	N5-N2	101.72	125	0.51	283
34	N2-N1	61.88	125	0.51	170
35	N1-N	108.63	125	0.51	966
36	N-O	151.71	250	0.86	590
37	O1-O	308.89	125	0.51	161
38	O-P	261.33	250	0.51	176
39	P1-P	331.07	125	0.51	39
40	Q2-Q1	404.67	125	0.51	198
41	Q4-Q3	194.67	125	0.51	121
42	Q3-Q1	220	125	0.51	212
43	Q1-Q	355.92	125	0.51	175
44	Q-P	167.1	250	0.51	603
45	P-R	238.96	250	0.51	514
46	R1-R	343.14	125	0.54	646
47	R-S	418.38	250	0.51	789
48	S1-S	350.66	125	0.54	380
49	S-IPAL	78.96	250	0.51	429

Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh diameter pipa yang digunakan yaitu 125 mm, 200 mm, dan 250 mm. Jenis pipa yang digunakan yaitu pipa PVC karena tahan korosi, ringan, fleksibel, tahan sifat asam, serta karakteristik pengaliran yang baik. Pipa tersedia yang akan digunakan yaitu pipa PVC kelas D. Pipa 125 mm memiliki diameter luar sebesar 140 mm, pipa 200 memiliki diameter luar 216 mm, dan pipa 250 mm memiliki diameter luar sebesar 267 mm (PT. Wahana Duta Jaya Rucika, 2022). Kecepatan minimum telah memenuhi kriteria desain yaitu minimal 0,5 m/s. Waktu tempuh yang dibutuhkan untuk pengaliran ke IPAL selama 20.557 detik atau 5,71 jam.

8. Perhitungan Penanaman Pipa

Penanaman pipa dibuat sedemikian rupa menyesuaikan slope saluran sehingga dapat mengalir mengikuti arah gravitasi. Kedalaman pipa awal berdasarkan kriteria desain shallow sewer dalah 0,4 m. Pipa yang memiliki kedalaman mencapai 7 m maka dilakukan pemompaan. Sedangkan penanaman pipa dengan kedalaman kurang dari 1 m dapat menggunakan drop *manhole* (Fidaus, 2020). Selain itu, drop *manhole* juga digunakan pada pertemuan saluran dengan beda ketinggian melebihi dari 1 m, dan elevasi pipa memotong elevasi tanah. Selain itu, manhole juga ditempatkan pada pipa lurus dengan jarak tertentu, belokan, dan percabangan. Pada perencanaan ini menggunakan pipa diameter 125 mm, 200 mm, dan 250 mm sehingga direncanakan jarak antar manhole pada pipa lurus sebesar 150 m. Sebelum melakukan perhitungan terlebih dahulu ditentukan slope pipa rencana untuk menghindari volume galian yang terlalu besar. Berikut contoh perhitungan kedalaman pipa pada jalur pipa A1 – A pada alternatif B :

Elevasi Tanah awal = 5,01 m

Elevasi tanah akhir = 5,30 m

Panjang pipa = 388,38 m

Diameter luar pipa = 0,140 m

$$a. \text{ Luas (A)} = \frac{\pi}{4} \times D^2 = \frac{3,14}{4} \times (0,125)^2 = 0,0012 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling (P)} = \pi \times D = 3,14 \times 0,125 = 0,39 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{A}{P} = \frac{0,0012}{0,39} = 0,03 \text{ m}$$

$$\text{Slope pipa} = \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{0,5 \times 0,012}{0,03^{2/3}} \right)^2 = 0,004$$

$$b. \text{ Headloss} = \text{Panjang pipa} \times \text{Slope} = 388,38 \times 0,004 = 1,4 \text{ m}$$

c. Elevasi atas pipa :

$$\begin{aligned} \text{Elevasi awal} &= \text{elevasi tanah awal} - 0,3 \\ &= 5,01 - 0,3 = 4,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi akhir} &= \text{elevasi atas pipa awal} - \text{headloss} \\ &= 4,7 - 1,4 = 3,3 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Elevasi bawah pipa :

$$\begin{aligned} \text{Elevasi awal} &= \text{elevasi atas pipa awal} - D \\ &= 4,7 - 0,140 = 4,60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi akhir} &= \text{elevasi atas pipa akhir} - D \\ &= 3,3 - 0,140 = 3,13 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Kedalaman Pipa :

$$\begin{aligned} \text{kedalaman awal} &= \text{elevasi tanah awal} - \text{elevasi bawah pipa awal} \\ &= 5,01 - 4,60 = 0,44 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kedalaman akhir} &= \text{elevasi tanah akhir} - \text{elevasi bawah pipa akhir} \\ &= 5,30 - 3,13 = 2,17 \text{ m} \end{aligned}$$

Berikut rekapitulasi kedalaman pipa dan peletakkan manhole pada Alternatif B dapat dilihat pada Tabel 3.8

Tabel 3. 8 Rekapitulasi Kedalaman Pipa dan Letak Manhole Pada Alternatif B

No.	Jalur Pipa	Panjang Pipa (m)	Diameter pipa luar (m)	Kedalaman penanaman		Manhole			
				awal (m)	akhir (m)	Lurus	Belokan	Cabang	drop manhole
1	A1-A	388.38	0.140	0.4	2.17	3			
2	A3-A2	188.68	0.140	0.4	0.74	2	1		
3	A2-A	351.82	0.140	0.7	3.10	2			1
4	A-B	81.23	0.216	3.2	3.18				1

No.	Jalur Pipa	Panjang Pipa (m)	Diameter pipa luar (m)	Kedalaman penanaman		Manhole			
				awal (m)	akhir (m)	Lurus	Belokan	Cabang	drop manhole
5	B1-B	345.06	0.140	0.4	2.85	3			
6	B-C	144.93	0.216	3.2	3.36				1
7	C1-C	214.78	0.140	0.4	1.21	2			
8	C-D	96.52	0.216	3.4	3.31				1
9	D1-D	166.48	0.140	0.4	0.60	2			
10	D-E	41.94	0.267	3.4	3.37		1		
11	E-F	174.88	0.267	3.4	3.81	1	1		
12	F-G	99.26	0.267	3.8	3.96		1		
13	G-H	375.38	0.267	4.0	4.22	2	1		
14	H-I	251.21	0.267	4.2	4.64	1			1
15	I1-I	559.88	0.267	0.6	1.50	4			
16	I2-I	355.3	0.140	0.4	1.74	3			
17	I-J	479.42	0.267	4.6	5.00	3			1
18	J1-J	259.55	0.140	0.5	1.23	2			
19	J-K	64.49	0.267	5.0	5.53				1
20	K1-K2	124.93	0.140	0.4	0.92	1	1		
21	K2-K3	45.46	0.140	0.9	1.10		1		
22	K3-K	190.38	0.140	1.1	2.69	1			
23	K-L	79.16	0.267	5.5	5.54				1
24	L1-L2	251.33	0.140	0.4	2.19	2	1		
25	L2-L3	16.18	0.140	2.2	2.25		1		
26	L3-L	145.32	0.140	2.2	2.59				
27	L-M	86.41	0.267	5.5	5.64			1	
28	M1-M2	495.1	0.140	0.4	3.86	4	1		
29	M2-M	302.29	0.140	3.9	5.49	1			
30	M-N	131.22	0.267	5.6	5.80				1
31	N3-N4	90.43	0.140	0.4	1.36	1	1		
32	N4-N5	19.92	0.140	1.4	1.52		1		
33	N5-N2	101.72	0.140	1.5	2.50		1		
34	N2-N1	61.88	0.140	2.5	1.79		1		
35	N1-N	108.63	0.140	1.8	2.13				
36	N-O	151.71	0.267	5.8	6.05				1
37	O1-O	308.89	0.140	0.4	1.52	3			
38	O-P	261.33	0.267	6.0	6.72	1			1
39	P1-P	331.07	0.140	0.4	2.74	3			
40	Q2-Q1	404.67	0.140	0.4	1.97	3			1
41	Q4-Q3	194.67	0.140	0.4	0.80	2	1		
42	Q3-Q1	220	0.140	0.8	2.47	1		1	
43	Q1-Q	355.92	0.140	2.5	3.74	1	1		
44	Q-P	167.1	0.267	3.9	4.93	2			
45	P-R	238.96	0.267	6.7	6.36	2			1
46	R1-R	343.14	0.140	0.4	2.14	3			
47	R-S	418.38	0.267	6.4	5.24	2			1
48	S1-S	350.66	0.140	0.6	0.15	3			
49	S-IPAL	78.96	0.267	5.2	5.05				

Berdasarkan Tabel 3.8 diatas, pada perencanaan ini kedalaman akhir pipa tidak mencapai 7 m sehingga tidak dilakukan pemompaan. Pipa induk memiliki 12 buah drop manhole, 1 buah manhole cabang, 5 buah manhole belokan, dan 12 manhole lurus. Pipa lateral memiliki 2 buah drop manhole, 1 buah manhole cabang, 12 buah manhole belokan, dan 53 buah manhole lurus. Total jumlah manhole pada Alternatif B adalah 97 buah manhole.

9. Investasi Biaya Pipa

Besarnya perkiraan investasi biaya pipa berkaitan dengan panjang pipa dan diameter pipa yang digunakan. Semakin panjang pipa dan besar diameter pipa maka biaya yang dibutuhkan semakin tinggi. Total panjang pipa untuk Alternatif B yaitu 10.751 m dengan

diameter pipa 125 mm, 200 mm, dan 250 mm. Berikut hasil perhitungan investasi biaya pipa pada Alternatif B dalam Tabel 3. 9

Tabel 3.9 Hasil Perhitungan Investasi Biaya Pipa Alternatif B

Diameter (m)	Panjang Pipa		Jumlah Pipa (unit)	Harga Satuan (Rp)		Harga Total (Rp)
	Perhitungan (m)	Pasaran (m)				
125	6733	4	1683	Rp	344,500.00	Rp 579,848,620
200	323	4	81	Rp	798,800.00	Rp 64,439,196
250	3660	4	915	Rp	1,315,700.00	Rp 1,203,763,533
Total						Rp 1,848,051,349

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam perencanaan ini antara lain :

1. Kelurahan Manarap Lama dan Desa Manarap Tengah merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk tertinggi di Kecamatan Kertak Hanyar. Akses air bersih di wilayah ini menggunakan air PDAM dan masih memanfaatkan air sungai namun kualitas air sungai tidak memenuhi standar baku mutu disebabkan *greywater* yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga langsung dibuang ke sungai di sekitar rumah. Tangki septik yang digunakan untuk mengalirkan *blackwater* tidak dilakukan pengurusan sehingga dapat tercampur dengan air sungai. Untuk akses sanitasi di wilayah ini memiliki presentase kepemilikan JSP (Jamban Sehat Permanen) sebesar 92,37%, JSSP (Jamban Sehat Semi Permanen) sebesar 6,54%, dan perilaku BABS (Buang Air Besar Sembarangan) sebesar 1,09 %.
2. Perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik pada Kelurahan Manarap Lama dan Desa Manarap Tengah memiliki panjang saluran 10.715 m, waktu pengaliran menuju IPAL selama 5,71 jam, membutuhkan 97 buah manhole, serta investasi biaya pipa sebesar Rp1,848,051,349.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Banjar. (2021). *Kecamatan Kertak Hanyar Dalam Angka 2021*.
- BPS Kabupaten Banjar. (2022). *Kabupaten Banjar Dalam Angka 2022*.
- Firdaus, A. F. (2020). *Perencanaan Pengembangan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) Jalur Utara Dan Tengah Kota Surakarta*.
- Kementerian PUPR. (2018). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) (Buku A). Direktur Jenderal Cipta Karya, 1, 1–66*.
- Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3).
- PERDA. (2021). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Banjar Tahun 2021 - 2041*.
- Permen LHK. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Permen PUPR. (2017). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 04 Tahun 2017*.
- Rucika, P. W. D. J. (2022). *Katalog Produk dan Harga Pipa Rucika*.
- Setjo, T. B., Saptomo, S. K., & Chandra, Y. W. (2016). Perencanaan Tangki Septik Komunal Di Desa Suwaru, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang, Jawa Timur. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(3), 159–173.
- SPKP. (2022). *Strategi Penyelenggaraan Kawasan Pemukiman Kabupaten Banjar*.
- SSK. (2021). *Strategi Sanitasi kabupaten Banjar 2022-2026*.

Susanthi, D., Purwanto, M. Y., & Suprihatin, S. (2018). Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 229.

UNHCS. (1986). The Design of Shallow Sewer Systems. *UNHCS Habitat*.

