

Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) Dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Terpusat Di Dukuh Desa Pendem Kecamatan Kembang Kabupaten Jepara

Muhammad Ainun Qolbi^{1*}, Nor Hidayati¹, Decky Rochmanto¹, Fatchur Roehman², Nasyiin Faqih³, Mushthofa⁴

¹Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU) Jepara.

²Teknik Sipil, Universitas Sultan Fatah, Demak.

³Teknik Sipil, Universitas Sains Al Quran, Wonosobo.

⁴Teknik Sipil, Universitas Bojonegoro.

*Email : muhammadainunqolbi123@gmail.com

Info Artikel	Abstract
<p>Diajukan : 8 September 2023 Diperbaiki : 20 September 2023 Disetujui : 30 September 2023</p> <p>Keywords: SPAL, WWTP, Biofilter, Fabricated Biofilter</p> <p>Kata kunci: SPAL, IPAL, Biofilter, Biofilter Pabrikasi</p>	<p><i>Domestic wastewater in Pendem villages, especially Randusari and Belik hamlets, is still not treated properly. Waste water, especially greywater, is immediately disposed of in ditches that lead to rivers. This activity can damage the river environment and pollute residents' clean water sources. The purpose of this planning is to plan the SPAL and IPAL for the residents of Dukuh Belik and Randusari so that good and proper environmental sanitation conditions are created. The results of this planning for the waste water distribution system (SPAL) are that the length of the waste water distribution pipe in Randusari Hamlet reaches 2,861.40 m while in Belik Hamlet it is 3,028.70 m, equipped with a manhole building with a diameter of 60 cm and a control tank of 50 x 50 cm. In the wastewater treatment installation, 3 units of manufactured Biofilter IPAL are used, in Hamlet Randusari, 3 RCO-100 type IPALs with a capacity of 100 m³ are used, and 2 RCO-60 type IPALs with a capacity of 60 m³ are used in Dukuh Belik. From this plan, a budget for the construction of the SPAL and IPAL Dukuh Randusari is required in the amount of Rp. 4,141,427,000.00. And for hamlet buying Rp. 2,586,384,000.00.</i></p> <p>Abstrak</p> <p>Air limbah domestik di desa pendem khususnya dukuh randusari dan belik masih belum diloah dengan baik. Air limbah khususnya greywater langsung di buang diselokan yang mengarah kesungai, kegiatan tersebut dapat merusak lingkungan sungai dan mencemari sumber air bersih warga. Tujuan perencanaan ini adalah untuk merencanakan SPAL dan IPAL warga dukuh belik dan randusari agar terciptanya kondisi sanitasi lingkungan yang baik dan layak. Hasil dari perencanaan ini pada sistem penyaluran air limbah (SPAL) panjang pipa penyalur air limbah pada dukuh randusari mencapai 2.861,40 m sedangkan dukuh belik 3.028,70 m, dengan dilengkapi bangunan manhole berdiameter 60 cm dan bak kontrol 50 x 50 cm. Pada instalasi pengolahan air limbah menggunakan IPAL Biofilter Pabrikasi dengan kapasitas, pada dukuh randusari menggunakan IPAL tipe RCO-100 kapasitas 100 m³ sebanyak 3 buah dan dukuh belik digunakan IPAL tipe RCO-60 kapasitas 60 m³ sebanyak 2 buah. Dari perencanaan ini diperlukan anggaran biaya untuk pembangunan SPAL dan IPAL dukuh randusari sebesar Rp. 4.141.427.000,00. Dan untuk dukuh belik sebesar Rp. 2.586.384.000,00.</p>

1. Pendahuluan

Warga Desa Pendem khususnya dukuh randusari dan belik selama ini memiliki masalah terkait kondisi sanitasi yang kurang baik. Selama ini masih ada beberapa warga yang membuang limbah domestic langsung di atas permukaan tanah bahkan di alirkan langsung keairan sungai kegiatan tersebut dapat menjadi sumber utama pencemaran badan air dan tanah, bila jumlah limbah sudah terlalu banyak maka akan tercemarnya lingkungan dan sumber daya air yang sangat dibutuhkan bagi kegiatan sehari-hari. Agar tidak terjadi hal tersebut maka dibutuhkan pengolahan air limbah secara baik dan terpadu yaitu: 1) Sistem penyaluran air limbah (SPAL) 2) Instalasi pengolahan air limbah (IPAL). SPAL berarti adalah serangkaian bangunan air yang berguna untuk menyalurkan air buangan atau air limbah dari suatu kawasan baik kawasan perumahan maupun

kawasan industry. Dalam sistem penyalur biasanya menggunakan sistem penyaluran tertutup atau sistem perpipaan yang berfungsi untuk menyalurkan air limbah tersebut (Arsyad, 2015). Pembangunan SPAL dan IPAL merupakan pembangunan yang bertujuan penataan suatu pemukiman. Pembangunan sistem pengolahan air limbah domestik yang terpadu diharapkan dapat meningkatkan kesehatan lingkungan bagi warga Desa Pendem.

Adapun tujuan dari perencanaan ini yaitu mengetahui desain SPAL dan IPAL yang direncanakan sebagai rangkaian pengolahan air limbah domestik dukuh randusari dan belik. Menghitung Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan SPAL dan IPAL.

2. Metode

Pada perencanaan sistem penyaluran air limbah dan instalasi pengolahan air limbah domestik di Desa Pendem Kecamatan Kembang Kabupaten Jepara mengacu pada Buku PerMen PUPR No.4-2017 tentang tata cara perencanaan sistem pengolahan air limbah terpusat. Perencanaan ini menggunakan metode pengumpulan data dengan data primer dan sekunder, data primer sendiri merupakan data yang didapat dari pengamatan langsung dilapangan guna menentukan lokasi yang tepat pagi titik SPAL dan IPAL. Sedangkan data sekunder berupa data jumlah penduduk dan data AHSP yang digunakan sebagai acuan dalam analisa perencanaan ini.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Proyeksi Penduduk

a. Dukuh Randusari

Jumlah penduduk dukuh randusari pada tahun rencana 30 tahun kedepan dengan perhitungan kedua metode proyeksi aritmatik dan geometrik sebagai berikut

Table 1. Hasil Proyeksi Penduduk Dukuh Randusari

No	Tahun	Jumlah Penduduk Dukuh Randusari	Metode Proyeksi	
			Aritmatik	Geometrik
1	2018	831	831	831
2	2019	856	882	883
3	2020	897	932	939
4	2021	921	983	998
5	2022	1084	1033	1060
6	2052		2551	6598

Setelah dilakukan perhitungan proyeksi penduduk dengan kedua metode, kemudian dilakukan perhitungan standar deviasi dan dipilih nilai standar deviasi yang paling kecil yaitu metode aritmatik. Jumlah penduduk 30 tahun kedepan dukuh randusari yaitu 2551 jiwa.

b. Dukuh Belik

Perhitungan jumlah penduduk dukuh belik untuk 30 tahun kedepan dengan kedua metode proyeksi aritmatik dan geometrik seperti pada tabel dibawah ini:

Table 2. Hasil Proyeksi Penduduk Dukuh Belik

No	Tahun	Jumlah Penduduk Dukuh Belik	Metode Proyeksi	
			Aritmatik	Geometrik
1	2018	1061	1061	1061
2	2019	1082	1081	1084
3	2020	1107	1101	1108
4	2021	1134	1120	1133
5	2022	1160	1140	1158
6	2052		1734	2228

Dari perhitungan proyeksi penduduk dengan kedua metode, kemudian dilakukan perhitungan standar deviasi dan dipilih nilai standar deviasi yang paling kecil yaitu metode aritmatik. Jumlah penduduk 30 tahun kedepan dukuh belik yaitu 1734 jiwa.

2. Proyeksi Debit Air Limbah

Debit air limbah wilayah perencanaan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

Dukuh Randusari

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penduduk 2022} &= 1084 \\
 Q_w &= 120 \text{ liter/orang/hari} \\
 Q_{ave} &= Q_w \times 80\% \\
 &= 120 \times 80\% \\
 &= 96 \text{ liter/orang/hari} \\
 \text{Debit air limbah total} &= Q_{ave} \times \text{jumlah penduduk} \\
 &= 96 \times 1084 \\
 &= 104,10 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Debit air limbah minimum} &= 0,2 \times (P)^{1/6} \times Q_{ave} \\
 &= 0,2 \times (1084)^{1/6} \times 104,10 \\
 &= 53,81 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Debit air limbah maksimum} &= f_{peak} \times Q_{ave} \\
 &= 1,37 \times 104,10 \\
 &= 142,56 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Jumlah penduduk 2050} &= 2551 \\
 &= 96 \times 2551 \\
 &= 244,89 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Debit air limbah minimum} &= 0,2 \times (P)^{1/6} \times Q_{ave} \\
 &= 0,2 \times (2551)^{1/6} \times 244,51 \\
 &= 181,04 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Debit air limbah maksimum} &= f_{peak} \times Q_{ave} \\
 &= 1,24 \times 244,89 \\
 &= 303,66 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan debit air limbah pada kedua dukuh seperti pada tabel dibawah ini :

Table 3. Hasil Proyeksi Debit Air Limbah

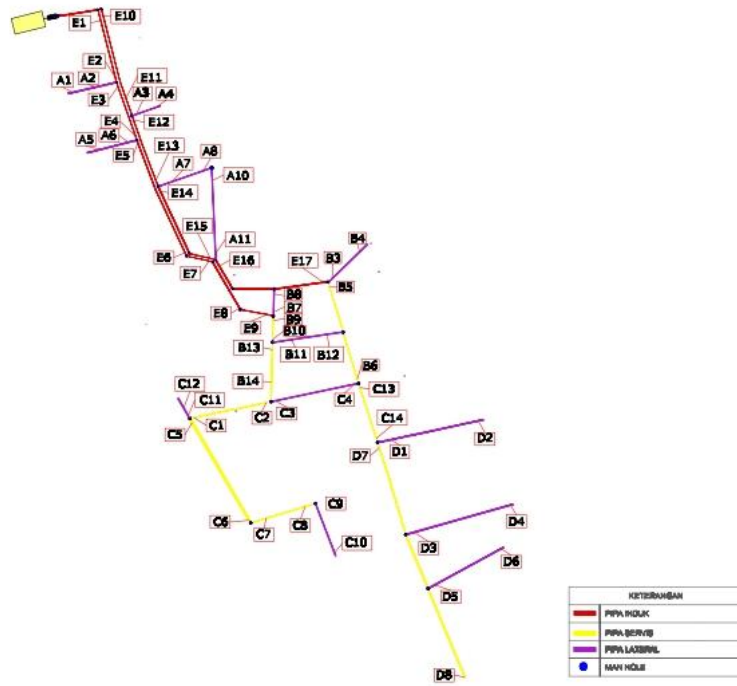
Dukuh	Jumlah Penduduk (jiwa)	Tahun	Q ave m ³ /hari	Q peak m ³ /hari	Q min m ³ /hari
Randusari	1.084	2022	104,10	142,56	53,81
	2.551	2052	244,84	303,66	181,04
Belik	1.160	2022	111,36	151,45	44,35
	1.734	2052	166,46	216,39	115,39

3. Perencanaan SPAL

a. Perhitungan Diameter Pipa

Perhitungan pembebanan debit air limbah disesuaikan dengan daerah pelayanan masing-masing pipa dihitung dengan cara berikut :

Dukuh Randusari



Pipa Induk E10-E11

- Jumlah penduduk = 565 jiwa
- Q ave = 0,096 m³/hari
- Q ave total = 0,096 m³/hari x 565 = 54,29 m³/hari
- Q peak = 54,29 x 1,37 = 74,38 m³/hari
- Q min = 0,2 x (565)^{1/6} x 54,29 = 21,75 m³/hari

Perhitungan dimensi pipa air limbah sesuai dengan pembebanan air limbah pada masing-masing pipa. Dimensi pipa air limbah dihitung dengan cara berikut :

Pipa Induk E10-E11

- Panjang pipa = 141 m
- n (kekerasan koefisien pipa) = 0,013
- s (slope) = 0,003
- Q ave total = 54,29 m³/hari
- Q peak = 74,38 m³/hari
- Q min = 21,75 m³/hari
- d/D = 0,6
- Qpeak/Qfull = 0,68
- Qfull = $\frac{Q_{peak}}{Q_{peak}/Q_{full}} = \frac{74,38 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,68} = 109,38 \text{ m}^3/\text{hari}$
- D = $\left(\frac{Q_{full} \times n}{0,3118 \times 0,003^{0,5}}\right)^{\frac{3}{8}} = \left(\frac{0,00126 \times 0,013}{0,3118 \times 0,003^{0,5}}\right)^{\frac{3}{8}}$

D = 73 mm

Dari perhitungan diameter pipa diatas diameter pipa tidak memenuhi standar kriteria desain PerMen PUPR 04-2017 yaitu untuk pipa lateral, servis dan pipa induk diameter minimum sebesar 100 mm, maka untuk diameter pipa penyalur air limbah dukuh randusari dan dukuh belik diameter pipa lateral digunakan diameter minimum 100 mm, untuk pipa servis digunakan diameter rencana 150 mm dan pipa induk 200 mm.

b. Penanaman Perpipa-an Air Limbah

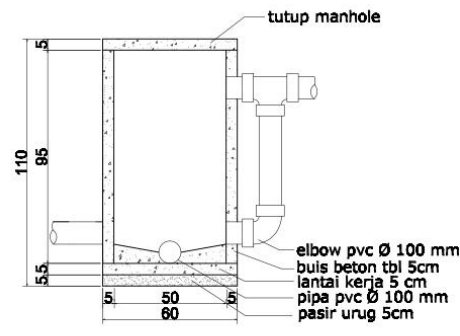
Perhitungan penanaman pipa air limbah menggunakan rumus

- Elevasi atas pipa – elevasi tanah awal – (1meter + diameter pipa)
- Elevasi akhir pipa – elevasi tanah akhir – (ΔH + diameter pipa)
- Kedalaman pipa awal – elevasi tanah awal – elevasi atas pipa
- Kedalaman pipa akhir – elevasi tanah awal – elevasi akhir pipa

c. Bangunan pelengkap

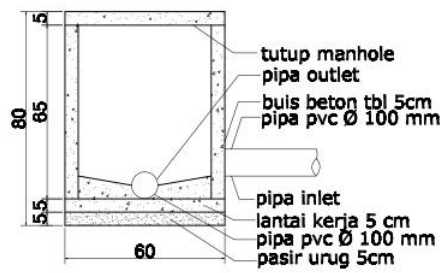
- Drop manhole

Drop manhole di pasar pada tiap pertemuan pipa yang memiliki beda ketinggian lebih dari 80 cm



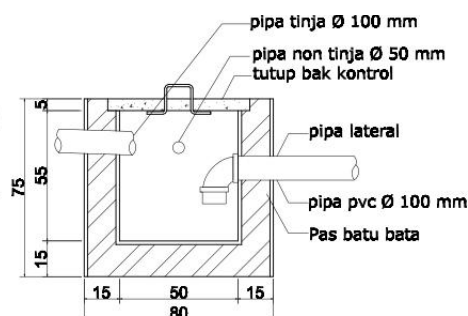
- Manhole pertigaan

Manhole pertigaan dipasang pada tiap cabang pertemuan antara pipa lateral servis dan induk.



- Bak kontrol

desain bak kontrol disesuaikan dengan kriteria desain PerMen PUPR No. 4, 2017 yang ada pada tabel (2.5) dengan ukuran 50 cm × 50 cm untuk bagian dalam bak. Bak kontrol di tempatkan di depan setiap rumah warga yang dilayani sistem penyaluran air limbah.



Gambar 4. Bak Kontrol

4. Perencanaan IPAL

Berdasarkan perhitungan debit air limbah tahun perencanaan 2052, IPAL pabrikan direncanakan menggunakan IPAL pabrikan dari PT Bioseven type RC 100 dan RC 60 dengan jumlah IPAL dapat dihitung sebagai berikut :

a. Dukuh Randusari

Debit air limbah rata-rata 2052 = 244,89 m³/hari (sub bab 4.2)

kapasitas IPAL RCO 100 = 100 m³/hari

$$= \frac{244,89 \text{ m}^3}{100 \text{ m}^3}$$

= 2,44 ≈ 3 buah

b. Dukuh Belik

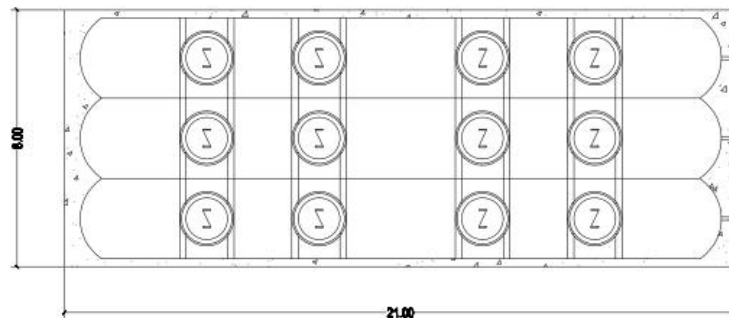
Debit air limbah rata-rata 2052 = 111,36 m³/hari (sub bab 4.2)

kapasitas IPAL RCO 60 = 111,36 m³/hari

$$= \frac{111,36 \text{ m}^3}{60 \text{ m}^3}$$

= 1,85 ≈ 2 buah

c. Perencanaan Plat Lantai IPAL Dukuh Randusari



Gambar 5. Plat IPAL Randusari

Perhitungan beban

Beban mati (qD)

Berat sendiri pelat = 0,12 × 2400

= 2,88 kN

Beban Hidup (qL)

Volume tampung IPAL = 100 m³

Berat IPAL = 600 kg

Berat air limbah = volume tampung × berat jenis air

= 100 m³ × 1000 kg/m³

= 100000 kg

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan plat} &= 168 \text{ m}^2 \\ \text{Beban IPAL} &= \frac{\text{berat IPAL kosong} + \text{berat air limbah}}{\text{luas permukaan IPAL}} \\ &= \frac{600 + 100000}{168} \\ &= 598,80 \text{ kg/m} \\ \text{Jumlah IPAL} &= 3 \times 598,80 \text{ kg} \\ &= 1796,4 \text{ kg} \\ &= 17,61 \text{ kN} \end{aligned}$$

Beban Perlu (q_U)

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2.D + 1,6.L \\ &= (1,2 \cdot 2,88) + (1,6 \cdot 17,61) \\ &= 31,63 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan pembebanan

$$l_y/l_x = \frac{4200}{4000}$$

$$l_y/l_x = 1,05 < 2 \text{ maka termasuk plat 2 arah}$$

karena termasuk plat 2 arah maka berdasarkan tabel (PBI 13.3.1 1971) didapat nilai koefisien momen plat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} x_lx &= 25 & x_{tx} &= 52 \\ x_{ly} &= 21 & x_{ty} &= 52 \end{aligned}$$

maka momen perlu (M_u) :

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times q_u \times L_n^2 \times x_{lx} \\ &= 0,001 \times 31,63 \times 4^2 \times 25 \\ &= 12,652 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \times q_u \times L_n^2 \times x_{ly} \\ &= 0,001 \times 31,63 \times 4^2 \times 21 \\ &= 10,627 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tx} &= -0,001 \times q_u \times L_n^2 \times x_{tx} \\ &= -0,001 \times 31,63 \times 4^2 \times 52 \\ &= -26,316 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= -0,001 \times q_u \times L_n^2 \times x_{tx} \\ &= -0,001 \times 31,63 \times 4^2 \times 52 \\ &= -26,316 \text{ kN} \end{aligned}$$

Desain tulangan tumpuan dan lapangan arah x dan y pada perencanaan ini didesain menggunakan tulangan berdiameter sama maka momen arah x dan y digunakan nilai yang paling besar yaitu :

$$M_{ux} = 26,316 \text{ kN}$$

$$M_{uy} = 26,316 \text{ kN}$$

Perhitungan tulangan diperoleh sebagai berikut :

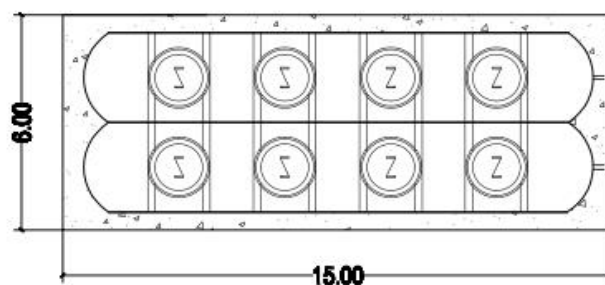
Tulangan tumpuan dan lapangan arah X

Dipakai tualngan D13-100 (As ada 1326 > As perlu 1004 mm²)

Tulangan lapangan dan tumpuan arah Y

Dipakai tulangan D13-100 (As ada 1326 > As perlu 1215 mm²)

d. Perencanaan Plat Lantai IPAL Dukuh Belik



Perhitungan beban

Beban mati (qD)

$$\text{Berat sendiri pelat} = 0,12 \times 2400 = 2,88 \text{ kN}$$

Beban Hidup (qL)

$$\text{Volume tampung IPAL} = 60 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat IPAL} = 360 \text{ kg}$$

$$\text{Berat air limbah} = \text{volume tampung} \times \text{berat jenis air}$$

$$= 60 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$= 60000 \text{ kg}$$

$$\text{Luas permukaan plat} = 90 \text{ m}^2$$

$$\text{Beban IPAL} = \frac{\text{berat IPAL kosong} + \text{berat air limbah}}{\text{luas permukaan IPAL}}$$

$$= \frac{360 + 60000}{90}$$

$$= 670 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah IPAL} = 2 \times 670 \text{ kg}$$

$$= 1340 \text{ kg}$$

$$= 13,14 \text{ kN}$$

Beban Perlu (qU)

$$qU = 1,2 \cdot D + 1,6 \cdot L$$

$$= (1,2 \cdot 2,88) + (1,6 \cdot 13,14)$$

$$= 24,48 \text{ kN}$$

Perhitungan pembebanan

$$l_y/l_x = \frac{5000}{3000}$$

$$l_y/l_x = 1,66 < 2 \text{ maka termasuk plat 2 arah}$$

karena termasuk plat 2 arah maka berdasarkan tabel (PBI 13.3.1 1971) didapat nilai koefisien momen plat sebagai berikut :

$$x_l x_t = 37 \quad x_t x_t = 79$$

$$x_l y_t = 16 \quad x_t y_t = 57$$

maka momen perlu (Mu) :

$$\begin{aligned} M_l x &= 0,001 \times q_u \times L_n^2 \times x_l x_t \\ &= 0,001 \times 24,48 \times 3^2 \times 37 \\ &= 8,151 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_l y &= 0,001 \times q_u \times L_n^2 \times x_l y_t \\ &= 0,001 \times 24,48 \times 3^2 \times 16 \\ &= 3,525 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$M_t x = -0,001 \times q_u \times L_n^2 \times x_t x_t$$

$$\begin{aligned}
 &= -0,001 \times 24,48 \times 3^2 \times 79 \\
 &= -17,405 \text{ kN} \\
 \text{Mty} &= -0,001 \times q_u \times L_n^2 \times xtx \\
 &= -0,001 \times 31,63 \times 4^2 \times 52 \\
 &= -12,558 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Desain tulangan tumpuan dan lapangan arah x dan y pada perencanaan ini didesain menggunakan tulangan berdiameter sama maka momen arah x dan y digunakan nilai yang paling besar yaitu :

$$\text{Mux} = 17,405 \text{ kN}$$

$$\text{Muy} = 12,588 \text{ kN}$$

Perhitungan tulangan diperoleh sebagai berikut :

Tulangan tumpuan dan lapangan arah X

Dipakai tulangan D13-250 (As ada 530 > As perlu 457mm²)

Tulangan lapangan dan tumpuan arah Y

Dipakai tulangan D13-100 (As ada 530 > As perlu 387,7 mm²)

5. Menghitung Rencana Anggaran Biaya

Setelah diketahui desain dan sistem SPAL dan IPAL, dilanjutkan dengan menghitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan sesuai dengan desain. Dalam penyusunan anggaran biaya, dibutuhkan data-data yaitu data volume pekerjaan, koefisien pekerjaan, dan analisa satuan pekerjaan . berikut rencana anggaran biaya pembangunan SPAL dan IPAL di dukuh randusari dan belik.

a. RAB SPAL dan IPAL Dukuh Randusari

Tabel 3. RAB SPAL dan IPAL Dukuh Randuari

No	Uraian Pekerjaan	Harga Total (Rp)
I	Pekerjajaan Persiapan	Rp. 400.000,00
II	Pekerjajaan Tanah	Rp. 845.567.759,82
III	Pekerjajaan Manhole	Rp. 8.010.883,75
IV	Pekerjajaan Bak Kontrol	Rp. 131.686.401,79
V	Pekerjajaan Beton	Rp. 319.876.418,54
VI	Pekerjajaan Instalasi Pipa	Rp. 1.326.885.769,71
VII	Pekerjajaan Instalasi IPAL	Rp. 1.500.000.000,00
	Total	Rp. 4.141.427.233,61
	Dibulatkan	Rp. 4.141.427.000,00

b. RAB SPAL dan IPAL Dukuh Belik

Tabel 4. RAB SPAL dan IPAL Dukuh Belik

No	Uraian Pekerjaan	Harga Total (Rp)
I	Pekerjajaan Persiapan	Rp. 400.000,00
II	Pekerjajaan Tanah	Rp. 458.957.916,40
III	Pekerjajaan Manhole	Rp. 8.604.282,54
IV	Pekerjajaan Bak Kontrol	Rp. 146.797,956,10

V	Pekerjaan Beton	Rp. 216,502,387,66
VI	Pekerjaan Instalasi Pipa	Rp. 1.155.121.688,51
VII	Pekerjaan Instalasi IPAL	Rp. 600.000.000,00
Total		Rp. 2.586.384.231,21
Dibulatkan		Rp. 2.586.384.000,00

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a) Debit air limbah pada tahun rencana 30 tahun kedepan untuk dukuh randusari mencapai 244,89 m³/hari sedangkan dukuh belik mecapai 111,36 m³/hari.
- b) Diameter perpipaan air limbah, untuk pia lateral menggunakan diameter minimum yaitu 100 mm, dan untuk pipa servis digunakan diameter 150 mm sedang kan pipa induk berdiameter 200 mm.
- c) Dimensi IPAL untuk dukuh randusari digunakan IPAL kapasitas 100 m³ tiga buah dan untuk dukuh belik menggunakan IPAL kapasitas 60 m³ dua buah.
- d) Hasil perhitungan rencana anggaran biaya untuk melaksanakan pembangunan SPAL dan IPAL domestic Dukuh Randusari adalah Rp. 4.141.427.000,00. Sedangkan untuk pembangunan SPAL dan IPAL Dukuh Belik adalah Rp. 2.586.384.000,00.

Daftar Pustaka

- [1] 07_BUKU_SAKU_SANITASI_2022.PDF. (n.d.).
- [2] 190405_Permen_PUPR_04_2017_Pengelolaan_Air_Limbah (3).pdf. (n.d.).
- [3] Anestri, A. L., & Gunawan, A. (2013). SUMUR RESAPAN AIR LIMBAH KAMAR MANDI UNTUK KESEIMBANGAN PERMUKAAN AIR TANAH DI DAERAH PERMUKIMAN.
- [4] Arsyad, M. (2015). PERENCANAAN SISTIM PERPIPAAN AIR LIMBAH KAWASAN PEMUKIMAN PENDUDUK.
- [5] Astuti, W., & Kusumawardani, Y. (2018). PENENTUAN ZONA PRIORITAS PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN METODE SKORING PEMBOBOTAN DI KECAMATAN MAMASA. *Neo Teknika*, 3(1). <https://doi.org/10.37760/neoteknika.v3i1.1051>
- [6] Gufran, M., & Mawardi, M. (2019). Dampak Pembuangan Limbah Domestik terhadap Pencemaran Air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1), 416. <https://doi.org/10.32672/jse.v4i1.852>
- [7] Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). PERENCANAAN SISTEM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI KELURAHAN ISTIQLAL KOTA MANADO.
- [8] Peraturan-pembebanan-indonesia-1983.pdf. (n.d.).
- [9] Pratama, F., Hapsari, R. I., & Zenurianto, M. (2020). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal Pada Perumahan D'Park City Kabupaten Malang (Planning for Communal Domestic Wastewater Treatment Plants at D'Park City Housing in Malang Regency). 1.
- [10] Rahmawati, G. A., Wardhani, E., & Apriyanti, L. (2019). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Mal X Kota Bandung. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(2). <https://doi.org/10.32672/jse.v4i2.1330>
- [11] Tuti, I. W., Umam, K., & Rochmanto, D. (2022). Perencanaan Pembangunan Spal Dan Ipal Untuk Sarana Peningkatan Kualitas Lingkungan Kampung Nelayan Tanjungsari Kabupaten Rembang. 02.