

**Desain Penataan Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL)
beserta Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)
di Desa Panggung, Kedung, Jepara**

Khotibul Umam¹, Ariyanto², Agus Aminullah³

^{1,2,3} Teknik Sipil, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, 59451, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: umam.t.sipil@unisnu.co.id

Received 14th May 2023; 1st Revision 24th May 2023; Accepted 21th June 2023

ABSTRAK

Desa panggung merupakan salah satu desa di wilayah Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara yang berada di pesisir wilayah utara pulau Jawa, desa ini masih di hadapkan dengan masalah penataan infrastruktur yang belum memadai terutama dibidang pengolahan air limbah yang belum optimal. Hal ini terlihat dari kurangnya kesadaran masyarakat serta edukasi terhadap pengolahan limbah, khususnya limbah cair rumah tangga. Hal ini terbukti dengan masih banyaknya limbah cair jenis grey water yang langsung dialirkan ke laut tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap kualitas kesehatan lingkungan tersebut. Tujuan dari desain penataan SPAL dan IPAL ini adalah sebagai sarana untuk meningkatkan kualitas lingkungan di wilayah desa panggung. Hasil dari desain perencanaan SPAL dan IPAL ini secara teknis menunjukkan bahwa limbah cair yang dihasilkan masyarakat desa panggung sebanyak 32,87 Liter Per Orang per hari, menggunakan diameter saluran pipa sebesar 100 mm atau 4 inchi, dengan panjang IPAL 17 m, lebar 3 m, dan kedalaman 4 m. Adapun Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pembuatan proyek SPAL dan IPAL ini membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.981.791.971,18,-

Kata Kunci: SPAL; IPAL; kualitas lingkungan; RAB

ABSTRACT

Panggung Village is one of the villages in Kedung District, Jepara Regency which is located on the north coast of Java Island, this village is still faced with the problem of inadequate infrastructure arrangement, especially in the field of wastewater treatment that is not optimal. This can be seen from the lack of public awareness and education on waste treatment, especially household liquid waste. This is proven by the large amount of gray water liquid waste that is directly flowed into the sea without any treatment first. This will greatly affect the quality of health in the environment. The purpose of the layout design of SPAL and WWTP is as a means to improve environmental quality in the stage village area. The results of planning design of SPAL and WWTP technically show that the liquid waste produced by the stage village community is 32.87 liters per person per day, using a pipe diameter of 100 mm or 4 inches, with a WWTP length of 17 m, a width of 3 m, and a depth of 4 m. The Cost Budget Plan (RAB) needed for the manufacture of SPAL and WWTP projects requires a cost of Rp. 1,981,791,971,18,-

Keywords: SPAL; WWTP; Environmental Quality; RAB

Copyright © Khotibul Umam, Ariyanto, Agus Aminullah

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

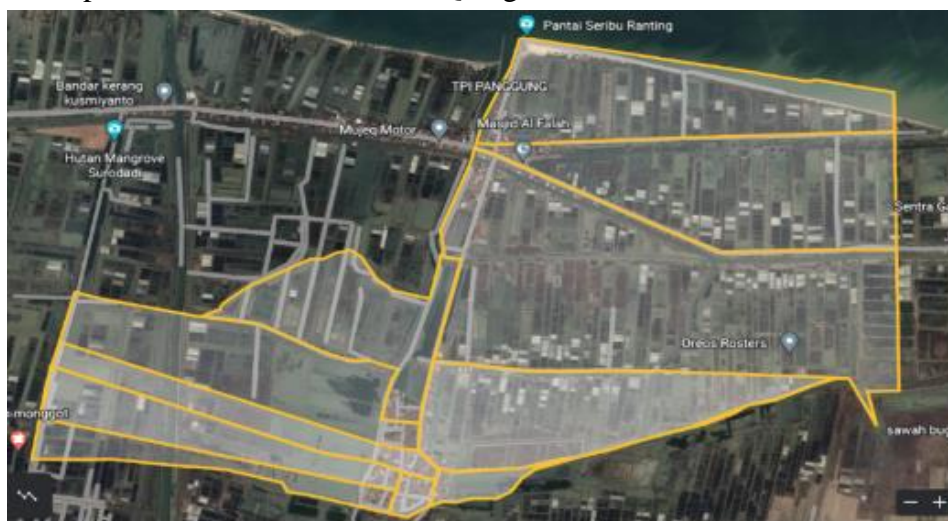
Desa Panggung terletak di Kecamatan Kedung, Kabupaten Jepara, dan sebagian besar penduduknya adalah nelayan yang memiliki tingkat kesejahteraan yang cukup. Meskipun tingkat pendapatan masyarakat di Desa Panggung relatif tinggi, namun kondisi lingkungan di desa ini belum memadai. Desa Panggung merupakan daerah pemukiman yang padat penduduk dan masih memerlukan peningkatan dalam bidang lingkungan, terutama dalam pengolahan air limbah yang belum optimal. Salah satu contohnya adalah saluran air permukiman yang langsung mengalir ke laut tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menunjukkan rendahnya kualitas infrastruktur terkait pengolahan air limbah di desa tersebut.

Aspek dua penting yang berperan dalam sistem pengolahan limbah cair, yang pertama adalah serangkaian bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan limbah cair dari rumah rumah warga ke tempat penampungan terakhir yang biasa disebut sebagai SPAL (Sistem Pembuangan Air Limbah). Sedangkan tempat yang digunakan sebagai penampungan hasil dari penyaluran air limbah sering disebut sebagai IPAL (Instalasi Pembuangan Air Limbah). IPAL sendiri terdiri dari beberapa bagian atau komponen yang dimaksudkan untuk mengolah terlebih dahulu limbah cair yang akan dibuang agar sesuai dengan peraturan pemerintah untuk menjamin mutu agar aman untuk lingkungan.

Tujuan dari desain penataan SPAL dan IPAL di Desa Panggung adalah sebagai berikut : a. Menentukan bentuk dan desain SPAL dan IPAL yang direncanakan sebagai sarana agar kualitas kesehatan dilingkungan setempat dapat meningkat b. Menghitung anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan pembangunan SPAL dan IPAL di Desa Panggung, Kecamatan Kedung, Kabupaten Jepara.

METODE

Ada dua jenis data yang dibutuhkan dalam desain penataan sarana ini yang pertama adalah data kontur tanah diperoleh melalui survei lapangan menggunakan beberapa perangkat untuk memperoleh titik koordinat dalam perencanaan lokasi bangunan perencanaan SPAL dan IPAL. Hasil dari Data tersebut kemudian dimasukkan ke Google Earth dan selanjutnya diproses menggunakan aplikasi TCX Converter dan Quikgrid.



Gambar 1 Peta Wilayah Desa Panggung

Data Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua sumber data yang diperlukan yaitu data primer dan data sekunder, data primer merujuk pada data yang didapatkan secara langsung di lokasi perencanaan melalui observasi lapangan untuk memahami kondisi secara aktual, data sekunder merupakan data yang didapat secara tidak langsung atau melalui perantara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair domestik merujuk pada air yang sudah digunakan dan berasal dari hasil aktivitas sehari-hari masyarakat rumah tangga, termasuk air yang digunakan untuk mandi, tempat mencuci di dapur, serta aktivitas buang hajat seperti kencing dan BAB (Adhyaksa et al., 2019). Jumlah limbah cair yang dibuang terus bertambah banyak ini dipengaruhi oleh tingkat pertumbuhan penduduk setiap tahunnya. Kerusakan lingkungan akan berdampak pada penurunan tingkat kesehatan manusia yang tinggal di sekitarnya (Rahmanissa et al., 2018)

$$P_n = P_o (1 + q)^n$$

Dimana:

P_n = Jumlah Penduduk Secara Keseluruhan Pada Tahun Rencana

P_o = Jumlah Penduduk Pada Tahun Awal Rencana

N = Tahun Yang Direncanakan

q = Perhitungan struktur IPAL didasarkan pada laju pertumbuhan populasi.

$$P_n = 1800 \times (1 + 1\%)^{20}$$

$$= 2713 \text{ jiwa}$$

Debit Air Limbah

Berdasarkan data yang berhasil dikumpulkan, sehingga ditarik kesimpulan menggunakan data di tahun 2022. tercatat bahwa jumlah air yang terjual sebesar 34.425 meter kubik (m^3) dengan besaran jumlah keseluruhan pelanggan sebanyak 459 kepala keluarga (KK). Berikut ini adalah analisis menentukan jumlah penggunaan air dikawasan perencanaan:

$$\begin{aligned} Q \text{ domestik air bersih 2022} &= \frac{\text{Air Terjual}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \\ &= \frac{34.425 \text{ m}^3}{459} \\ &= 75 \text{ m}^3/\text{KK.Tahun} \\ &= 75.000 \text{ Liter/Tahun} \end{aligned}$$

seandainya setiap rumah (Kepala Keluarga) memiliki 5 anggota keluarga, maka kebutuhan air bersih per orang dapat dihitung dengan cara berikut:

- $Q \text{ domestik air bersih 2022} = \frac{75.000}{5}$
 $= 15.000 \text{ Liter/orang. Tahun}$
 $= \frac{15.000}{365} \text{ Liter /orang. Hari}$
 $= 41,09 \text{ Liter /orang. Hari}$

Dalam merencanakan pembangunan ini menggunakan presentase sebanyak 80%. Oleh karena itu, debit limbah cair per orang dapat dihitung sebagai berikut:

- $Q \text{ air limbah} = 41,09 \text{ Liter/orang. Hari} \times 80 \% = 32,87 \text{ Liter /orang.Hari}$

Kemudian dihitung debit air pada puncak serta debit limbah minimum:

- Jumlah Penduduk = 607 Orang
- Luasan per wilayah (blok) = 20,9 Hektar
- $F. peak = \frac{18+p^{0.5}}{4+p^{0.5}}$
 $= \frac{18+607^{0.5}}{4+607^{0.5}} = 1,4$
- Q_{ave} limbah cair = $Q_{air\ limbah} \times \text{Jumlah Penduduk}$
 $= 32,87 \text{ L/orang.hari} \times 607 \text{ orang}$
 $= 19952,09 \text{ L/hari}$
 $= 0,000231 \text{ m}^3/\text{det}$
 $= 19,958 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{peak} = Q_{ave} \text{ limbah cair} \times F.peak$
 $= 0,000231 \text{ m}^3/\text{det} \times 1,4$
 $= 0,0003234 \text{ m}^3/\text{det.}$
 $= 27,94 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{min} = \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{\text{JumlahPenduduk}}{1000}\right)^{0,2} \cdot Q_{ave}$
 $= \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{607}{1000}\right)^{0,2} \cdot 19,958 \text{ m}^3/\text{hari} = 3,61 \text{ m}^3/\text{hari}$

Perhitungan Beban Saluran Air Limbah

Sebelum mencapai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), air limbah dialirkan melalui pipa-pipa tersier, sekunder, dan primer. Berikut adalah contoh perhitungan pembebanan saluran:

- $Q_{ave} = 5\% \cdot Q_{ave} \text{ Blok 1}$
 $= 5\% \cdot 19,958 \text{ m}^3/\text{hari}$
 $= 0,998 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{peak} = 5\% \cdot Q_{peak} \text{ Blok 1}$
 $= 5\% \cdot 27,94 \text{ m}^3/\text{hari} = 1,397 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{min} = 5\% \cdot Q_{min} \text{ Blok 1}$
 $= 5\% \cdot 3,61 \text{ m}^3/\text{hari}$
 $= 0,181 \text{ m}^3/\text{hari}$

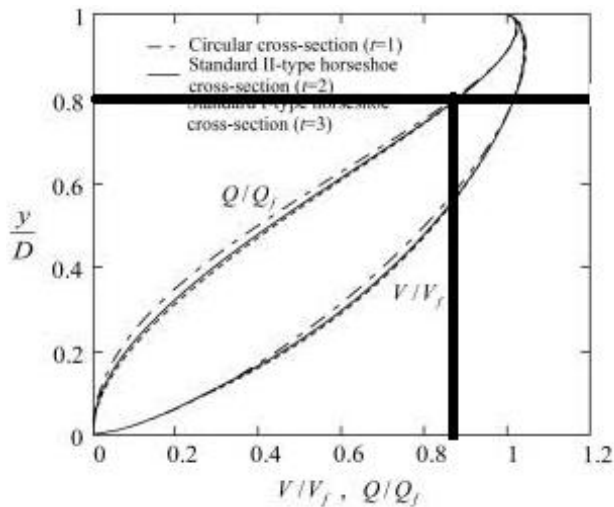
Dimensi Air Limbah

Dalam menghitung besaran diameter pipa didasarkan pada perhitungan besaran beban air limbah di setiap pipa yang digunakan. Dalam perencanaan ini, jenis pipa yang digunakan adalah pipa jenis PVC. Berikut ini merupakan perhitungan besaran dimensi pipa yang dibutuhkan:

Saluran A1-A2:

- $Q_{peak} = 1,397 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,00002 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Panjang pipa keseluruhan = 1.117 meter
- Slope pipa = 0,003
- $\frac{d}{D} = 0,8$

- Kekasaran pipa (n) = 0,013



Gambar 2 Grafik *Hydraulic Elements for circular sewer*

Apabila nilai $\frac{d}{D} = 0,8$ menurut data grafik diatas maka didapatkan nilai $\frac{Q_p}{Q_{full}}$ sebesar 0,85. Oleh karena itu besaran pipa air limbah dapat ditentukan dengan cara:

$$\begin{aligned} \text{➤ } Q_{full} &= \frac{Q_p}{\frac{Q_p}{Q_{full}}} \\ &= \frac{0,00002}{0,85} = 0,000024 \\ \text{➤ } D &= \left(\frac{Q_{full} \times n}{0,3118 \times s^{0,5}} \right)^{\frac{3}{8}} \\ &= \left(\frac{0,000024 \times 0,013}{0,3118 \times 0,3^{0,5}} \right)^{\frac{3}{8}} \\ &= 0,0000007 \text{ m} \end{aligned}$$

Penanaman Pipa

Dalam menentukan Kedalaman pada pipa yang ditanam harus disesuaikan dengan kelas yang dilalui, jenis tanah, serta lokasi bangunan fasilitas penyaluran limbah cair, kekuatan saluran, dan diameter saluran. Berikut ini adalah contoh dari perhitungan penanaman pipa.

- ketinggian tanah akhir = 1 meter
- ketinggian tanah awal = 1 meter
- Slope saluran = 0,003
- Slope Medan = 0 meter
- Asumsi kedalaman awal = 1 meter
- Diameter pipa = 0,1 meter
- Panjang pipa = 1.117 meter
- ΔH saluran (*headloss* pipa) = Panjang pipa x Slope pada saluran
= 1.117 x 0,003 = 3,351 meter
- Kondisi awal
 - ketinggian tanah pada titik awal = 1 meter
 - ketinggian Tanah pada bagian atas pipa = 1 meter – 0,1 meter = 0,9 meter
 - Elevasi bawah pipa = 0,9 – 0,1 meter = 0,8 meter

- kondisi akhir
 - ketinggian tanah akhir = 1 meter
 - ketinggian atas pipa = 1 meter - 3,351 meter = -2,351 meter
 - ketinggian bawah pipa = -2,351 meter - 0,1 meter = -2,451 meter
- Kedalaman galian
 - Kedalaman awal galian = (1 meter - 0 meter) + 0,5 meter = 1,5 meter
 - Kedalaman akhir galian = (1 meter - (-2,851)m) + 0,5 meter = 4,351 meter

Perhitungan Dimensi IPAL

Debit air limbah

Berdasarkan parameter limbah cair yang diperoleh, maka:

- Jumlah orang/KK = 5 orang
- Jumlah KK = 459 Kartu Keluarga
- F_{peak} = 1,4
- Air limbah = 32,87 Liter/orang.Hari
- Q_{ave}
 Q_{ave} = Jumlah orang x Jumlah KK x air limbah
 = 5 orang x 459 KK x 32,87 L/orang.Hari
 = 75436,65 L/ Hari
 = 75,44 m³/hari
- Q_{peak}
 Q_{peak} = Q_{ave} x F_{peak}
 = 75,44 m³/hari x 1,4
 = 105,616 m³/hari

Dimensi Ruang IPAL

Untuk menentukan rencana tingkat kedalaman air di dalam ruang IPAL, beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan adalah:

- Kemampuan gali yang tersedia adalah 4,5 meter.
- Tebal dinding yang digunakan adalah 15 cm.
- Tebal plat beton yang digunakan adalah 12 cm.
- Ketinggian IPAL yang direncanakan adalah 3 meter.
- Waktu detensi (T_d) yang diinginkan adalah 3 menit.

Dimensi pada Ruangan 1

Maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Kedalaman (h)} &= 4 \text{ meter} \\
 \text{Volume Ruangan pertama} &= Q_{peak} \times t_d \\
 &= 105,616 \times 3 \times \frac{1}{24} \\
 &= 79,212 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas Ruangan pertama} &= \frac{\text{Volume}}{\text{h Ruang I}} \\
 &= \frac{79,212 \text{ m}^3}{4 \text{ m}} \\
 &= 20 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asumsi lebar} &= 4\text{ m} \\ \text{Panjang Ruang pertama} &= \frac{\text{Luas Ruang I}}{\text{Lebar}} \\ &= \frac{20\text{ m}^2}{4\text{ m}} \\ &= 5\text{ m} \\ \text{Kedalaman ruangan (h)} &= \frac{\text{Volume bak pengendap}}{\text{panjang x lebar}} \\ &= \frac{79,212}{5 \times 4} \\ &= 3,9\text{ m (sudah memenuhi syarat desain } < 4\text{ m)} \end{aligned}$$

Dimensi pada Ruang I

$$\begin{aligned} \text{Panjang keseluruhan + dinding} &= 5\text{ meter} + (2 \times 0,15)\text{ meter} = 5,3\text{ meter} \\ \text{Lebar keseluruhan + dinding} &= 4\text{ meter} + (2 \times 0,15)\text{ meter} = 4,3\text{ meter} \\ \text{Kedalaman total keseluruhan} &= \text{total Kedalaman} + \text{dinding plat bawah} \\ &= 4\text{ meter} + 0,18\text{ meter} = 4,18\text{ meter} \end{aligned}$$

➤ Dimensi Ruang 2-4

Perhitungan :

$$\text{Dimensi Ruang 1} = \text{Lebar Kompartemen} = 4,3\text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang Kompartemen} &= \frac{\text{Asurface Total}}{\text{lebar}} \\ &= \frac{9\text{ m}^2}{4,3\text{ m}} = 2,1\text{ meter} \sim 3\text{ meter} \end{aligned}$$

Dimensi ruangan 2-4

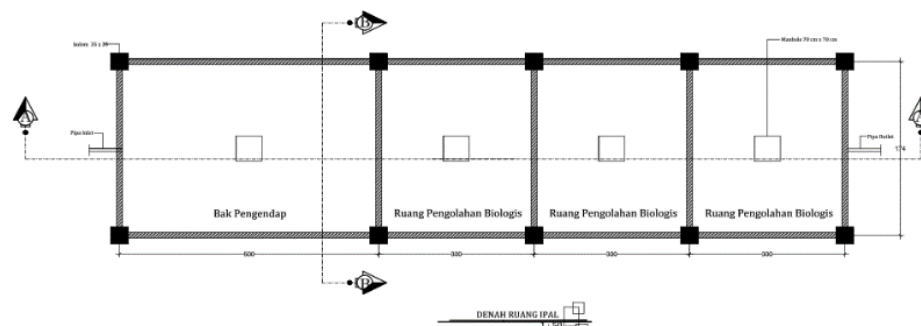
$$\text{Panjang keseluruhan (total) + dinding pada plat} = 3\text{ m} + (2 \times 0,15)\text{ m} = 3,3\text{ m}$$

$$\text{Lebar keseluruhan (total) + dinding pada plat} = 3\text{ m} + (2 \times 0,15)\text{ m} = 3,3\text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman keseluruhan (total)} &= \text{Kedalaman} + \text{dinding plat bawah} \\ &= 3\text{ meter} + 0,18\text{ meter} = 3,18\text{ meter} \end{aligned}$$

Dari hasil melakukan perhitungan, diperoleh desain Ruang IPAL seperti yang terlihat pada gambar

3:



Gambar 3 Denah Ruang IPAL

Pembebanan Pada Plat Atap Beton

Diketahui Data struktur

$$f_c' = 16,6\text{ MPa}$$

$$f_y = 240\text{ MPa}$$

a. Plat beton

$$\text{Panjang bentang } l_x = 3,00\text{ meter, } l_y = 5,00\text{ meter, } h = 12\text{ cm}$$

$$\text{Koefisien momen pada plat} = l_y/l_x = 5/3 = 1,67\text{ m}$$

Jenis Pembebanan

1. Beban Mati (DL)

Tebal plat lantai diambil = 12 cm
 Berat plat lantai = 0,12 m x 24 kN/m³ = 2,88 kN/m²

2. Beban hidup (LL)

Beban perorangan = 4,79 KN/m²

3. Beban Terfaktor (Qu)

Qu = 1,2 DL + 1,6 LL
 = 1,2 x 2,88 Kg/m² + 1,6 x 4,79 Kg/m²
 = 11,12 KN/m²

Perhitungan Momen

Plat lantai terjepit di keempat sisinya

$$\beta = \frac{Ly}{Lx} = \frac{5000}{3000} = 1,6 < 2 \text{ (memenuhi syarat plat dua arah)}$$

Qu = 11,12 KN/m²

a. Momen Plat Akibat Beban Terfaktor (PBI 1971)

Mulx = 0,001 . Qu . Lx² . Xlx = 0,001 x 11,12 x 3² x 58 = 5,80 KN/m²
 Mutx = -0,001 . Qu . Lx² . Xtx = -0,001 x 11,12 x 3² x 58 = -5,80 KN/m²
 Muly = 0,001 . Qu . Lx² . Xly = 0,001 x 11,12 x 3² x 36 = 3,60 KN/ m²
 Muty = -0,001 . Qu . Lx² . Xty = -0,001 x 11,12 x 3² x 36 = -3,60 KN/ m²

Perhitungan Penulangan Pelat Atap Beton

1. Data :

Mutu beton *fc'* = 16,6 MPa
 Jenis baja = BJ 37
 Mutu baja *fu* = 370 MPa
 Mutu baja *fy* = 240 MPa
 ketebalan Selimut beton (p) = 2 cm (20 mm)
 ketebalan plat lantai (h) = 12 cm (120 mm)
 Asumsi bentang perimeter (b) = 1m = 1000 mm
 Ø Tulangan pokok arah x = Ø12 mm
 Ø Tulangan pokok arah y = Ø12 mm
 Faktor bentuk distribusi tegangan beton (β1) = 1,6 m
 Faktor reduksi (φ) = 0,80

2. Menentukan rasio tulangan

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,006$$

3. Menentukan rasio tulangan seimbang (*balance*) $balance = 0,85 \cdot \frac{fc \cdot \beta 1}{fy} \times \frac{600}{600 + fy}$

$$= 0,85 \cdot \frac{16,6 \times 0,85}{240} \times \frac{600}{600 + 240} = 0,036$$

4. Menentukan rasio tulangan maksimum

$$\rho_{maks} = 0,75 \times \rho_{balance} = 0,75 \times 0,036 = 0,027$$

Perhitungan Penulangan Pelat Atap (Tumpuan dan Lapangan)

a. Tumpuan arah X

- Mutx = 5,80 KN/m
- Tebal plat (h) = 120 mm
- Faktor reduksi kekuatan (ϕ) = 0,80 (SNI -03-2847-2002)
- Asumsi lebar plat permeter (b) = 1m = 1000 mm

1. Momen Nominal

- Mntx = Momen Nominal X
- Mutx = Momen Ultimate X
- (ϕ) = faktor reduksi kekuatan (SNI -03-2847-2002)

$$Mntx = \frac{Mutx}{\phi} = \frac{5,80}{0,80} = 7,25 \text{ kN/m}$$

2. Menentukan Tinggi Efektif

Dimana :

- h = Tebal Plat Atap (mm)
- dx = Tinggi Efektif X
- p = Tebal Selimut Beton (mm)
- \emptyset = Diameer Tulangan Yang Dipakai
- d efektif x = $h - p - (\frac{1}{2} \cdot \emptyset)$
- = $120 - 20 - (\frac{1}{2} \cdot 12)$
- = 94 mm

3. Koefisien tahanan

Dimana :

- Rnx = Koefisien Tahanan Arah X
- b = Asumsi Lebar Permeter (1000 mm)
- dx = Tinggi Efektif X

$$Rnx = \frac{Mntx}{b \cdot dx^2} = \frac{7,25 \times 10^6}{1000 \times 94^2} = 0,82 \text{ MPa}$$

4. Perbandingan Tulangan Memanjang

Dimana :

- m = tulangan memanjang arah x
- fy = 240 Mpa
- f'c = 16,6 Mpa

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \times 16,6} = 17,00 \text{ MPa}$$

5. Menentukan rasio tulangan perlu

Dimana :

- ρ = rasio tulangan perlu
- m = Tulangan Memanjang Arah X
- Rnx = Koefisien Tahanan Arah X
- fy = 240 Mpa

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \frac{\sqrt{1 - 2m \cdot Rnx}}{fy'} \right)$$

$$= \frac{1}{17,00} \left(1 - \frac{\sqrt{1 - 2 \times 17,00 \times 0,82}}{240} \right) = 0,007$$

Kontrol

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho_{min} = 0,006 < \rho_{perlu} = 0,007 < \rho_{maks} = 0,026 \text{ (ok)}$$

maka dipakai $\rho_{perlu} = 0,007$

6. Luas Tulangan Harus (Area Steel Harus)

Dimana :

Ash = Area Steel Harus

b = Asumsi Lebar Permeter (1000mm)

dx = Tinggi Efektif X

$$\begin{aligned} \text{Ash} &= \rho_{perlu} \cdot b \cdot dx \\ &= 0,007 \times 1000 \times 94 \\ &= 658 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol Diameter tulangan yang dipakai

Dimana :

A = diameter kontrol tulangan

Ø = diameter tulangan rencana (12 mm)

$\pi = 3,14$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \phi^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

7. Jarak tulangan

Dimana :

S = Jarak Tulangan

A = Diameter Kontrol Tulangan

b = Asumsi Lebar Permeter (1000mm)

Ash = Area Steel Harus

$$S = \frac{A \cdot b}{\text{Ash}} = \frac{113,04 \times 1000}{658} = 171,79 \text{ mm}$$

Maka Nilai S menggunakan jarak 150 mm

8. Kontrol Luas tulangan perlu

Asp = Area Steel Perlu

S = Jarak Tulangan

$\pi = 3,14$

Ø = Diameter Tulangan Rencana (12 mm)

$$\text{Asp} = \frac{1000}{s} \times \frac{\pi \cdot \phi}{4} = \frac{1000}{150} \times \frac{3,14 \times 12}{4} = 753 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$\text{Asp} > \text{Ash} = 758 \text{ mm}^2 > 658 \text{ mm}^2 \text{ (ok)}$$

Maka tulangan Ø12-150 aman digunakan

b. Pada Tumpuan arah Y

Muty = 3,60 KN/m

Faktor reduksi kekuatan (ϕ) = 0,80 (SNI -03-2847-2002)

Tebal plat (h) = 120 mm

Asumsi lebar plat permeter (b) = 1m = 1000 mm

1. Momen nominal

Mnty = Momen Nominal y

Muty = Momen Ultimate y

(ϕ) = faktor reduksi kekuatan (SNI -03-2847-2002)

$$Mnty = \frac{Muty}{\phi} = \frac{3,60}{0,80} = 4,5 \text{ kN/m}$$

2. Menentukan tinggi efektif

dy = Tinggi Efektif y

h = Tebal Plat Atap 120 mm (12 cm)

p = Tebal Selimut Beton 20 mm (2 cm)

\emptyset = Diameer Tulangan Yang Dipakai

$$\begin{aligned} d \text{ efektif y} &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset - \emptyset \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2} \times 12 - 12 \\ &= 110 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Koefisien tahanan

Rnty = Koefisien Tahanan Arah y

b = Asumsi Lebar Permeter (1000 mm)

dy = Tinggi Efektif y

$$Rnty = \frac{Mnty}{b \cdot dy^2} = \frac{4,5 \times 10^6}{1000 \times 110^2} = 0,37 \text{ MPa}$$

4. Perbandingan tulangan memanjang

Dimana :

m = Tulangan Memanjang Arah y

fc' = 16,6 MPa

fy = 240 MPa

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{240}{0,85 \times 16,6} = 17,00$$

5. Menentukan rasio tulangan perlu

Dimana :

ρ = rasio tulangan perlu

m = Tulangan Memanjang Arah y

Rnty = Koefisien Tahanan Arah y

fy = 240 Mpa

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left(1 - \frac{\sqrt{1 - 2m \cdot Rnty}}{240} \right) = \frac{1}{17,00} \left(1 - \frac{\sqrt{1 - 2 \times 17,00 \times 0,37}}{240} \right) \\ &= 0,0064 \end{aligned}$$

Kontrol

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho_{min} = 0,0058 < \rho_{perlu} = 0,0064 < \rho_{maks} = 0,026 \text{ (ok)}$$

maka dipakai $\rho_{perlu} = 0,0064$

6. Luas Tulangan Harus

Ash = Area Steel Harus

b = Asumsi Lebar Permeter (1000mm)

dy = Tinggi Efektif y

$$\begin{aligned} \text{As harus ty} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_y \\ &= 0,0064 \cdot 1000 \cdot 110 \\ &= 704 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol Diameter tulangan yang dipakai

A = Diameter Kontrol Tulangan

Ø = Diameter Tulangan Rencana (12 mm)

π = 3,14

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \text{Ø}^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

7. Jarak Tulangan

Dimana :

S = Jarak Tulangan

A = Diameter Kontrol Tulangan

b = Asumsi Lebar Permeter (1000mm)

Ash = Area Steel Harus

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{sh}} = \frac{113,04 \times 1000}{704} = 160,56 \text{ mm}$$

Maka Nilai S menggunakan jarak 150 mm

8. Kontrol Luas tulangan perlu yang digunakan

Asp = Area Steel Perlu

S = Jarak Tulangan

π = 3,14

Ø = Diameter Tulangan Rencana (12 mm)

$$A_{sp} = \frac{1000}{s} \times \frac{\pi \cdot \text{Ø}^2}{4} = \frac{1000}{150} \times \frac{3,14 \times 12^2}{4} = 753 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{sp} > A_{sh} = 753 \text{ mm}^2 > 704 \text{ mm}^2 \text{ (ok)}$$

Maka tulangan Ø12-150 aman digunakan

Tulangan yang digunakan untuk tumpuan arah x pada pelat tipe A adalah Ø12-150 mm

Tulangan yang digunakan untuk tumpuan arah y pada pelat tipe A adalah Ø12-150 mm

c. Pada Lapangan Arah X

Mulx = 5,80 kN/m

Faktor reduksi kekuatan (φ) = 0,80 (SNI -03-2847-2002)

Tebal plat (h) = 120 mm

Asumsi lebar plat permeter (b) = 1m = 1000 mm

1. Momen nominal

$$M_{nlx} = \frac{M_{ulx}}{\phi} = \frac{5,80}{0,80} = 7,25 \text{ kN/m}$$

2. Menentukan tinggi efektif

$$\begin{aligned} d_{\text{efektif x}} &= h - p - \frac{1}{2} \cdot \text{Ø} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2} \times 12 \\ &= 94 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Koefisien tahanan

$$R_{nlx} = \frac{M_{nlx}}{b \cdot d_x^2} = \frac{7,25 \times 10^6}{1000 \times 94^2} = 0,82 \text{ MPa}$$

4. Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{c'}} = \frac{240}{0,85 \times 16,6} = 17,00 \text{ mm}$$

5. Menentukan rasio tulangan perlu

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \frac{\sqrt{1 - 2m \cdot Rn l x}}{f_{y'}} \right) = \frac{1}{17} \left(1 - \frac{\sqrt{1 - 2 \times 17 \times 0,82}}{240} \right) = 0,007$$

Kontrol

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho_{min} = 0,0058 < \rho_{perlu} = 0,007 < \rho_{maks} = 0,026 \text{ (ok)}$$

maka dipakai $\rho_{perlu} = 0,007$

6. Luas Tulangan Harus (Area Steel Harus)

$$\begin{aligned} A_{sh} &= \rho_{perlu} \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,007 \times 1000 \times 94 = 658 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol Diameter tulangan yang dipakai

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \phi^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

7. Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{sh}} = \frac{113,04 \times 1000}{658} = 171,79 \text{ mm}$$

Maka Nilai S dipakai jarak 150 mm

8. Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_{sp} = \frac{1000}{s} \times \frac{\pi \cdot \phi}{4} = \frac{1000}{150} \times \frac{3,14 \times 12}{4} = 753 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{sp} l_x > A_{sh} l_x = 758 \text{ mm}^2 > 658 \text{ mm}^2 \text{ (ok)}$$

Maka tulangan Ø12-150 aman digunakan

d. Lapangan arah Y

Muly = 3,60 KN/m

Faktor reduksi kekuatan (ϕ) = 0,80 (SNI -03-2847-2002)

Tebal plat (h) = 120 mm

Asumsi lebar plat permeter (b) = 1m = 1000 mm

1. Momen nominal

$$M_{nly} = \frac{Muly}{\phi} = \frac{3,60}{0,80} = 4,5 \text{ kN/m}$$

2. Menentukan tinggi efektif

$$\begin{aligned} d \text{ efektif } y &= h - p - \frac{1}{2} \phi - \phi \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2} \times 12 - 12 \\ &= 110 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Koefisien tahanan

$$R_{nly} = \frac{M_{nly}}{b \cdot d_y^2} = \frac{4,5 \times 10^6}{1000 \times 110^2} = 0,37 \text{ MPa}$$

4. Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{c'}} = \frac{240}{0,85 \times 16,6} = 17,00$$

5. Menentukan rasio tulangan perlu

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \frac{\sqrt{1-2m.Rnty}}{240} \right) = \frac{1}{17,00} \left(1 - \frac{\sqrt{1-2 \times 17,00 \times 0,37}}{240} \right) = 0,0064$$

Kontrol

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho_{min} = 0,0058 < \rho_{perlu} = 0,0064 < \rho_{maks} = 0,026 \text{ (ok)}$$

maka dipakai $\rho_{perlu} = 0,0064$

7. Luas Tulangan Harus

$$\begin{aligned} \text{Ash ly} &= \rho_{perlu} \cdot b \cdot d_y \\ &= 0,0064 \cdot 1000 \cdot 110 \\ &= 704 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol Diameter tulangan yang dipakai

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \phi^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

8. Jarak Tulangan

$$S = \frac{A \cdot b}{\text{Ash}} = \frac{113,04 \times 1000}{704} = 160,56 \text{ mm}$$

Nilai S dipakai jarak 150 mm

Kontrol Luas tulangan perlu yang digunakan

$$\text{Asp} = \frac{1000}{s} \times \frac{\pi \cdot \phi}{4} = \frac{1000}{150} \times \frac{3,14 \times 12}{4} = 753 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$\text{Asp ly} > \text{Ash ly} = 753 \text{ mm}^2 > 704 \text{ mm}^2 \text{ (ok)}$$

Maka tulangan Ø12-150 aman digunakan

Tulangan yang digunakan untuk tumpuan arah x pada pelat tipe B adalah Ø12-150 mm

Tulangan yang digunakan untuk tumpuan arah y pada pelat tipe B adalah Ø12-150 mm

Perhitungan RAB

Rincian perhitungan anggaran biaya detail untuk perencanaan SPAL dan IPAL dapat ditemukan dalam lampiran, bersama dengan AHSP (Analisis Harga Satuan) dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Jepara untuk tahun 2022. Total anggaran yang dibutuhkan dalam perencanaan kali ini adalah sebesar:

Tabel 3 Perhitungan RAB SPAL dan IPAL

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rupiah)
1	Pekerjaan Pipa	1.516.115.971,18
2	Pekerjaan <i>Grease Trap</i>	7.590.000,00
3	Pekerjaan Bak Kontrol	6.662.000,00
4	Pekerjaan <i>Manhole</i>	112.848.000,00
5	Pekerjaan Sumur Pengumpul	78.310.000,00
6	Pekerjaan <i>Distribution Box</i>	6.791.000,00
7	Pekerjaan Ruang IPAL	253.475.000,00
Jumlah		1.981.791.971,18

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan perhitungan diatas, maka bisa ditarik kesimpulan bahwa Jumlah air limbah dari kawasan pemukiman desa Panggung kecamatan kedung dengan total jumlah 459 KK dikawasan RW 1, RW 02, RW 03 sebesar 34.425 m³, adapun Besaran ukuran dimensi untuk ruang ipal adalah 17 m x 3 m x 4 m Dari perhitungan pada pembahasan dimensi diatas

maka dapat diambil kesimpulan Grease trap dengan ukuran Panjang 80 cm, lebar 40 cm, tinggi cm. Manhole dengan ukuran 70x70x100 cm, sumur pengumpul ukuran 100x100x100 cm, bak control ukuran 60x30x30 cm, distribution box ukuran 100x50x100 cm dan ukuran diameter pipa yang digunakan sebesar 4". Dalam Perencanaan Pembuatan Spal Dan Ipal Di Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara Sebagai Sarana Peningkatan Kualitas Lingkungan Membutuhkan Anggaran Biaya Sebesar Rp. 1.981.791.971,18

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arsyad, M. (n.d.). *PERENCANAAN SISTIM PERPIPAAN AIR LIMBAH KAWASAN PEMUKIMAN PENDUDUK*. 6(1), 406–412.
- [2] Desain, A., Sistem, K., Fadhilla, M. S., Sudinda, T. W., Prodi, M., Sipil, T., Teknik, F., Prodi, D., Sipil, T., & Teknik, F. (2022). *PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK AKIBAT PERTUMBUHAN PENDUDUK (Studi Kasus : Permukiman Dahlia , Jakarta Timur) ANALYSIS OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT INSTALLATION SYSTEM CAPACITY DESIGN DUE TO POPULATION GROWTH (Case Study : Dahlia Settlement , East Jakarta)*. 52–57
- [3] Domestik, I., Kawasan, S., Lingkungan, D. T., Teknik, F., Teknologi, I., & Nopember, S. (2019). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah*. 6(2), 5–8.
- [4] Ipal, L., & Lemahputro, K. (2017). *PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR*.
- [5] Lobalain, K., & Rote, K. (2015). *PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA KOMUNAL PADA DAERAH PESISIR DI KELURAHAN METINA KECAMATAN LOBALAIN KABUPATEN ROTE-NDAAO*. IV(2), 159–166.
- [6] Novitasari, D. P., Pratikto, I., & Suryono, C. A. (2019). *Kajian Kelayakan Fisik Pantai Seribu Ranting Jepara Sebagai Kawasan Wisata Pantai*. 8(1), 47–54
- [7] Prameswari, R. A. P., Purnomo, A., Arief, J., Hakim, R., & Indonesia, S. (2014). *Perencanaan Pelayanan Air Limbah Komunal di Desa Krasak Kecamatan Jatibarang Kota Indramayu*. 3(2).
- [8] Rahmanissa, A., Lingkungan, D. T., Teknik, F., Teknologi, I., & Nopember, S. (2017). *Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang*. 6(2), 147–151.
- [9] Rahmanissa, A., Pembimbing, D., & Lingkungan, D. T. (2017). *PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK KECAMATAN SEMARANG BARAT KOTA*.
- [10] Sipil, J. T., Teknik, F., & Mataram, U. (2020). *Artikel Ilmiah Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil*.
- [11] Sistem, P., Permukiman, D., Di, K., Lukman, M. M., La, Y., & Muh, O. (2018). *LURAHAN LAPULU KOTA KENDARI PLANNING SYSTEM SANITATION CONCERN UPON IN LAPULU VILLAGE KENDARI CITY*.

-
- [12] Spal, P., Prandon, K., Karangasri, P., & Karangtengah, K. (2014). *Perencanaan SPAL dan IPAL Komunal di Kabupaten Ngawi (Studi Kasus Perumahan Karangtengah Prandon, Perumahan Karangasri dan Kelurahan Karangtengah)*. 3(2).
- [13] Tuti, I. W., Umam, K., & Rochmanto, D. (2022). *Perencanaan Pembangunan Spal Dan Ipal Untuk Sarana Peningkatan Kualitas Lingkungan Kampung Nelayan Tanjungsari Kabupaten Rembang*. 02, 25–34.