

Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah di Kecamatan Summersari Kabupaten Jember

Fauziah Rachma Dewi¹, Ririn Endah Badriani^{1*}, Audiananti Meganandi Kartini¹

¹Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Jember

Jl. Kalimantan Tegalboto No 37 Krajan Timur Summersari Jember 68121 Jawa Timur

*ririn.teknik@unej.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i3.20016>

Abstrak

Peningkatan air limbah domestik apabila tidak diiringi dengan pengolahan yang baik maka akan berpotensi menimbulkan penurunan kualitas air. Kondisi eksisting di Kecamatan Summersari berdasarkan survey pendahuluan yang dilakukan, menunjukkan bahwa pembuangan air limbah domestiknya masih tercampur dengan jaringan drainase. Saluran pembuangan ini kemudian langsung tersalur ke badan air tanpa ada pengolahan dahulu, hal ini bertentangan dengan PerMen PUPR No 4 Tahun 2017. Perencanaan bertujuan untuk merencanakan jaringan SPAL di Kecamatan Summersari, Kabupaten Jember. Area pelayanan perencanaan dilakukan di seluruh kelurahan di Kecamatan Summersari kecuali Kelurahan Antirogo dikarenakan memiliki kepadatan penduduk terendah dan topografi yang tidak memungkinkan untuk dilayani. Air limbah yang direncanakan yaitu air limbah buangan (*greywater*). Hasil perencanaan disimpulkan bahwa debit rerata air limbah dan debit peak air limbah terhitung yaitu sebesar 178,19 L/s dan 459,28 L/s. Perencanaan dibagi menjadi 6 blok dan terdapat 3 IPAL untuk pelayanan daerah tersebut. Dimensi pipa rencana sebesar 90-600 mm. Kebutuhan bangunan pelengkap yang digunakan yaitu 3 buah pompa, 10 buah siphon, dan 331 buah manhole. Total biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan ini yaitu sebesar Rp53.477.911.716,00.

Kata Kunci : limbah domestik, pengolahan air limbah, sistem penyaluran, drainase

Abstract

An increase in domestic wastewater if it isn't treated properly, will potentially lead to a decrease in water quality. Existing conditions in Summersari Sub-district based on the preliminary survey, the domestic wastewater disposal is still mixed with the drainage network. This sewer then directly channeled into the water body without any prior treatment, this's contrary to the PUPR Ministerial Regulation No.4 of 2017. The planning aims to network planning of Wastewater Distribution System in Summersari District. The planning service area is carried out in Summersari Sub-district, Antirogo Village isn't included because it has the lowest population density and topography isn't possible to be served. The planned wastewater is just graywater wastewater. The planning results concluded that the average wastewater discharge and peak wastewater discharge are around 178.19 L/s and 459.28 L/s. The planning is divided into 6 blocks and there're 3 WWTPs to service the area. The planned pipe dimensions are 90-600 mm. There're 3 pumps, 10 siphons, and 331 manholes for complementary building requirements. The total cost required for this planning is Rp53,477,911,716.

Key words : domestic waste, water waste treatment, distribution system, drainage

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan diiringi dengan peningkatan jumlah penduduk, hal ini diakibatkan oleh aktivitas dari penduduk tersebut. Aktivitas sehari-hari dari penduduk selalu menghasilkan buangan yang disebut dengan limbah. Seringkali buangan limbah ini tidak dibuang atau diolah dengan baik oleh masyarakat, sehingga dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Apabila jumlah penduduk semakin meningkat maka

kuantitas limbah oleh aktivitas personal masyarakat yang dihasilkan juga semakin meningkat (Baktiar, 2016). Salah satu contoh dari peristiwa ini yaitu peningkatan jumlah penduduk yang juga diiringi dengan peningkatan kuantitas air limbah dikarenakan oleh peningkatan buangan air sisa penggunaan air bersih untuk aktivitas sehari-hari masyarakat (Hidayah *et al.*, 2023).

Sisa penggunaan air bersih yang dimaksud yaitu untuk aktivitas sehari-hari seperti mandi, mencuci, dan lain-lain yang disebut dengan air limbah domestik. Karakteristik air limbah domestik umumnya mengandung 99,9% air dan 0,1 zat padat. Zat padat ini terbagi lagi menjadi 2 yaitu 70% zat organik dan 30% zat anorganik lebih banyaknya pasir, garam-garaman, dan logam. Air limbah

Article History:

Received: May, 12th 2023; **Accepted:** September, 30th 2023

Cite this as :

Dewi, F.R., Badriani, R.E., Kartini, A.M. 2023. Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah di Kecamatan Summersari Kabupaten Jember. *Rekayasa*. Vol 16(3). 320-329.

domestik berdasarkan karakteristiknya, dibagi menjadi *blackwater* dan *greywater*. *Blackwater* merupakan buangan yang berasal dari aktivitas kakus, sedangkan *greywater* dari aktivitas non kakus yaitu kegiatan sehari-hari dari masyarakat yang berhubungan dengan penggunaan air (Sasongko, 2017).

Peningkatan air limbah domestik yang tidak diikuti dengan pengolahan yang baik akan berpotensi menyebabkan penurunan kualitas air. Penurunan kualitas air disebabkan oleh banyaknya kegiatan antropogenik yaitu kegiatan sehari-hari manusia yang tanpa sadar berpotensi menimbulkan pencemaran yang masuk ke badan air terutama aliran sungai dan perairan pesisir (Hidayah *et al.*, 2022). Kegiatan ini akan menimbulkan penurunan kualitas air disebabkan karena badan air menerima beban pencemar yang melebihi daya tampung dari perairan tersebut (Sofiana, 2022). Salah satu penyebab dari pencemaran lingkungan yaitu dari penanganan dan penyaluran air limbah yang tidak tepat. Air limbah termasuk unsur yang kompleks, namun sering disepelekan dan kurang diperhatikan publik maupun pemerintah. Pengadaan sistem penyaluran air limbah sangat penting untuk bentuk upaya optimalisasi fasilitas sanitasi. Sebagaimana salah satu program prioritas dari *Sustainable Development Goals (SDGs)* yaitu sanitasi lingkungan, salah satu program yang diangkat yaitu terkait pengolahan air limbah domestik sesuai dengan standar nasional. Oleh karena itu, pengoptimalisasian fasilitas sanitasi ini menjadi salah satu bentuk realisasi dari program tersebut (Rudiyanto, 2022).

Pengelolaan air limbah berdasarkan sistem pengolahan, dibagi menjadi dua yaitu sistem pengelolaan air limbah domestik setempat (SPALD-S) dan sistem pengelolaan air limbah domestik terpusat (SPALD-T). Pengelolaan air limbah setempat merupakan suatu prasarana dan sarana untuk pengumpulan dan pengolahan air limbah domestik langsung di lokasi sumber. Pengelolaan air limbah terpusat pengolahan air limbah domestik dilakukan terpusat di suatu tempat serta penyaluran air limbah domestik dari sumber limbah menuju ke pengumpulan dengan melalui perpipaan (Kementerian PUPR, 2017). Sistem pembuangan limbah secara terpusat di daerah perkotaan menjadi suatu hal yang penting untuk pengumpulan dan pengangkutan air limbah yang dihasilkan dan memindahkan kontaminasi tersebut menuju instalasi pengolahan limbah. Instalasi pengolahan

limbah bertanggung jawab untuk mengembalikan air limbah dengan aman ke lingkungan (Sanmartín, 2021). Oleh karena itu pengadaan sistem penyaluran air limbah merupakan suatu upaya untuk memperkecil terjadinya pencemaran lingkungan. Perencanaan ini direncanakan menggunakan sistem terpusat.

Saluran pembuangan eksisting langsung tersalurkan ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Hal tersebut bertentangan dengan peraturan PerMen PUPR No 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik. Rumah atau bangunan baru harus tersambung dengan sistem penyaluran air limbah domestik (SPALD) dan jika belum ada maka harus dilakukan perencanaan SPALD berdasarkan peraturan yang berlaku (Kementerian PUPR, 2017). Oleh karena itu, harus direncanakan sistem penyaluran air limbah di Kecamatan Summersari untuk memperkecil potensi terjadinya pencemaran lingkungan. Air limbah yang disalurkan ke perencanaan yaitu limbah *greywater* dari aktivitas sehari-hari masyarakat.

Adapun penelitian ini bertujuan untuk merencanakan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) di Kecamatan Summersari. Perencanaan yang dilakukan di wilayah Kecamatan Summersari selama 20 tahun. Seluruh kelurahan di Kecamatan Summersari akan dilayani kecuali Kelurahan Antirogo, dikarenakan memiliki kepadatan penduduk yang paling rendah dan topografi wilayah yang tidak memungkinkan untuk dilayani. Perencanaan ini hanya sampai penentuan lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) saja, tidak memperhitungkan perancangan unit pengolahan. Sistem pengolahan yang digunakan merupakan sistem pengelolaan air limbah domestik terpusat (SPALD-T). Sistem pengelolaan air limbah domestik terpusat (SPALD-T) juga digunakan pada beberapa penelitian sebelumnya oleh Priambodo (2020), Firdaus (2022), dan Ekagusbarani (2018). Ketiga studi tersebut merencanakan sistem pengolahan air limbah dengan sistem terpusat dengan dengan cakupan skala perkotaan. Studi lain dengan topik yang sama juga sudah pernah dilakukan, namun pada lokasi yang berbeda yaitu di Kelurahan Kedung Cowek daerah pesisir Surabaya (Ajakima, 2016), di tiga kelurahan di Kabupaten Ngawi (Ulya, 2014), Lingkungan Kampung Nelayan Tanjungsari Kabupaten Rembang (Tuti, 2022), Perumahan Bumi Ciruas Permai1 Kabupaten Serang (Pangesti, 2022), dan Kecamatan Semarang Barat (Rahmanissa,

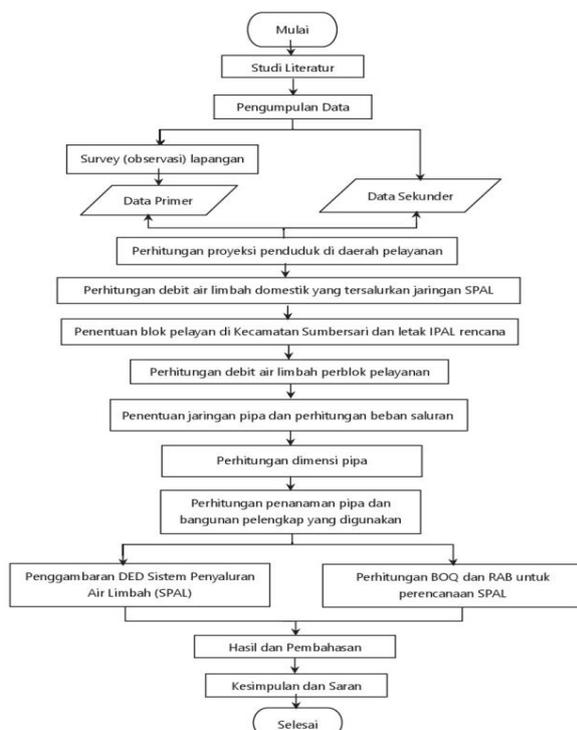
2017). Beberapa studi tersebut memiliki cakupan pelayanan yang berbeda-beda yaitu skala perkotaan, skala permukiman dan skala kawasan tertentu. Perbedaan ini dapat digunakan sebagai tambahan literatur dan perbandingan dalam perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) di Kecamatan Summersari.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang sistem penyaluran air limbah domestik di Kecamatan Summersari. Data yang dibutuhkan untuk penelitian ditampilkan pada Tabel 1. Data-data tersebut didapatkan dari hasil observasi lapangan dan studi literatur, kemudian akan dianalisis dalam pembahasan untuk merencanakan Sistem Penyaluran Air Limbah. Perencanaan sistem penyaluran air limbah ini menggunakan sistem terpusat. Diagram alir perencanaan sistem penyaluran air limbah ditampilkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Data Primer dan Sekunder Penelitian

Data Primer	Data Sekunder
Kondisi topografi wilayah (elevasi tanahnya).	Data jumlah penduduk Batas wilayah administratif daerah, Peta topografi, peta tata guna lahan,
Lokasi rencana IPAL	Kriteria desain perencanaan SPAL dan peletakan IPAL HSPK Kabupaten Jember



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Perhitungan Proyeksi Penduduk di Daerah Pelayanan

Laju pertumbuhan penduduk dihitung dengan menggunakan beberapa metode. Beberapa metode tersebut nanti dilakukan analisis metode untuk memilih salah satu yang mendekati dengan kemungkinan jumlah populasi aktualnya (Suheri, 2019). Beberapa metode yang dihitung kemudian dicari nilai standar deviasi terkecil dan nilai korelasi yang paling mendekati 1 (satu) (Widayani, 2016). Selain itu, nilai galat yang dihitung dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dipilih nilai yang terkecil (Anggreini, 2020).

Perhitungan Debit Air Limbah Domestik yang Tersalurkan Jaringan SPAL

Perhitungan debit air limbah dapat menggunakan rumus-rumus berdasarkan Buku A SPALD-T dari Dirjen Cipta Karya (2018). Rumus untuk menghitung debit puncak total (Q_{peak}) didapatkan dari penelitian (Ulya, 2014):

$$Q_{\text{air limbah}} = (60\% - 80\%) \times Q_{\text{air minum}} \dots \dots \dots (1)$$

$$Q_{\text{puncak}} = Q_{\text{rerata}} \times \text{Faktor puncak} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Faktor Puncak} = \frac{5}{(P/1000)^{0,2}} \dots \dots \dots (3)$$

$$Q_{\text{infiltrasi saluran}} = L/1000 \times Q_{\text{rerata}} \dots \dots \dots (4)$$

$$Q_{\text{infiltrasi permukaan}} = Cr \times Q_{\text{rerata}} \dots \dots \dots (5)$$

$$Q_{\text{peak total}} = Q_{\text{peak}} + Q_{\text{infiltrasi}} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

- P : Populasi (jiwa)
- Q_{air minum} : Kebutuhan air minum (L/hari)
- L : Panjang Saluran (meter)
- Cr : koefisien infiltrasi (0,1 – 0,3)

Penentuan Blok Pelayanan dan Penentuan Lahan IPAL Rencana

Blok pelayanan dibagi untuk mempermudah pembagian dalam penyaluran air limbah. Blok dibagi berdasarkan kepadatan penduduk, topografi wilayah, dan tata guna lahan di wilayah perencanaan (Rahmania, 2022). Peletakan lokasi IPAL dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal yang tertera pada PerMen PUPR Nomor 4 Tahun 2017 dan Buku Utama Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T).

Penentuan Jaringan Pipa, Perhitungan Pembebanan Saluran, dan Perhitungan Dimensi Saluran

Beberapa persamaan untuk perhitungan perencanaan SPAL dijabarkan sebagai berikut (Pratiwi & Purwanti, 2015) :

$$Q_{full} = \frac{Q_p}{Q/Q_f} \dots \dots \dots (7)$$

$$Slope\ tanah = \left(\frac{\Delta H}{L}\right) \dots \dots \dots (8)$$

$$V = \frac{V}{V_{full}} \times V_{full} \dots \dots \dots (9)$$

$$V_{full} = \left(\frac{Q_{full}}{\frac{1}{4}\pi D^2}\right) \dots \dots \dots (10)$$

$$Q = \frac{0,3117}{n} (D)^{\frac{3}{8}} (S)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (11)$$

$$D\ teoritis = \frac{Q_{full} \times n}{\left(0,312 \times S^{\frac{1}{2}}\right)^{\frac{3}{8}}} \times 1000 \dots \dots \dots (12)$$

Apabila slope tanah bernilai negatif, maka dapat menggunakan slope pipa minimum pipa dengan rentang nilai pada Tabel 2 (Rakhmananda, 2016):

Tabel 1. Slope Minimum untuk Saluran dengan Aliran Secara Gravitasi

Diameter (mm)	Slope (m/m)	
	n: 0,013	n: 0,015
200	0,0033	0,0044
250	0,0025	0,0033
300	0,0019	0,0026
375	0,0014	0,0019
450	0,0011	0,0015
525	0,0009	0,0012
600	0,0008	0,0010

HASIL PEMBAHASAN

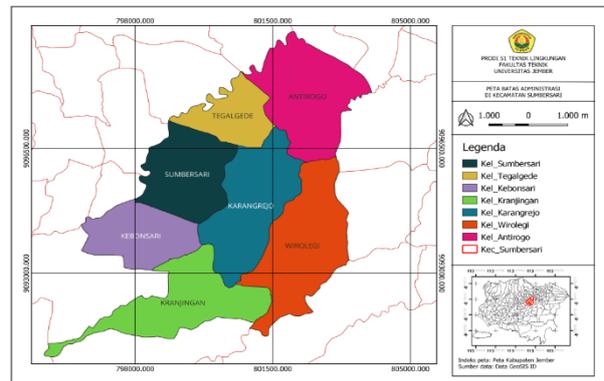
Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

Gambaran umum mengenai wilayah perencanaan yaitu Kecamatan Summersari memiliki kepadatan penduduk tertinggi di antara kecamatan lain di Kabupaten Jember. Topografi wilayah Kecamatan Summersari tidak rata, ada sebagian wilayah merupakan dataran rendah sekitar 24 mdl dan sebagian wilayah dataran tinggi mencapai 114 mdl (Salim, 2021). Perencanaan dilakukan di 6 kelurahan di Kecamatan Summersari, Kelurahan Antirogo tidak termasuk daerah pelayanan karena kepadatan yang rendah dan topografi yang tinggi pada daerah tersebut. Data ketinggian, luas area dan jumlah penduduk di Kecamatan Summersari Tahun 2021 dapat ditampilkan pada Tabel 3 dan peta wilayah perencanaan ditampilkan pada Gambar 2.

Tabel 2. Ketinggian, Luas Area, dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Summersari Tahun 2021

Kelurahan	Ketinggian Tempat (m)	Luas Area (km ²)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km ²)	Jumlah Penduduk
Kranjingan	±140	5.01	3 525,15	17 661
Wirolegi	±159	6.94	1 978,67	13 732
Karangrejo	±146	5.51	3 620,69	19 950
Kebonsari	±108	3.94	7 823,60	30 825
Summersari	±124	4.88	6 077,46	29 658
Tegalgede	±146	2.56	3 767,97	9 646
Antirogo	±180	8.2	1 381,71	11 330
Kecamatan Summersari	-	37,04	3 585,37	132 802

Sumber: Data BPS Kecamatan Summersari Dalam Angka 2022



Gambar 1. Peta Kecamatan Summersari

Proyeksi Penduduk

Beberapa metode yang umumnya digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk diantaranya yaitu metode aritmatika, geometri *least square*, dan trend logistik (Handiyatmo, 2012). Berdasarkan hasil perhitungan beberapa metode proyeksi penduduk didapatkan bahwa metode terpilih menggunakan metode *trend logistic* karena memiliki korelasi sebesar 0,9840, standar deviasi sebesar 1.861 dan nilai MAPE sebesar 0,280. Hasil proyeksi menggunakan metode *trend logistic* dapat ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Proyeksi Penduduk Kecamatan Summersari

Kelurahan	Tahun				
	2021	2026	2031	2036	2042
1. Kranjingan	17.071	18.733	20.529	22.463	24.973
2. Wirolegi	13.938	14.788	15.684	16.626	17.821
3. Karangrejo	19.630	21.509	23.530	25.698	28.497
4. Kebonsari	31.412	32.973	34.585	36.247	38.308
5. Summersari	30.659	45.676	49.078	52.583	56.899
6. Tegalgede	9.401	9.470	9.539	9.608	9.693
Kecamatan Summersari	122.111	143.149	152.945	163.227	176.191

Tabel 4 dapat dilihat jumlah penduduk tertinggi terdapat pada Kelurahan Summersari dan Terendah pada Kelurahan Tegalgede. Hasil proyeksi penduduk yang didapatkan kemudian akan digunakan untuk menghitung perkiraan jumlah debit air limbah yang dihasilkan untuk disalurkan ke SPAL perencanaan. Perbedaan jumlah penduduk ini dapat mempengaruhi pada perhitungan jumlah debit yang dihasilkan, kelurahan dengan jumlah penduduk yang tinggi akan menghasilkan air limbah yang tinggi, dan sebaliknya.

Debit Air Limbah Perencanaan

Debit air limbah dapat dihitung melalui perkiraan kebutuhan air rata-rata dalam Kecamatan Summersari. Oleh karena itu dihitung terlebih dahulu kebutuhan air rata-rata di Kecamatan Summersari. Cakupan pelayanan diasumsikan sesuai pelayanan SPAL yang direncanakan. Unit Konsumsi untuk kebutuhan Domestik dan non Domestik didapatkan dari SNI 6728.1:2015 tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam – Bagian 1: Sumber Daya Air dan Peraturan Menteri nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Unit konsumsi untuk kebutuhan domestik disesuaikan dengan jenis kota sesuai kisaran yang ditentukan dalam SNI 6728.1:2015 dan untuk kebutuhan non domestik didapatkan dari 15% dari kebutuhan air domestik.

Menurut Permen PUPR Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, debit air limbah domestik yang akan dibuang berkisar antara berkisar antara 60-80% dari debit air minum. Oleh karena itu, diambil asumsi bahwa debit air limbah yaitu 80% dari total kebutuhan air domestik. Debit air limbah yang dihitung yaitu debit rata-rata, debit puncak (peak), debit infiltrasi dan debit total peak dengan persamaan 1 hingga 7. Total debit air limbah di Kecamatan Summersari pada tahun 2042 dapat ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Debit Air Limbah di Kecamatan Summersari Tahun 2042

Kelurahan	Q domestik (L/s)	Qpeak (L/s)	Qinf (L/s)	Qtot (L/s)
1. Kranjingan	23,40	62,08	2,34	64,42
2. Wirolegi	17,08	46,95	1,71	48,65
3. Karangrejo	30,04	76,44	3,00	79,44
4. Kebonsari	40,38	97,65	4,04	101,69
5. Summersari	59,98	135,25	6,00	141,25

Kelurahan	Q domestik (L/s)	Qpeak (L/s)	Qinf (L/s)	Qtot (L/s)
6. Tegalgede	8,77	26,65	0,88	27,53
Kecamatan Summersari	178,19	441,46	17,82	459,28

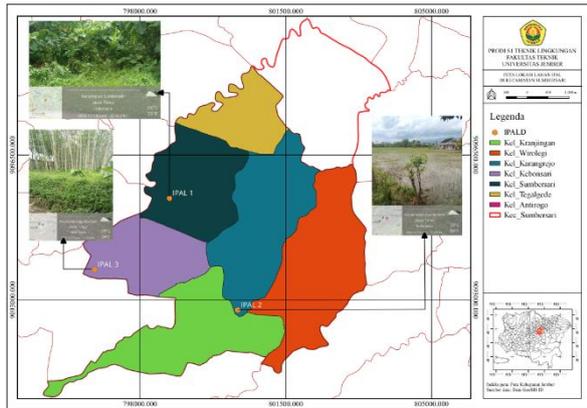
Tabel 5 didapatkan bahwa debit air limbah terbesar di Kelurahan Summersari dengan debit total sebesar 141,25 L/s dan debit air limbah terkecil di Kelurahan Tegalgede sebesar 27,53 L/s. Debit air limbah pada perencanaan ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Firdaus (2022) yaitu sebesar 0,5761 L/s. Berbeda juga pada penelitian lain yang topiknya sejenis yaitu Priambodo (2020) sebesar 28.012 L/hari dan Pangesti (2022) sebesar 189,92 m³/hari. Hal ini dapat terjadi karena terdapat perbedaan jumlah penduduk yang dilayani, sehingga debit yang disalurkan ke SPAL juga berbeda. Data debit air limbah ini akan dijadikan pertimbangan dalam menentukan blok pelayanan dan jumlah IPAL pada perencanaan.

Blok Pelayanan SPAL Dan IPAL Rencana di Kecamatan Summersari

Blok pelayanan dibagi untuk mempermudah pembagian dalam penyaluran air limbah. Blok pelayanan dibagi berdasarkan kepadatan penduduk, topografi wilayah, dan tata guna lahan di wilayah perencanaan (Rahmania, 2022). Pada perencanaan direncanakan memiliki 6 blok pelayanan, dengan memperhatikan kondisi topografi wilayah, kepadatan penduduk, batas wilayah dan pelayanan IPAL. IPAL rencana terdapat 3 buah yaitu pada Kelurahan Summersari (IPAL 1), Kelurahan Karangrejo (IPAL 2) dan Kelurahan Kebonsari (IPAL 3). IPAL 1 melayani 2 blok pelayanan yaitu Blok A yaitu Kelurahan Summersari dan Blok B Kelurahan Tegalgede. IPAL 3 melayani 2 blok pelayanan yaitu Blok C Kelurahan Kebonsari dan Blok D Kelurahan Kranjingan. IPAL 2 melayani 2 blok pelayanan yaitu Blok E Kelurahan Karangrejo dan Blok F Kelurahan Wirolegi.

Perencanaan yang dilakukan direncanakan jumlah IPAL terdapat 3 buah yang merupakan daerah paling rendah dari pada daerah pelayanan lain. Penentuan jumlah IPAL tersebut berdasarkan kepadatan penduduk dan besarnya debit yang masuk ke jaringan perpipaan yang tidak memungkinkan jika hanya terpusat menuju 1 IPAL. Oleh karena itu, diperkirakan dengan 3 IPAL,

perencanaan SPAL di Kecamatan Summersari dapat melayani seluruh Kecamatan ini. Peta pembagian blok pelayanan dan letak IPAL rencana dapat ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Pembagian Blok Pelayanan dan Letak IPAL Rencana

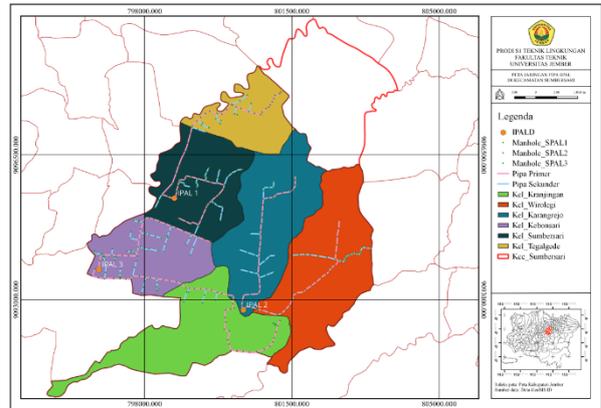
Gambar 3 didapatkan pembagian blok pelayanan berdasarkan beberapa aspek dan untuk melayani daerah tersebut dibutuhkan tiga IPAL. Peletakan IPAL pada penelitian ini mengacu pada beberapa aspek yang tercantum dalam PerMen PUPR Nomor 4 Tahun 2017 dan Buku Utama Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T). Sistem aliran SPAL ini direncanakan dapat mengalir secara gravitasi, sehingga aspek utama peletakan IPAL diletakkan pada daerah yang lebih tinggi dari daerah pelayanannya (Hartoyo, 2018).

Penentuan Jaringan Pipa dan Perhitungan Pembebanan Saluran

Penentuan rencana jaringan pipa dibuat berdasarkan pelayanan IPAL, blok pelayanan, dan jaringan jalan. Berdasarkan blok pelayanan dan pelayanan IPAL, penentuan jaringan pipa dibagi menjadi 3 jalur menuju IPAL. Pelayanan IPAL 1 direncanakan melayani Kelurahan Summersari dan Kelurahan Tegalgede, IPAL 2 melayani Kelurahan Karangrejo dan Kelurahan Wirolegi, serta IPAL 3 melayani Kelurahan Kebonsari dan Kranjingan. Perencanaan jaringan perpipaan saluran air limbah ini berdasarkan pembagian blok pelayanan yang ditampilkan pada Gambar 4.

Pembebanan dari sistem saluran air limbah dihitung untuk mengetahui beban debit limbah di tiap saluran. Beban debit pada setiap saluran akan memiliki nilai yang berbeda-beda di setiap saluran sesuai dengan tata letak daerah pelayanan (Tuti, 2022). Perhitungan beban di setiap saluran ini akan mempermudah untuk menghitung dimensi pipa

pada setiap saluran. Pembebanan SPAL di Kecamatan Summersari dihitung per jalur saluran, pembagian persentase di pembebanan berdasarkan panjang pipa.



Gambar 3. Jaringan Sistem Penyaluran Air Limbah di Kecamatan Summersari

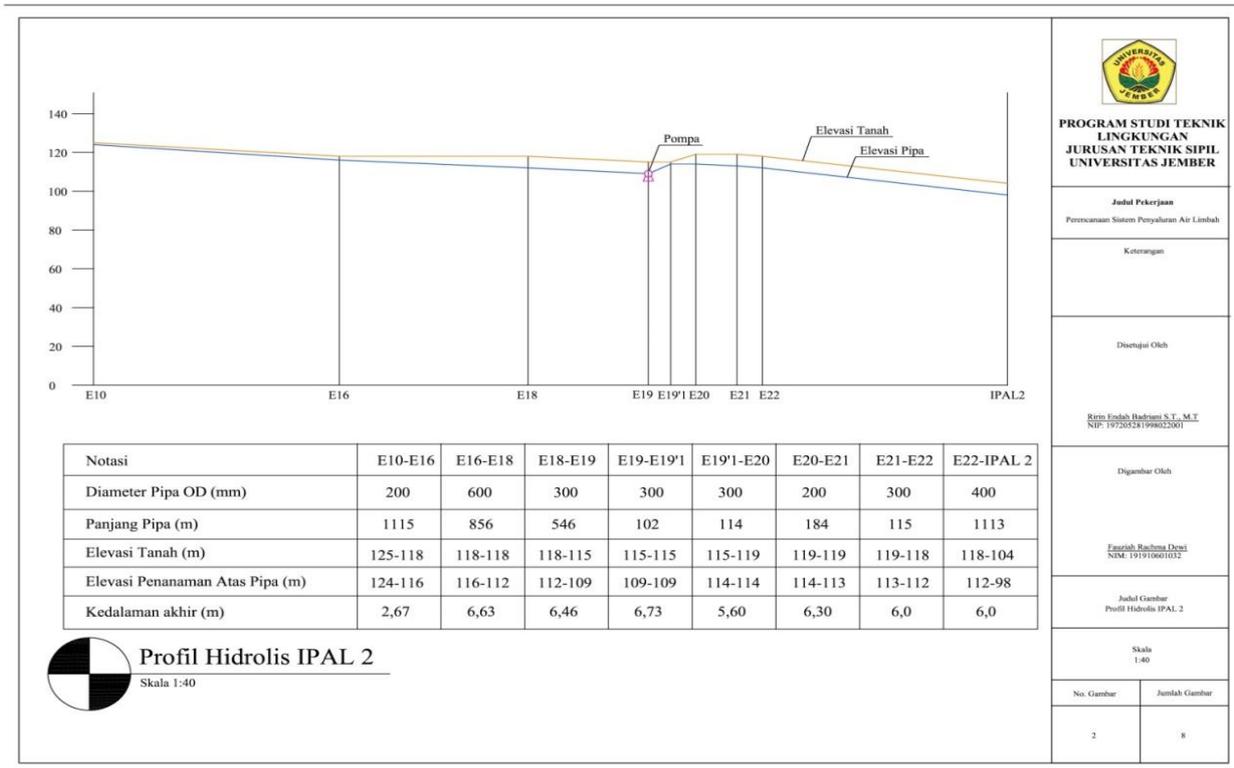
Dimensi Saluran Air Limbah

Pembuatan jaringan pipa SPAL pada Kecamatan Summersari ini berdasarkan pelayanan IPAL, blok pelayanan dan menyesuaikan jaringan jalan. Jenis pipa yang digunakan pada perencanaan menggunakan pipa uPVC (*unplastized Polyvinyl Chloride*) khusus air buangan yaitu Rucika Lite. Pipa jenis ini memiliki keunggulan yaitu tidak mudah pecah, ringan, tahan lama, permukaan halus, dan tahan terhadap berbagai bahan kimia (Rakhmananda, 2016). Pipa air limbah domestik pada perencanaan direncanakan dapat mengalir secara gravitasi yang akan direncanakan kondisi parsial dengan rasio d/D 0,8.

Tabel 5. Total Kebutuhan Diameter Pipa Perencanaan

Diameter (mm)	Panjang pipa (m)		
	IPAL 1	IPAL 2	IPAL 3
90	201	-	335
110	-	-	1230
160	2923	1432	825
200	3871	4390,6	3891
250	1421	91	1036
300	3015	5937	1955
400	1437	-	5378
500	263	-	-
600	89	1032	2993

Perhitungan dimensi saluran dihitung menggunakan persamaan 8 hingga 13. Kecepatan minimum agar aliran pada saluran pipa dapat *self cleaning* dan tidak terjadi pengendapan yaitu 0,6-3



Gambar 4 Profil Hidrolis Pipa Primer pada IPAL 2

m/s. Apabila kecepatan tidak memenuhi kriteria maka dapat dilakukan trial and error mengubah dimensi atau slope terpakai. Kecepatan aliran dalam perencanaan ini telah mencapai kecepatan minimum untuk dapat *self cleaning*. Kecepatan aliran pada perencanaan ini berkisar antara 0,61-2,21 m²/s yang mengalir secara gravitasi, pada beberapa saluran ditambahkan pompa agar aliran tetap dapat mengalir secara gravitasi.

Tabel 6 didapatkan bahwa dimensi saluran pada perencanaan berkisar antara 90-600 mm sesuai dengan katalog pipa uPVC Rucika Lite. Kriteria desain untuk dimensi saluran air limbah untuk pipa non tinja minimal memiliki diameter 50 mm (Hartoyo, 2018). Sehingga, perencanaan ini telah memenuhi kriteria minimal yang telah ditetapkan untuk diameter pipa air limbah *graywater*. Penelitian lain yang menampung air limbah *greywater* juga memiliki diameter pipa diatas 50 mm, seperti Priambodo (2020) sebesar 103-500mm, Ekagusbarani (2018) sebesar 200-600 mm, dan Tuti (2022) sebesar 100 mm. Pada perencanaan didapatkan diameter paling kecil sebesar 90 mm dan paling besar yaitu 600 mm, sesuai dengan katalog pipa uPVC Rucika Lite. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka telah memenuhi kriteria

diameter minimum pipa dan kecepatan minimum aliran dalam saluran pipa.

Penanaman Pipa

Perhitungan penanaman pipa dilakukan untuk mengetahui kedalaman galian pipa dalam setiap saluran. Penanaman pipa harus memenuhi kriteria yang berlaku, berdasarkan Permen PUPR Nomor 04/PRT/M/2017, kedalaman pipa yaitu 1-7 meter. Kedalaman pipa yang tidak memenuhi kriteria, jika terlalu dalam maka dapat diberikan pompa. Apabila Kedalaman pipa yang terlalu dalam, maka volume galian yang dibutuhkan menjadi lebih besar menimbulkan biaya investasi untuk galian pipa juga akan lebih besar (Rakhmananda, 2016). Pada perencanaan terdapat beberapa jalur pipa yang tidak memenuhi kriteria dengan kedalaman melebihi 7 meter, sehingga diperlukan pompa untuk menaikkan aliran pipa agar kedalaman penanamannya tidak terlalu dalam untuk jalur seterusnya. Pada perencanaan diketahui bahwa beberapa jalur tidak memenuhi kriteria diantaranya yaitu pada pelayanan IPAL 1 di Kelurahan Sumpersari Gg. Murni (jalur A25-A22), Jl. Karimata (jalur A22-A19), dan pada pelayanan IPAL 2 di Kelurahan Karangrejo di Jl. Piere Tendean (jalur E19-E20). Oleh karena itu, dibutuhkan pompa pada jalur tersebut, agar elevasi pipa naik dan pada jalur

setelahnya tetap dapat mengalir secara gravitasi. Salah satu gambar jalur yang membutuhkan pompa pada saluran primer dapat ditampilkan pada Gambar 5. Pada Gambar 5 didapatkan bahwa pada jalur E19-E19'1 ditambahkan pompa karena terdapat perbedaan antara elevasi tanah awal dan akhir yang signifikan. Sehingga, agar aliran air tetap mengalir secara gravitasi maka diperlukan adanya pompa pada saluran tersebut. Dapat dilihat pada jalur setelah ditambahkan pompa (jalur E20-IPAL2) tetap dapat mengalir secara gravitasi.

Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap berfungsi sebagai bangunan pendukung pada jaringan perpipaan pada perencanaan. Bangunan pelengkap yang digunakan pada perencanaan yaitu terdapat manhole, siphon, dan pompa. Manhole yang digunakan terdapat pada jalur pipa yang berbelok, percabangan antara jalur primer dan jalur sekunder, serta saluran lurus sesuai dengan besar diameter. Pipa lintasan atau *siphon* digunakan pada perencanaan yaitu di saluran pipa yang melewati sungai. *Siphon* pada perencanaan di pelayanan IPAL 1 terdapat 2 buah yang berada di Kelurahan Sumbersari di Jl. Jawa (jalur A15-A14) dan Kelurahan Tegalgede Jl. Tawang Mangu (jalur B10-B11) karena melewati anak sungai. Pada pelayanan IPAL 2 terdapat 5 buah yang terdapat pada Kelurahan Karangrejo Jl. Tidar (jalur E16-E18) dan Jl. Piere Tendean (jalur E20-E21), serta di Kelurahan Wirelegi (jalur 104-F4) dan 2 buah di Jl. Yos Sudarso (jalur F4-F16). Pada IPAL 3 terdapat 3 buah siphon yaitu pada Kelurahan Kranjingan di Jl. Ajisaka (jalur D18-D21) dan Jl. Letjen Sutoyo (jalur D2-C29), serta Kelurahan Kebonsari di Jl. Letjen Suprpto (jalur C13-C14). Kebutuhan pompa pada perencanaan dibutuhkan 3 pompa untuk IPAL 1 terdapat 2 buah dan IPAL 2 terdapat 1 buah, dengan jenis pompa yang dipakai merupakan pompa *submersible*. Total kebutuhan Bangunan pelengkap pada perencanaan dapat ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Total Kebutuhan Bangunan Pelengkap SPAL Perencanaan

IPAL	Bangunan Pelengkap (buah)				
	Manhole Lurus	Manhole Belokan	Manhole Percabangan	Siphon	Pompa
1	49	33	14	2	2
2	48	40	9	5	1
3	70	47	20	3	0

Bangunan pelengkap pada Tabel 7 digunakan untuk bangunan pendukung jaringan perpipaan pada perencanaan agar dapat berjalan secara

optimal. Total bangunan pelengkap yang dibutuhkan pada perencanaan ini yaitu menggunakan 3 buah pompa, 10 buah siphon, dan 331 buah manhole.

Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Bill of Quantity (BOQ) merupakan perkiraan kuantitas atau jumlah bahan-bahan yang diperlukan dalam suatu perencanaan, dalam perencanaan juga dihitung Rencana Anggaran Biaya (RAB). Total BOQ dan RAB yang dihitung dalam perencanaan yaitu total kebutuhan pipa, kebutuhan untuk penanaman pipa, pemasangan pipa, dan kebutuhan bangunan pelengkap. Total kebutuhan BOQ dan RAB di setiap IPAL ditampilkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 7. Total BOQ SPAL Perencanaan

Kegiatan	Harga Total		
	IPAL 1	IPAL 2	IPAL 3
Kebutuhan Pipa (m)	13.220	12.883	17.643
Volume Galian (m ³)	40.816	32.587	60.779
Volume Urugan (m ³)	40.635	32.366	60.312
Volume Pemasangan Pipa (m ³)	40.635	32.366	60.312
Pemasangan Pipa (m)	13.220	12.883	17.643
Bangunan Pelengkap			
Pompa (buah)	2	1	0
Mahole (buah)	96	97	137
Siphon (buah)	2	5	3

Tabel 8. Total RAB Pelengkap SPAL Perencanaan

Kegiatan	Harga Total		
	IPAL 1	IPAL 2	IPAL 3
Kebutuhan Pipa (m)	Rp5.736.381.041,00	Rp7.470.768.994	Rp15.634.358.939
Penanaman Pipa (m ³)	Rp6.185.866.713	Rp4.930.590.984	Rp9.190.370.212
Pemasangan Pipa (m)	Rp937.634.715	Rp1.008.931.838	Rp1.944.648.230
Bangunan Pelengkap			
Pompa (buah)	Rp4.140.000	Rp3.627.000	-
Mahole (buah)	Rp20.520.000	Rp20.832.075	Rp29.377.800
Siphon (buah)	Rp111.429.925	Rp142.809.686	Rp105.623.565
Total	Rp12.995.972.393	Rp13.577.560.577	Rp26.904.378.746

Tabel 9 didapatkan bahwa total biaya perencanaan pada IPAL 1 yaitu sebesar Rp12.995.972.393,00; pada IPAL 2 sebesar Rp13.577.560.577,00; dan pada IPAL 3 sebesar Rp26.904.378.746,00. Total biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan SPAL di Kecamatan Sumbersari yaitu sebesar Rp53.477.911.716,00. Biaya yang dihitung tidak termasuk biaya pemeliharaan pipa dan bangunan

pelengkap dilakukan untuk kebutuhan jangka panjang.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data pada perencanaan ini didapatkan kesimpulan yaitu Debit rata-rata air limbah dan total debit peak air limbah dalam perencanaan yaitu sebesar 178,19 L/s dan 459,28 L/s. Perencanaan SPAL di Kecamatan Sumbersari ini terbagi menjadi 6 blok pelayanan. Terdapat 3 IPAL untuk melayani daerah pelayanan tersebut yang berada pada Kelurahan Sumbersari, Kelurahan Karangrejo dan Kelurahan Kebonsari. Dimensi pipa pada perencanaan sebesar 90-600 mm dengan kebutuhan bangunan pelengkap yaitu menggunakan 3 buah pompa, 10 buah sipon, dan 331 buah manhole. Kebutuhan perencanaan yang diperhitungkan yaitu total kebutuhan pipa, kebutuhan untuk penanaman pipa, pemasangan pipa, dan kebutuhan bangunan pelengkap. Kebutuhan biaya total pada perencanaan yaitu Rp53.477.911.716,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajakima, S. O., dan Soedjono, E.S. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Kelurahan Kedung Cowek Sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Surabaya. *Jurnal Teknik ITS Volume 5 Nomor 2*, 2301-9271.
- Anggreini, D. (2020). Penerapan Model Populasi Kontinu pada Perhitungan Proyeksi Penduduk di Indonesia (Studi Kasus: Provinsi Jawa Timur). *E-Jurnal Matematika Volume 9 Nomor 4*, 229-239.
- Anugrah, A. P., Hidayah, Z., As-Syakur, A., & Rachman, H. A. (2023). Pemanfaatan Citra Satelit Aqua-MODIS untuk Pemantauan Dinamika Spasio-Temporal Produktivitas Primer Bersih di Perairan Laut Jawa. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 473-484.
- Baktiar, A. H. (2016). Analisis Kesuburan dan Pencemaran Air Berdasarkan Kandungan Klorofil-A dan Konsentrasi Total Suspended Solid Secara Multitemporal Di Muara Banjir Kanal Timur. *Jurnal Geodesi Undip Volume 5 Nomor 4*, 263-272.
- Dirjen Cipta Karya. (2019). Profil Kotaku: Kegiatan Kota Tanpa Kumuh. Retrieved from <https://www.slideshare.net/komunikasiosp/profil-kotaku-kabupaten-jember>
- Ekagusbarani, M., Halomoan, N., dan Hartati, E. (2018). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat di Kecamatan Garut Kota dan Karangpawitan Kabupaten Garut. *Seminar Nasional ITENAS*, 25-30.
- Faida. (2020). Keputusan Bupati Nomor 188.45/439/1.12/2020, tentang Penetapan Lokasi Perumahan Kumuh dan Pemukiman Kumuh di Kabupaten Jember. Jember: Bupati Jember.
- Firdaus, A. F., Pribadi, A., Nengse, S., Hakim, A., dan Utama. (2022). Perencanaan Pengembangan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) Kota Surakarta Jalur Utara dan Tengah. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan) Volume 8 Nomor 2*, 11-20.
- GeoSIS. (2022). Retrieved from <https://geosis.id/>
- Handiyatmo, D., Sahara, I. & Rangkuti, H. (2012). *Pedoman penghitungan proyeksi penduduk dan angkatan kerja*. Jakarta: Statistics Indonesia.
- Hartoyo, S. (2018). *Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) BUKU A tentang Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan*. Jakarta: Direktur Jenderal Cipta Karya.
- Hartoyo, S. (2018). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) BUKU E tentang Panduan Penyusunan Rencana Anggaran Biaya SPALD-T*. Jakarta: Dirjen Cipta Karya.
- Hartoyo, S. (2018). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) BUKU UTAMA*. Direktorat Dirjen Cipta Karya: Jakarta.
- Hidayah, Z., Ilhami, S. A. A., As-Syakur, A., Wiyanto, D. B., & Wirayuhanto, H. (2023). Pemodelan Spasial Genangan Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Selatan Kabupaten Tulungagung Jawa Timur. *Jurnal Kelautan Nasional*, 18(1), 1-12.
- Hidayah, Z., Rohmah, N. N., & Wardhani, M. K. (2022, July). Coastal Vulnerability Study on Potential Impact of Tsunami and Community Resilience in Pacitan Bay East Java. In *Forum Geografi* (Vol. 36, No. 1).

- Kementerian PUPR. (2007). Peraturan Menteri nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Kementerian PUPR. (2017). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2017, tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*.
- Pangesti, F. S. P., & Ariesmayana, A. (2022). injauan Analisis Perhitungan Kebutuhan Air Bersih dan Air Limbah Untuk Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 Kabupaten Serang. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE) Volume 4 Nomor 1*, 1-9.
- Pratiwi, R. S., dan Purwanti, I. F. (2015). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. *JURNAL TEKNIK ITS Volume 4 Nomor 1*, 40-44.
- Priambodo, H. D. P., dan Herumurti, W. (2021). Perencanaan Pengembangan Sistem Penyaluran Air Limbah Terpusat IPAL Sewon. *Jurnal Teknik ITS Volume 9 Nomor 2*, 196-202.
- Rahmania, B. N., Brillianti, A. E., dan Hassan, F. (2022). Perencanaan Sanitasi pada Kelurahan Tisnonegaran dan Kelurahan Kebonsari Kulon. *Proteksi: Jurnal Lingkungan Berkelanjutan Volume 2 Nomor 1*, 1-9.
- Rahmanissa, A., dan Slamet, A. (2017). Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang. *Jurnal Teknik ITS Volume 6 Nomor 2*, 147-151.
- Rakhmananda, S., Rezagama, A., dan Handayani, D. S. (2016). Rencana Teknis Penyaluran Air Buangan Sistem Terpusat Kabupaten Kudus. *Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 5, No 2*, 1-11.
- Rudiyanto, A. (2022). *Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Aksi - Edisi Ii Tujuan Pembangunan Berkelanjutan/Sustainable Development Goals (TPB/SDGs)*. Kedepatian Bidang Kemaritiman dan Sumber Daya Alam, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Salim, A. (2021). *Kecamatan Sumpersari Dalam Angka Tahun 2021*. Jember: BPS Kabupaten Jember.
- Sanmartín, M., Aguilar, M. A., Carballo, F. M., Mero, P. C., Palma, J. G., Solano, D. M., & Berrezueta, E.. (2021). Design of Sewerage System and Wastewater Treatment in a Rural Sector: A Case Study. *International Journal of Sustainable Development and Planning Volume 17 Nomor 1*, 51-61.
- Sasongko, A., Yulianto, K., dan Sarastri, D. (2017). Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) dalam Air Limbah Domestik dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Sains dan Teknologi Volume 6 Nomor 2*, 228-237.
- SNI. (2015). SNI 6728.1:2015 tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumberdaya Alam – Bagian 1: Sumber Daya Air. Badan Standar Nasional.
- Sofiana, M., Kadarsah, A., dan Sofarini, D. Kualitas Air Terdampak Limbah Sebagai Indikator Pembangunan Berkelanjutan di Sub DAS Martapura Kabupaten Banjar. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan Volume 8 Nomor 1*, 18-31.
- Suheri, A. C. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan Volume 04 Nomor 03*, 207-218.
- Tuti, I. W., Umam, K. dan Rochmanto, D. (2022). Perencanaan Pembangunan Spal Dan Ipal Untuk Sarana Peningkatan Kualitas Lingkungan Kampung Nelayan Tanjungsari Kabupaten Rembang. *Jurnal Civil Engineering Study Volume 2 Nomor 1*, 25-34.
- Ulya, A., Marsono, dan Djoko, B. (2014). Perencanaan SPAL dan IPAL Komunal di Kabupaten Ngawi (Studi Kasus Perumahan Karangtengah Prandon, Perumahan Karangasri dan Kelurahan Karangtengah. *Jurnal Teknik POMITS Voume 3 Nomor 2*, 157-161.
- Widayani, P. (2016). Pemanfaatan Citra Worldview-2 untuk Analisis Kepadatan Penduduk dan Proyeksi Kebutuhan Permukiman di Kota Magelang Tahun 2012-2022. *Jurnal Iptek Pertahanan Volume 6 Nomor 2*, 39-54.