

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN SIPON PADA SALURAN INDUK PETERONGAN DAERAH IRIGASI MRICAN KANAN KABUPATEN JOMBANG

Muhammad Ilham R.¹, Moh. Charits², Nawir Rasidi³

Mahasiswa Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: ilhamrohmanayah00@gmail.com¹, mohcharits@yahoo.com², nawir.rasidi@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Pembangunan jaringan irigasi Mrican Kanan di Kabupaten Jombang, Jawa Timur, bertujuan meningkatkan fungsi dan pelayanan irigasi bagi petani serta mendorong swasembada pangan, pertumbuhan ekonomi, dan kesejahteraan. Perencanaan yang matang diperlukan untuk memastikan efisiensi, efektivitas, dan keberlanjutan sistem irigasi, sesuai dengan perannya dalam mendukung produktivitas pertanian. Bangunan persilangan, seperti siphon, menjadi komponen penting dalam mengatasi rintangan seperti jalan, sungai, dan jurang. Aliran dalam siphon bersifat tertutup sehingga air mengalir karena tekanan dan trashrack mencegah masuknya sampah atau gangguan lainnya. Dalam konteks ini, teknologi konstruksi terus berkembang, termasuk penggunaan pipa HDPE Spiral yang diusulkan sebagai alternatif pengganti pipa beton. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung debit, dimensi, stabilitas, dan biaya konstruksi pada siphon pipa beton dan HDPE Spiral. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi mengenai penggunaan material yang lebih efisien dan berkualitas untuk pembangunan infrastruktur irigasi yang berkelanjutan. Hasil perhitungan debit rencana saluran induk peterongan ruas BPT5-BPT6 adalah 4,152 m³/dt. Sehingga didapatkan dimensi saluran, dengan lebar saluran $b = 4,50$ m, tinggi muka air $h = 1,40$ m, diameter siphon yang baru didapat 1,20 m, panjang total siphon diperoleh 36 m, dan siphon direncanakan terdiri dari 2 pipa menggunakan pipa HDPE Spiral. Total kehilangan tinggi energi harus lebih kecil dari perbedaan tinggi energi yang tersedia yaitu 0,200 m, total kehilangan tinggi energi pada siphon yang didapat yaitu 0,168 m. Perencanaan bangunan pelengkap didapatkan bervariasi, dimensi ambang terkecil diperoleh lebar 0,30 m dan dimensi terbesar diperoleh 2,00 m. Diperoleh dimensi pintu sorong terkecil lebar 0,30 m dan dimensi terbesar diperoleh lebar 1,00 m. Stabilitas Siphon terhadap gaya-gaya yang berpengaruh masih dalam kondisi aman dan sesuai syarat-syarat stabilitas bangunan. Siphon menggunakan HDPE Spiral SN2 didapatkan biaya sebesar Rp. 39.468.622.000,00 dan siphon dengan beton sebesar Rp. 39.029.015.000,00. Hasil perhitungan biaya perencanaan bangunan siphon pipa HDPE spiral SN2 lebih mahal bila dibandingkan dengan perencanaan siphon pipa beton dengan nilai efisiensi sebesar 0,0111 %.

Kata kunci: Siphon, HDPE Spiral, alternatif, efisiensi

ABSTRACT

The development of the Mrican Kanan irrigation network in Jombang Regency, East Java, aims to enhance irrigation functionality and services for farmers while promoting food self-sufficiency, economic growth, and well-being. Careful planning is essential to ensure the efficiency, effectiveness, and sustainability of the irrigation system in supporting agricultural productivity. Crossflow structures, such as siphons, are crucial components for overcoming obstacles like roads, rivers, and ravines. Siphons have closed flow systems, allowing water to flow due to pressure, while trashracks prevent debris or other disruptions. In this context, construction technology is evolving, including the proposed use of HDPE Spiral pipes as an alternative to concrete pipes. This research calculates flow rates, dimensions, stability, and construction costs for concrete and HDPE Spiral siphons. The results aim to recommend the use of more efficient and high-quality materials for sustainable irrigation infrastructure development. The calculated flow rate for the planned main canal section from Peterongan BPT5 to BPT6 is 4,152 m³/s. This results in the following canal dimensions: canal width (b) = 4.50 m, water head (h) = 1.40 m, the new

siphon diameter is 1.20 m, and the total siphon length is 36 m. The siphon is planned to consist of two HDPE Spiral pipes. The total energy head loss should be less than the available energy head difference, which is 0.200 m. The total energy head loss for the siphon obtained is 0.168 m. Supplementary structure planning results in varying dimensions, with the smallest threshold width being 0.30 m and the largest being 2.00 m. The smallest sluice gate dimensions are 0.30 m, while the largest are 1.00 m. The stability of the siphon against influencing forces remains in a safe condition and complies with stability requirements. Using HDPE Spiral SN2 pipes for the siphon results in a cost of Rp. 39,468,622,000.00, while using concrete pipes costs Rp. 39,029,015,000.00. The cost calculation for the HDPE Spiral SN2 pipe siphon planning is slightly higher compared to concrete pipe siphon planning, with an efficiency value of 0.0111%.

Keywords : Siphon, HDPE Spiral, alternative, efficiency

1. PENDAHULUAN

Dibangunnya jaringan irigasi Mrican Kanan yang berada di wilayah Kabupaten Jombang, Jawa Timur, bertujuan untuk meningkatkan fungsi dan pelayanan irigasi kepada masyarakat petani di wilayah Kabupaten Jombang dan sekitarnya. Dengan harapan bisa memantapkan swasembada pangan, meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta meningkatkan kesejahteraan para petani. Terkait prasarana irigasi, dibutuhkan suatu perencanaan yang baik, agar sistem irigasi yang dibangun merupakan irigasi yang efektif, efisien dan berkelanjutan, sesuai fungsinya mendukung produktivitas usaha tani. Jalur saluran irigasi yang dibangun dari sumber air hingga bangunan pengambilan sering kali harus melewati rintangan-rintangan seperti jalan, aliran alami, sungai, atau bahkan jurang. Oleh karena itu, perlu ada bangunan persilangan yang dibangun agar saluran tersebut dapat mengalirkan volume air yang mengalir dari sisi hulu ke sisi hilir. Secara umum, semakin besar perbedaan ketinggian dalam saluran, semakin kecil potensi luas wilayah yang dapat dialiri oleh saluran tersebut. Oleh karena itu, diperlukan bangunan persilangan yang sesuai agar ketinggian saluran tetap terjaga.

Sipon merupakan konstruksi yang mengalirkan air di bawah saluran lain (biasanya saluran pembuangan), jalan, lembah, dan daerah cekungan. Aliran dalam sipon bersifat tertutup, sehingga air mengalir karena adanya tekanan. Untuk mencegah sumbatan dalam pipa sipon dan mencegah masuknya orang, hewan, atau sampah, mulut sipon biasanya dilengkapi dengan penyaring berupa kisi-kisi. Apabila saluran irigasi harus melintas saluran pembuang yang besar, maka kadang-kadang lebih ekonomis untuk mengalirkan air saluran tersebut lewat dibawah saluran pembuang dengan menggunakan sipon. Sipon memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi pada saluran karena tidak sepenuhnya bergantung pada perkiraan yang sangat akurat mengenai debit air yang mengalir dalam saluran pembuangan yang dilaluinya. Namun, sipon juga menghasilkan kerugian energi yang signifikan, terutama jika saluran pembuangan tersebut lebar dan dalam, yang dapat berdampak pada biaya yang tinggi. Sipon digunakan sebagai upaya untuk mengalirkan air dari bagian hulu sungai ke bagian hilir dengan debit yang terjaga.

Bangunan sipon dengan pipa beton dan bangunan pelengkap pada saluran induk Peterongan ruas BPT.5 - BPT.6 merupakan salah satu konstruksi persilangan yang

dibangun untuk mengalirkan volume air yang dibawa oleh saluran yang terputus oleh jalan dan sungai dalam lintasannya. Kemajuan teknologi dalam industri konstruksi terus berkembang pesat, karena konstruksi bangunan memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan kehidupan sehari-hari. Salah satu inovasi terbaru dalam teknologi konstruksi bangunan adalah penggunaan Pipa HDPE Spiral, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas konstruksi ini. Melihat kelebihan dan kekurangan material HDPE Spiral dengan membandingkan material yang digunakan di Bangunan eksisting yakni Beton. hal inilah yang melatar belakangi penulis untuk menjadikan sebuah gagasan sebagai bahan penelitian. Judul dari penelitian ini adalah Studi Alternatif Perencanaan Bangunan Sipon Pada Saluran Induk Peterongan Daerah Irigasi Mrican Kanan Kabupaten Jombang. Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk, Menghitung debit rancangan yang ada di saluran induk peterongan ruas BPT.5-BPT.6, Untuk menentukan dimensi bangunan sipon yang cukup aman atau stabil menurut Analisa stabilitasnya dan bangunan pelengkap agar kapasitasnya dapat memenuhi syarat, dan untuk menghitung perbandingan biaya konstruksi sipon pipa beton dan sipon pipa HDPE Untuk mendapatkan efisiensi Rencana Anggaran Biaya (RAB) menggunakan sipon pipa HDPE Spiral dibandingkan dengan Sipon Pipa Beton

2. METODE

Data penunjang yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data data sekunder. Cara pengumpulan data tersebut yaitu dengan melakukan pengamatan langsung dan pencarian data melalui instansi terkait. Data primer merupakan data yang diperoleh dari survey langsung ke lokasi penelitian untuk mengetahui keadaan asli di lapangan. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari institusi terkait atau dengan cara mencari data dari buku maupun jurnal yang pernah diteliti sebelumnya. meliputi: 1. Data Topografi : Long section dan cross section saluran pembawa, Peta topografi, 2. Data Hidrologi : Kebutuhan air irigasi, 3. Data Sipon : RAB dan Shop drawing

1. Analisa Kapasitas Debit

Analisa Kapasitas Debit dalam perencanaan akan menghasilkan kapasitas debit untuk mengairi petak – petak tersier dan kuarter, serta menghasilkan kapasitas debit

untuk saluran suplesi pada saluran sekunder dan menghasilkan kapasitas debit rencana untuk saluran primer

2. Analisa Hidrolika

Analisis hidrolika dalam perencanaan digunakan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang debit air, kecepatan aliran, dan parameter lain yang diperlukan dalam berbagai opsi perencanaan siphon. Tahap awal analisis ini bertujuan untuk menentukan dimensi saluran pembawa yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan dimensi siphon dan bangunan pelengkap. Dalam perencanaan dimensi siphon, analisis hidrolika digunakan untuk memastikan bahwa siphon memiliki kapasitas yang cukup untuk mengalirkan debit air yang direncanakan. Selain itu, analisis ini juga menentukan kecepatan aliran air melalui siphon dan menghitung kerugian tinggi energi yang terjadi dalam sistem secara keseluruhan. Sementara itu, dalam perencanaan dimensi bangunan pelengkap, analisis hidrolika membantu dalam menentukan dimensi ambang lebar dan pintu sorong yang sesuai dengan kebutuhan. Dengan demikian, analisis hidrolika berperan penting dalam memastikan bahwa seluruh sistem siphon dan bangunan pelengkapnya dapat beroperasi dengan efisien sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

Saluran pembawa

Rumus yang di gunakan untuk menghitung saluran pembawa adalah sebagai berikut (Sumber : Standar perencanaan irigasi KP-3, 2013) :

$$v = k R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$A = (b + mh)h$$

$$P = (b + 2h\sqrt{1 + m^2})$$

$$Q = v \times A$$

$$b = n \times h$$

Dimana :

Q = Debit saluran, m³/dt

v = Kecepatan aliran, m/dt

A = Potongan melintang aliran, m²

R = Jari – jari hidrolis, m

P = Keliling basah, m

b = Lebar dasar, m

h = Tinggi air, m

I = Kemiringan energi (kemiringan saluran)

K = Koefisien kekasaran Stickler, m^{1/3}/dt

m = Kemiringan talut (1 vertikal : m horizontal)

A. Dimensi Siphon

Untuk menentukan dimensi siphon, di hitung dengan (Standar perencanaan irigasi KP-4, 2013)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

B. Kehilangan Tinggi Energi

Kehilangan tinggi energi pada siphon terdiri dari: Kehilangan pada trashrack, Kehilangan masuk, Kehilangan pada siku, Kehilangan akibat gesekan, dan Kehilangan keluar

A. Kehilangan Tinggi Energi Pada Trashrack

Kehilangan tinggi energi pada kisi-kisi penyaring dihitung dengan :

$$h_f = c \frac{v^2}{2g}$$

$$c = \beta \left[\frac{s}{b} \right]^{4/3} \sin \delta$$

Dimana :

hf = Kehilangan tinggi energi, m

v = Kecepatan melalui kisi-kisi, m/dt

g = Percepatan gravitasi, m/dt² (9,81 m/dt²)

c = Koefisien berdasarkan :

β = Fakur bentuk

s = Tebal jeruji, m

b = Jarak bersih antar jeruji, m

δ = Sudut kemiringan dari bidang horizontal

B. Kehilangan Tinggi Energi Pada Peralihan

$$\Delta H_{\text{masuk}} = \xi_{\text{masuk}} \frac{(v_a - v_1)^2}{2g}$$

$$\Delta H_{\text{keluar}} = \xi_{\text{keluar}} \frac{(v_a - v_2)^2}{2g}$$

Dimana :

Δhmasuk & Δhkeluar = Faktor kehilangan energi yang bergantung kepada bentuk hidrolis peralihan dan apakah kehilangan itu pada peralihan masuk atau keluar

v = Kecepatan rata-rata yang dipercepat dalam bangunan pembawa, m/dt

v1, v2 = Kecepatan rata-rata di saluran hulu (v1) atau hilir (v2), m/dt

C. Kehilangan Energi Tinggi Akibat Gesekan

$$\Delta H_f = \frac{v^2 L}{C^2 R} = \frac{2g L}{C^2 R} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi D^2}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

$$C = k R^{\frac{1}{6}}$$

Dimana:

ΔHf = Kehilangan akibat gesekan, m

v = Kecepatan dalam bangunan, m/dt

- L = Panjang bangunan, m
- R = Jari-jari hidrolis pipa lingkaran, m
- D = Diameter pipa, m
- A = Luas basah, m²
- P = Keliling basah, m
- C = Koefisien Chezy
- k = Koefisien kekasaran Strickler, m^{1/3}/dt
- g = Percepatan gravitasi, m/dt² (9,8m/dt²)

D. Kehilangan Tinggi energi di Bagian Siku dan Tikungan

$$\Delta H_b = K_b \frac{v a^2}{2g}$$

Dimana :
 Kb = Koefisien kehilangan energi, yang harga-harganya akan disajikan dibawah ini.

C. Gorong - gorong

Untuk gorong-gorong dengan panjang yang relatif pendek (kurang dari 20 m), harga-harga yang tercantum dalam Tabel 1 dapat dianggap cukup akurat atau sesuai untuk digunakan dalam rumus.

$$Q = \mu A \sqrt{2gz}$$

- Dimana:
- Q = Debit, m³/dt
 - μ = Koefisien debit (pada Tabel 1)
 - A = Luas pipa, m²
 - G = Percepatan gravitasi, m/dt² (9,8m/dt²)
 - z = Kehilangan tinggi energi pada gorong-gorong, m

Tabel 1 Harga-harga μ dalam gorong-gorong pendek

Tinggi dasar dibangun = di saluran		Tinggi dasar di bangunan lebih tinggi dari pada di saluran		
Sisi	μ	Ambang	Sisi	μ
Segi empat	0,80	Segi Empat	Segi Empat	0,72
Bulat	0,90	Bulat	Segi Empat	0,76
		Bulat	Bulat	

D. Ambang Lebar

Persamaan debit untuk alat ukur ambang lebar dengan bagian pengontrol segi empat :

$$Q = C . B . H^{\frac{3}{2}}$$

- Dimana :
 Q = Debit, m³/dt
 C = Koefisien,
 Untuk beton tepinya tajam, C = 1,45

- Untuk alat ukur meet drempel, C = 1,71
- B = Lebar ambang, m
- H = Kedalaman air diambang, m
- h1 = 1/3H, z = 1/3h1, h2 = 2/3h1

E. Pintu Sorong

Lebar pintu maksimum dibatasi sampai 0,60 m. Jika bukaan totalnya melampaui 0,60 m maka harus dibuat dua pintu pembilas. Jika digunakan pintu sorong dimana bagian bawahnya dibulatkan maka rumus pengalirannya yaitu :

$$Q = \mu b h . \sqrt{2gz}$$

- Dimana :
- Q = Debit, m³/dt
 - b = Lebar lubang, m
 - μ = Koefisien debit (0,85)
 - h = Dalam air pada pintu, m
 - z = Perbedaan antar tinggi muka air udik dan hilir, m
 - g = Percepatan grafitasi (9,81 m/dt²)

F. Analisa Stabilitas

Analisis stabilitas dalam perencanaan sipon pipa sangat penting untuk memastikan bahwa konstruksi tersebut aman dari pengaruh gaya eksternal dan beban yang dihasilkan oleh struktur itu sendiri. Tujuan utama dari analisis stabilitas sipon adalah untuk menilai apakah semua faktor keamanan telah terpenuhi, termasuk ketahanan terhadap guling, geseran, dan kapasitas dukungan struktur. Apabila analisis stabilitas menunjukkan bahwa salah satu faktor keamanan belum memenuhi persyaratan yang diinginkan, hal ini akan menjadi informasi penting untuk mempertimbangkan ulang perencanaan sipon. Analisis ini membantu memastikan bahwa sipon yang direncanakan memiliki tingkat keamanan yang memadai untuk menghindari potensi kerusakan atau kegagalan dalam operasinya. Dengan demikian, analisis stabilitas adalah langkah penting dalam proses perencanaan sipon yang memastikan keselamatan dan kinerja struktur tersebut.

a. Tekanan Tanah

Dalam perencanaan struktur penahan, perhitungan tekanan lateral dilakukan dengan metode pemecahan yang mengikuti prinsip Rankine.. Menurut cara pemecahan Rankine, tekanan samping aktif dan pasif adalah:

Gaya tekan :

$$Ea = \frac{1}{2} Ka \gamma H_1^2 - 2 c H_1 \sqrt{Ka}$$

Tahanan pasif :

$$Ep = \frac{1}{2} Kp \gamma H_2^2 - 2 c H_2 \sqrt{Kp}$$

- Dimana :
- Ea = Tekanan aktif, kN/m
 - Ep = Tahanan pasif, kN/m
 - Ka = Koefisien tegangan aktif (lihat Tabel 2.23.)
 - Kp = Koefisien tegangan pasif (lihat Tabel 2.24.)
 - γ = Berat volume tanah, kN/m³

- H1 = Tinggi tanah untuk tekanan aktif, m
- H2 = Tinggi tanah untuk tekanan pasif, m
- c = Kohesi, kN/m².

b. Tekanan Up lift

Gaya tekan ke atas (uplift) yang bekerja pada lantai bangunan adalah sama dengan berat volume air yang dipindahkan oleh bangunan.

Rumusan tekanan uplift yang bekerja adalah sebagai berikut:

$$Px = Hx - \frac{Lx}{\Sigma Lx} (\Delta H)$$

Dimana :

- Px = Gaya angkat pada x, kg/m²
- Σ L = Panjang total bidang kontak bangunan dan tanah bawah, m (Panjang lintasan air total)
- Lx = Jarak sepanjang bidang kontak dan hulu sampai x, m (Panjang lintasan air di titik tinjauan)
- ΔH = Selisih muka air hulu dan hilir, m
- Hx = Selisih vertical muka air dan titik tinjauan, m

c. Tekanan Air

Rumusan tekanan air yang bekerja adalah Dirumuskan sebagai berikut :

$$Ph = 0,5 Hw^2 \gamma_w$$

Dimana :

- PH = Tekanan hidrostatis, kN/m²
- γ w = Berat volume air, kN/m³ (≈10)
- Hw = Tinggi air, m

d. Berat Sendiri

Gaya yang timbul akibat berat sendiri bergantung pada berat jenis material bangunan, dimensi lebar, dan ketinggian bangunan. adalah :

$$Wx = \gamma_{bahan} \times An$$

Dimana :

- Wx = Gaya akibat berat sendiri, kN/m²
- γ_{bahan} = Berat jenis bahan (t/m³)
- An = Luas banguna (m²)

Faktor Keamanan Terhadap Guling

Untuk melakukan perhitungan kestabilan terhadap gaya guling, digunakan rumus berikut:

$$SF = Mt / Mg$$

Dimana :

- SF = Angka keamanan
- Mt = Momen tahan terhadap guling
- Mg = Momen guling

Tabel 2 Faktor Keamanan Sesuai Kondisi Pembebanan

Kondisi pembebanan		Faktor keamanan
1	Kondisi normal	1,5
2	Kondisi gempa	1,3
3	Kondisi banjir + Gempa	1,1

Faktor Keamanan Terhadap Gaya Geser

Untuk menghitung stabilitas terhadap gaya gelincir, digunakan rumus berikut:

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

Dimana :

- SF = Angka keamanan
- F = Koefisien gesek
- ΣV = Total gaya vertical
- ΣH = Total gaya horizontal

Faktor keamanan terhadap gaya tekan ke atas sebaiknya diambil 1,1

Tabel 3 Harga-Harga Perkiraan untuk Koefisien Gesekan

Bahan	f
Pasangan batu pada pasangan batu	0,60 – 0,75
Batu keras berkualitas baik	0,75
Kerikil	0,50
Pasir	0,40
Lempung	0,30

Faktor Keamanan Terhadap Daya Dukung

Untuk menghitung keamanan terhadap Daya Dukung digunakan persamaan adalah sebagai berikut :

$$q = \frac{V}{A} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) < qa$$

Dimana :

- q = Daya dukung pondasi (t/m²)
- qa = Daya dukung yang diijinkan (t/m²)
- V = Total beban vertical (t)
- H = Total beban horizontal (t)
- A = Luas area (m²)
- e = Jarak eksentrisitas (m)

Rumus yang digunakan untuk perhitungan daya dukung yang diijinkan :

$$qa = (c Sc Nc + Df y Nq + 0,50 y B Ny Sy) / Fs$$

Dimana :

- qa = Kapasitas daya dukung yang diijinkan (t/m²)
- Fs = Safety factor
- c = Kohesi tanah (t/m²)
- y1.y2 = Unit weight tanah atas dan permukaan
- Sc = Faktor bentuk pondasi

Nc, Ny, Nq = Faktor daya dukung
 Df = Dalam dari dasar sampai permukaan tanah(m)
 B = Lebar dasar (m)

Untuk mendapat daya dukung yang diizinkan agar pondasi aman digunakan faktor keamanan FK = 3.

Tabel 4 Faktor bentuk pondasi

Parameter	Bentuk Pondasi		
	Menerus	Bundar	Bujur Sangkar
Sc	1,0	1,3	1,3
Sy	1,0	0,6	0,8

Tabel 5 Nilai Nc, Ny and Nq untuk Ø

Ø (°)	Nc	Nq	Ny
0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5,0
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	18,7
33,4	52,6	36,5	36,0
35	57,8	41,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,9
50	347,5	415,1	1153,2

Analisa Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Penghitungan perkiraan biaya telah dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan biaya yang akan dikeluarkan untuk membangun spon beton dan spon pipa HDPE spiral. Analisis ini membantu dalam menentukan opsi konstruksi yang lebih ekonomis dan sesuai dengan anggaran yang tersedia.

G. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi perencanaan bangunan spon di bangunan sadap BPT.6 Km 5.811 berada di JL. Raya Gudo-Jombang, Kecamatan Diwek, Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Analisa Kapasitas Debit

Tabel 6 Tabel Data luas areal irigasi di saluran primer ruas BPT5-BPT6

Petak	Nama saluran	Luas Petak (ha)
Hulu spon		
1	Sal.Kwartar A1	10
2	Sal.Tersier A	38
3	Sal.Peterongan 6 ki 1	74

Hilir spon		
4	Sal.kwartar A1	12
5	Sal.kwartar A2	8,5
6	Sal.kwartar A3	11,5
7	Sal.Sekunder Gude	230

Dari data yang didapat kebutuhan air rata-rata di saluran induk Peterongan adalah 1,50 l/det.ha dan kebutuhan air max 3,31 l/det.ha. Pemberian air secara terus menerus dapat dilakukan selama Q > 65% Q maks. Bila Q < 65% Q maks maka pemberian air dilakukan secara bergiliran.

Tabel 7 Tabel Hasil hitungan debit rencana

Petak	Luas (ha)	Q (m3/dt)			Q rencana (m3/dt)
		100%	65%	30%	
1	10	0,015	0,0248	0,0549	0,0248
2	38	0,057	0,0404	0,0549	0,057
3	74	0,111	0,0786	0,0549	0,111
4	12	0,0180	0,0183	0,0144	0,0183
5	8,5	0,0128	0,0133	0,0144	0,0133
6	11,5	0,0173	0,0179	0,0144	0,0179
Jumlah					0,242

Untuk mencari debit rencana pada suplesi saluran sekunder gude, dari data kebutuhan air irigasi maks di saluran induk adalah 3,31 lt/dt. Dengan demikian, agar mendapatkan debit rencana yang tepat untuk saluran suplesi sekunder gude, kebutuhan ini harus dikalikan dengan tingkat efisiensi jaringan sekunder sebesar 90%.

$$230 \times \frac{3,31}{90\%} \div 1000 = 0,846 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 8 Resume Hasil Perhitungan Debit Kapasitas Saluran

No	Nama saluran	Q kapasitas (m ³ /dt)
A	Saluran primer dibawahnya	3,064
1	Sal. Primer Ruas BPT6-BPT7	3,064
B	Saluran petak yang diairi	0,242
1	Sal.Kwartar A1	0,0248
2	Sal.Tersier A	0,057
3	Sal.Peterongan 6 ki 1	0,111
4	Sal.kwartar A1	0,183
5	Sal.kwartar A2	0,0133
6	Sal.kwartar A3	0,0179
C	Saluran Suplesi	0,846
1	Sal. Suplesi Sekunder Gude	0,846
	Jumlah Debit Rencana	4,152

Dari data yang diperoleh, debit rencana pada saluran induk peterongan ruas bpt.6 – bpt.7 adalah 3,064 m³/dt.

Maka besarnya debit rencana pada saluran induk peterongan ruas bpt.5-bpt.6 adalah :

$$Q_{Renc} = 0,242 + 0,846 + 3,064 = 4,152 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Analisa Hidrolika

Saluran Primer Ruas BPT.5 – BPT.6

Debit rencana, (Q)	= 4,152 m ³ /dt (Tabel 4.3)
Kecepatan standar, (V)	= 0,65 m/det (Tabel 2.0)
Perbandingan (b/h)	= 3 (Tabel 2.0)
Kemiringan talud (m)	= 0
Tinggi jagaan (w)	= 1

Luas penampang basah :

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ A &= Q/V \\ &= 4,152/0,65 \\ &= 6,39 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dari nilai b/h=3, maka b = 3h dan m = 0. Sehingga :

$$\begin{aligned} A &= (b + mh)h \\ 6,39 &= (3h + 0 \times h)h \\ 6,39 &= 3h^2 \\ h^2 &= 2,129 \\ h &= \sqrt{2,129} = 1,46 \\ b &= 3h \\ &= 3 \times 1,46 \\ &= 4,38 \approx 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Diambil lebar dasar saluran baru b = 4,5 m, maka tinggi air yang baru dapat dicari sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 6,39 &= (4,5 + 0 \times h)h \\ 6,39 &= 4,5h \\ h &= 1,42 \approx 1,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga luas penampang basah:

$$\begin{aligned} A &= (b + mh)h \\ &= (4,5 + 0,1,4)1,4 \\ &= 6,3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Lebar permukaa air terbuka

$$\begin{aligned} B &= b + (mh)2 \\ &= 4,5 + (0 \times 1,4)2 \\ &= 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Keliling basah :

$$\begin{aligned} P &= (b + 2h\sqrt{1 + m^2}) \\ &= (4,5 + 2 \times 1,4\sqrt{1 + 0^2}) \\ &= 7,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Jari-jari Hidrolis :

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{6,30}{7,3} \\ &= 0,863 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemiringan saluran :

$$V = k R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{(1/n)^2 \times V^2}{R^{4/3}} \\ &= \frac{(1/70)^2 \times 0,65^2}{0,863^{4/3}} \\ &= 0,000105 \approx 0,000108 \end{aligned}$$

Dicoba kemiringan saluran baru I = 0,000108, Sehingga Kecepatan aliran baru :

$$\begin{aligned} V &= k R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \\ &= 70 \times 0,863^{\frac{2}{3}} \times 0,000108^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,659 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Bilangan Froude

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{Va}{\sqrt{g A/B}} \\ Fr &= \frac{0,659}{\sqrt{9,81 \times 6,3/4,5}} \\ Fr &= 0,178 \end{aligned}$$

Debit Saluran baru :

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ Q &= 0,659 \times 6,30 \\ Q &= 4,154 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Kontrol :

- Q hit = Q hit > Q kap = 4,154 > 4,152 (OK!)
- V min = V > 0,60 = 0,659 > 0,60 (OK!)
- V max = V < 3 = 0,659 < 3 (OK!)
- Fr = Fr < 1 = 0,178 < 1 (OK!)

Resume Hasil perhitungan :

a. Debit air (Q)	= 4,154 m ³ /dt
b. Lebar dasar saluran (b)	= 4,5 m
c. Tinggi muka air (h)	= 1,4 m
d. Kecepatan air (V)	= 0,659 m/dt
e. Kemiringan dasar saluran (I)	= 0,000108
f. Kemiringan talut (m)	= 0
g. Koefisien kekasaran strickler (K)	= 70
h. Tinggi jagaan (w)	= 1 m

Dimensi Sipun

Untuk menentukan dimensi sipun, kecepatan aliran di dalam sipun direncanakan 2 m/dt (1,5 < V ≤ 3 m/dt)

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi D^2}{4} \\ Q &= V \times A \\ 4,152 &= 2 \times 1/4 \times 3,14 \\ 4,152 &= 1,57 \end{aligned}$$

$$D^2 = 4,152/1,57$$

$$D = \sqrt{2,64} = 1,63 \approx 1,6 \text{ m} > 1,40$$

Sipon direncanakan beraliran penuh ($D < h$ air disalurkan) dan bangunan sipon direncanakan 2 pipa (double barels), sehingga :

$$Q = Q/2$$

$$= \frac{4,152}{2} = 2,08 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$Q = V \times A$$

$$2,08 = 1,57$$

$$D^2 = 2,08/1,57$$

$$D = \sqrt{2,08/1,57} = 1,15 \approx 1,2 \text{ m} < h \text{ air disalurkan}$$

Kecepatan aliran baru didalam sipon :

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$= \frac{3,14 \times 1,2^2}{4}$$

$$= 1,131 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{2,08}{1,131} = 1,84 \text{ m/dt}$$

Debit air melalui sipon 2 pipa :

$$Q = V \times A$$

$$= 1,84 \times 1,13 \times 2$$

$$= 4,158 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Kontrol :

- a. $D = D < h$ air disalurkan = $1,2 < 1,4 \text{ m}$ (OK!)
- b. $Q_{\text{hit}} = Q_{\text{hit}} \geq Q_{\text{kap}} = 4,158 \geq 4,152$ (OK!)
- c. $V_{\text{min}} = V > 1,5 = 1,84 > 1,5$ (OK!)
- d. $V_{\text{max}} = V \leq 3 = 1,84 \leq 3$ (OK!)

Tabel 9 Kehilangan Tinggi Energi

Kehilangan energi					Total kehilangan energi
Akibat Gesekan Pipa	Bagian peralihan		Trashracc	Belokan	
	Inlet	Outlet			
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0,030	0,042	0,064	0,00409	0,027	0,167

Perhitungan Ambang dan Gorong – gorong

Dimensi bangunan sadap dihitung dengan Persamaan :

$$Q = V \times A$$

$$A = (b + mh)h$$

Data rencana :

- Debit rencana, Q = 0,060 m³/dt
- Kecepatan standar, V = 0,25 m/det
- Perbandingan b/h = 1
- Kemiringa talud (m) = 0

Dicari luas penampang basah. A :

$$Q = V \times A$$

$$A = Q/V$$

$$A = 0,060/0,25$$

$$A = 0,24 \text{ m}^2$$

Dari nilai b/h = 1, maka B = 1h dan m = 0. Sehingga

$$A = (b + mh)h$$

$$0,24 = (1h + 0 \times h)h$$

$$0,24 = 1h^2$$

$$h^2 = 0,240$$

$$h = \sqrt{0,240} = 0,489$$

$$b = 1 \times 0,489$$

$$b = 0,489 \approx 0,40 \text{ m}$$

Diambil lebar pintu b = 0,40 m, maka tinggi air yang baru dapat dicari sebagai berikut:

$$0,24 = (1 + 0 \times h)h$$

$$0,24 = 0,40h$$

$$h = \frac{0,24}{0,40} = 0,60 \text{ m}$$

a. Debit Melalui Ambang Pintu Dibuka Penuh

Ditetapkan :

- Tinggi air di atas ambang, h = 0,60 m.
- Lebar ambang, b = 0,40 m,

$$Q = C . B . H^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 1,71 . 0,40 . 0,60^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 0,318 \text{ m}^2/\text{dt}$$

b. Debit melalui Gorong - gorong

Debit melalui Gorong - gorong , dicari menggunakan persamaan

$$Q = \mu A \sqrt{2gz}$$

Dimana:

- Q = 0,318 m²/dt
- $\mu = 0,90$ tabel
- D = 0,40 m

Dicari luas penampang basah. A :

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 \times 0,40^2}{4}$$

$$A = 0,126 \text{ m}^2$$

Maka kehilangan tinggi energi pada gorong - gorong

$$z^{1/2} = \frac{Q}{\mu A \sqrt{2gz}}$$

$$z^{1/2} = \frac{0,318}{0,90 \times 0,126 \times \sqrt{2 \times 9,81}}$$

$$z = 0,635^2 = 0,40 \text{ m}$$

Debit melalui Gorong - gorong

$$Q = \mu A \sqrt{2gz}$$

$$Q = 0,9 \times 0,126 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,40}$$

$$Q = 0,317 \text{ m}^2/\text{dt}$$

Stabilitas Sipon

Tabel 10 Rekapitulasi Perhitungan Momen Untuk Beban Kombinasi Kondisi MAN Sipon Terisi Penuh

No	Uraian pembebanan	Beban		Momen	
		V	H	M _x	M _y
		(t)	(t)	(t.m)	(t.m)
1	Beban mati pasangan dan pipa	15,01		31,38	
2	Beban mati Air	7,28		15,21	
3	Beban mati tanah	0,63		1,32	
3	Tekanan Tanah aktif	(0,11)	(1,28)		(0,74)
4	Tekanan Tanah pasif	0,48	5,40		3,13
5	Gaya Uplift	(14,42)		(30,14)	
Jumlah Total		8,86	4,12	17,76	2,39

Tabel 11 Rekapitulasi Perhitungan Momen Untuk Beban Kombinasi Kondisi MAN Sipon Terisi Penuh Gempa

No	Uraian pembebanan	Beban		Momen	
		V	H	M _x	M _y
		(t)	(t)	(t.m)	(t.m)
1	Beban mati pasangan dan pipa	15,01	0,41	31,38	0,48
2	Beban mati Air	7,28	0,06	15,21	0,06
3	Beban mati tanah	0,63	0,01	1,32	0,02
3	Tekanan Tanah aktif	(0,11)	(1,28)		(0,74)
4	Tekanan Tanah pasif	0,48	5,40		3,13
5	Gaya Uplift	(14,42)		(30,14)	
Jumlah Total		8,86	4,60	17,76	2,95

Tabel 12 Rekapitulasi Perhitungan Momen Untuk Beban Kombinasi Kondisi MAN Sipon Kosong

No	Uraian pembebanan	Beban		Momen	
		V	H	M _x	M _y
		(t)	(t)	(t.m)	(t.m)
1	Beban mati pasangan dan pipa	15,01		31,38	
2	Beban mati Air	5,02		10,48	
3	Beban mati tanah	0,63		1,32	
3	Tekanan Tanah aktif	(0,11)	(1,28)		(0,74)
4	Tekanan Tanah pasif	0,48	5,40		3,13
5	Gaya Uplift	(14,42)		(30,14)	
Jumlah Total		6,60	4,12	13,04	2,39

Tabel 13 Rekapitulasi Perhitungan Momen Untuk Beban Kombinasi Kondisi MAN Sipon Kosong Gempa

No	Uraian pembebanan	Beban		Momen	
		V	H	M _x	M _y
		(t)	(t)	(t.m)	(t.m)
1	Beban mati pasangan dan pipa	15,01	0,41	31,38	0,48
2	Beban mati Air	5,02		10,48	
3	Beban mati tanah	0,63	0,01	1,32	0,02
3	Tekanan Tanah aktif	(0,11)	(1,28)		(0,74)
4	Tekanan Tanah pasif	0,48	5,40		3,13
5	Gaya Uplift	(14,42)		(30,14)	
Jumlah Total		6,60	4,54	13,04	2,88

A. Stabilitas Terhadap Guling Dan Geser Kondisi MAN Sipon Terisi Penuh

1. Terhadap guling

Untuk menghitung keamanan terhadap gaya guling digunakan persamaan adalah sebagai berikut :

$$SF = Mt / Mg$$

$$SF = 1,5 \text{ (Tabel)}$$

$$Mt = 31,38 + 10,48 + 1,32 - 30,14$$

$$= 13,04 \text{ t/m}$$

$$Mg = 3,13 - 0,74$$

$$= 2,39 \text{ t/m}$$

$$SF = Mt / Mg$$

$$= 13,04 / 2,39$$

$$= 5,5 > 1,5 \text{ (aman)}$$

2. Terhadap geser

Untuk menghitung keamanan terhadap gaya gelincir digunakan persamaan adalah sebagai berikut :

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

$$SF = 1,1 \text{ (Tabel)}$$

$$F = 0,75 \text{ (Tabel)}$$

$$\Sigma V = 15,01 + 5,02 + 0,63 + (0,48 - 0,11) - 14,42$$

$$= 6,60 \text{ t}$$

$$\Sigma H = 5,40 - 1,28$$

$$= 4,12 \text{ t}$$

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

$$SF = 0,75 \times 6,60 / 4,12$$

$$= 1,2 > 1,1 \text{ (aman)}$$

B. Stabilitas Terhadap Guling Dan Geser Kondisi MAN Sipon Terisi Penuh Gempa

1. Terhadap guling

Untuk menghitung keamanan terhadap gaya guling digunakan persamaan sebagai berikut :

$$SF = Mt / Mg$$

$$SF = 1,3 \text{ (Tabel)}$$

$$Mt = 31,38 + 10,48 + 1,32 - 30,14$$

$$= 13,04 \text{ t/m}$$

$$Mg = (3,13 - 0,74) + 0,48 + 0,02$$

$$= 2,88 \frac{t}{m}$$

$$SF = Mt / Mg$$

$$= 13,04 / 2,88$$

$$= 4,5 > 1,5 \text{ (aman)}$$

2. Terhadap geser

Untuk menghitung keamanan terhadap gaya gelincir digunakan persamaan sebagai berikut :

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

$$SF = 1,1 \text{ (Tabel)}$$

$$f = 0,75 \text{ (Tabel)}$$

$$\Sigma V = 15,01 + 5,02 + 0,63 + (0,48 - 0,11) - 14,42$$

$$= 6,60 \text{ t}$$

$$\Sigma H = (5,40 - 1,28) + 0,41 + 0,01$$

$$= 4,54 \text{ t}$$

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

$$SF = 0,75 \times 6,60 / 4,54$$

$$= 1,1 > 1,1 \text{ (aman)}$$

C. Stabilitas Terhadap Guling Dan Geser Kondisi MAN Sipon Kosong

1. Terhadap guling

Untuk menghitung keamanan terhadap gaya guling digunakan persamaan adalah sebagai berikut :

$$SF = Mt / Mg$$

$$SF = 1,5 \text{ (Tabel)}$$

$$Mt = 31,38 + 10,48 + 1,32 - 30,14$$

$$= 13,04 \text{ t/m}$$

$$Mg = 3,13 - 0,74$$

$$= 2,39 \text{ t/m}$$

$$SF = Mt / Mg$$

$$= 13,04 / 2,39$$

$$= 5,5 > 1,5 \text{ (aman)}$$

2. Terhadap Geser

Untuk menghitung keamanan terhadap gaya gelincir digunakan persamaan adalah sebagai berikut :

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

$$SF = 1,1 \text{ (Tabel)}$$

$$f = 0,75 \text{ (Tabel)}$$

$$\Sigma V = 15,01 + 5,02 + 0,63 + (0,48 - 0,11) - 14,42$$

$$= 6,60 \text{ t}$$

$$\Sigma H = 5,40 - 1,28$$

$$= 4,12 \text{ t}$$

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

$$SF = 0,75 \times 6,60 / 4,12$$

$$= 1,2 > 1,1 \text{ (aman)}$$

D. Stabilitas Terhadap Guling Dan Geser kondisi MAN sipon kosong gempa

1. Terhadap guling

Untuk menghitung keamanan terhadap gaya guling digunakan persamaan sebagai berikut :

$$SF = Mt / Mg$$

$$SF = 1,3 \text{ (Tabel)}$$

$$Mt = 31,38 + 10,48 + 1,32 - 30,14$$

$$= 13,04 \text{ t/m}$$

$$Mg = (3,13 - 0,74) + 0,48 + 0,02$$

$$= 2,88 \text{ t/m}$$

$$SF = Mt / Mg$$

$$= 13,04 / 2,88$$

$$= 4,5 > 1,5 \text{ (aman)}$$

3. Terhadap geser

Untuk menghitung keamanan terhadap gaya gelincir digunakan persamaan sebagai berikut :

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

$$SF = 1,1 \text{ (Tabel)}$$

$$f = 0,75 \text{ (Tabel)}$$

$$\Sigma V = 15,01 + 5,02 + 0,63 + (0,48 - 0,11) - 14,42$$

$$= 6,60 \text{ t}$$

$$\Sigma H = (5,40 - 1,28) + 0,41 + 0,01$$

$$= 4,54 \text{ t}$$

$$SF = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$$

$$SF = 0,75 \times 6,60 / 4,54$$

$$= 1,1 > 1,1 \text{ (aman)}$$

Perhitungan Daya Dukung Tanah

a. Kapasitas Dukung Ultimit Untuk Pondasi

Tanah Urug (Timbunan)

$$c = 0$$

$$\gamma \text{ sat} = 1,899 \text{ t/m}^3$$

Nilai $\phi = 30$, dari tabel terzagi didapat nilai

$$N_c = 37,2$$

$$N_q = 22,5$$

$$N_y = 18,7$$

$$B = 4,18 \text{ m}$$

$$D_f = 1,95$$

$$\begin{aligned}
 qu &= c Nc + Df Y Nq + \frac{1}{2} Y B Ny \\
 &= 0 \cdot 37,2 + 1,95 \cdot (1,899 - 1) \cdot 22,5 + \frac{1}{2} \cdot (1,899 - 1) \cdot 4,18 \cdot 18,7 \\
 &= 74,58 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

A. Kondisi MAN sipon terisi penuh

a. Eksentrisitas Terhadap guling (e)

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{2} - Xe \\
 Xe &= \frac{\Sigma MA}{\Sigma V} = \frac{\Sigma MW - \Sigma Ma}{\Sigma V} = \frac{17,762 - 2,390}{8,863} = 1,73 \\
 e &= \frac{4,18}{2} - 1,73 = 0,36 < \frac{B}{6} = \frac{4,18}{6} = 0,70 \text{ m (OK!)}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Daya Dukung Tanah Ultimate (qu)

$$\begin{aligned}
 q_{all} &= \left(\frac{1}{SF}\right) \times qu \\
 &= \left(\frac{1}{3}\right) \times 74,58 \\
 &= 24,86 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{max} &= \frac{V}{B} \times \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \\
 &= \frac{8,86}{4,18} \times \left(1 + \frac{6 \cdot 0,36}{4,18}\right) \\
 &= 3,63 \text{ t/m}^2 < 24,86 \text{ t/m}^2 \text{ (OK!)}
 \end{aligned}$$

B. Kondisi MAN Sipon Terisi Penuh Gempa

a. Eksentrisitas Terhadap guling (e)

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{2} - Xe \\
 Xe &= \frac{\Sigma MA}{\Sigma V} = \frac{\Sigma MW - \Sigma Ma}{\Sigma V} = \frac{17,762 - 2,946}{8,863} = 1,67 \\
 e &= \frac{4,18}{2} - 1,67 = 0,42 < \frac{B}{6} = \frac{4,18}{6} = 0,70 \text{ m (OK!)}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Daya Dukung Tanah Ultimate (qu)

$$\begin{aligned}
 q_{all} &= \left(\frac{1}{SF}\right) \times qu \\
 &= \left(\frac{1}{3}\right) \times 74,58 \\
 &= 24,86 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{max} &= \frac{V}{B} \times \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \\
 &= \frac{8,86}{4,18} \times \left(1 + \frac{6 \cdot 0,42}{4,18}\right) \\
 &= 3,72 \text{ t/m}^2 < 24,86 \text{ t/m}^2 \text{ (OK!)}
 \end{aligned}$$

C. Kondisi MAN Sipon Kosong

a. Eksentrisitas Terhadap guling (e)

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{2} - Xe \\
 Xe &= \frac{\Sigma MA}{\Sigma V} = \frac{\Sigma MW - \Sigma Ma}{\Sigma V} = \frac{13,037 - 2,390}{6,603} = 1,61 \\
 e &= \frac{4,18}{2} - 1,61 = 0,48 < \frac{B}{6} = \frac{4,18}{6} = 0,70 \text{ m (OK!)}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Daya Dukung Tanah Ultimate (qu)

$$\begin{aligned}
 q_{all} &= \left(\frac{1}{SF}\right) \times qu \\
 &= \left(\frac{1}{3}\right) \times 74,58 \\
 &= 24,86 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{max} &= \frac{V}{B} \times \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \\
 &= \frac{6,60}{4,18} \times \left(1 + \frac{6 \cdot 0,48}{4,18}\right) \\
 &= 3,26 \text{ t/m}^2 < 24,86 \text{ t/m}^2 \text{ (OK!)}
 \end{aligned}$$

D. kondisi MAN sipon kosong gempa

a. Eksentrisitas Terhadap guling (e)

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{2} - Xe \\
 Xe &= \frac{\Sigma MA}{\Sigma V} = \frac{\Sigma MW - \Sigma Ma}{\Sigma V} = \frac{13,037 - 2,885}{6,603} = 1,54 \\
 e &= \frac{4,18}{2} - 1,54 = 0,55 < \frac{B}{6} = \frac{4,18}{6} = 0,70 \text{ m (OK!)}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Daya Dukung Tanah Ultimate (qu)

$$\begin{aligned}
 q_{all} &= \left(\frac{1}{SF}\right) \times qu \\
 &= \left(\frac{1}{3}\right) \times 74,58 \\
 &= 24,86 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{max} &= \frac{V}{B} \times \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \\
 &= \frac{6,60}{4,18} \times \left(1 + \frac{6 \cdot 0,55}{4,18}\right) \\
 &= 3,37 \text{ t/m}^2 < 24,86 \text{ t/m}^2 \text{ (OK!)}
 \end{aligned}$$

Analisa Biaya Pekerjaan .

Berdasarkan perhitungan alternatif konstruksi sipon terlihat bahwa biaya pelaksanaan pekerjaan Sipon dengan Pipa Beton dan pipa Pipa HDPE Spiral SN2 selisih Rp. 439.607.000,00. Nilai Efisiensi pekerjaan bangunan Sipon adalah

$$\begin{aligned}
 &= \frac{39.468.622.000,00 - 39.029.015.000,00}{39.468.622.000,00} \times 100 \\
 &= 0,0111 \%
 \end{aligned}$$

H. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perencanaan sipon, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Kebutuhan air rata-rata di saluran induk Peterongan adalah 1,50 l/det.ha dan kebutuhan air maks 3,31 l/det.ha. Pada petak 1 luas 10 ha diambil debit rencana $Q_{65\%} = 0,0248 \text{ m}^3/\text{dt}$, Petak 2 luas 38 ha diambil debit $Q_{100\%} = 0,057 \text{ m}^3/\text{dt}$, Petak 3 luas 74 ha diambil debit $Q_{100\%} = 0,111 \text{ m}^3/\text{dt}$, Petak 4 luas 12 ha diambil debit $Q_{65\%} = 0,0183 \text{ m}^3/\text{dt}$, Petak 5 luas 8,5 ha diambil debit $Q_{65\%} = 0,0133 \text{ m}^3/\text{dt}$, Petak 6 luas 11,5 ha diambil debit $Q_{65\%} = 0,0179 \text{ m}^3/\text{dt}$, jadi debit yang terbesar tidak selalu terdapat dari $Q = Q_{\text{max}}$, sehingga debit rencana tidak dapat begitu saja ditentukan dari pembagian debit pada 100% Q_{max} . Debit rencana pada saluran suplesi sekunder gude didapat $Q = 0,846 \text{ m}^3/\text{dt}$. Debit rencana di saluran induk Peterongan ruas bpt 5 – bpt 6 didapat $Q = 4,152 \text{ m}^3/\text{dt}$
2. Didapatkan dimensi saluran induk ruas BPT5-BPT6, lebar saluran $b = 4,50 \text{ m}$, tinggi muka air $h = 1,40$, kemiringan saluran $I = 0,000108$, kecepatan air di saluran (V) = 0,659 m/dt, dengan menggunakan lining beton dalam bentuk persegi. Didapatkan dimensi sipon yang baru dengan dimensi 1,2 m (double barrel), dan panjang total sipon diperoleh 36 m, sipon direncanakan menggunakan pipa HDPE Spiral. Dari hasil perhitungan kehilangan tinggi energi berdasarkan dimensi sipon baru dan penggunaan material baru, dapat dilihat bahwa efisiensi sistem irigasi saluran pembawa air mengalami penurunan karena terjadi penurunan tinggi tekanan air sebanyak 0,167 m. Penurunan ini terjadi karena sejumlah faktor, termasuk kehilangan pada trashrack, perubahan bentuk saluran, kehilangan pada siku, dan kehilangan akibat gesekan. Penting untuk dicatat bahwa total kehilangan tinggi energi harus tetap lebih rendah daripada perbedaan tinggi energi yang tersedia sebesar 0,200 m, sehingga dapat disimpulkan bahwa sipon dengan dimensi dan material baru ini masih dapat digunakan secara efektif untuk mengalirkan air. Perencanaan dimensi bangunan bagi, bagi sadap, dan sadap dengan pintu sorong kombinasi ambang didapat bervariasi, dimensi ambang terkecil yang diperoleh lebar 0,30 m dan dimensi terbesar diperoleh 2 m. Diperoleh juga dimensi pintu terkecil lebar 0,30 m dan dimensi terbesar diperoleh lebar 1,00 m. Hasil perhitungan stabilitas bangunan sipon terhadap gaya-gaya yang berpengaruh masih dalam kondisi aman dan sesuai syarat-syarat stabilitas bangunan
3. Pada perencanaan sipon menggunakan pipa hdpe spiral didapatkan biaya sebesar Rp. 39.468.622.000,00 dan sipon dengan pipa beton sebesar Rp. 39.029.015.000,00. Hasil perhitungan biaya perencanaan bangunan sipon pipa hdpe spiral SN2 lebih mahal bila dibandingkan dengan perencanaan sipon pipa beton dengan nilai efisiensi sebesar 0,0111 %.

SARAN

Adapun saran yang ingin disampaikan penulis dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Sebelum memulai analisis dan perencanaan, penting untuk memastikan bahwa data yang diperlukan tersedia secara lengkap dan akurat. Hal ini akan mempermudah proses analisis dan perencanaan yang akan dilakukan.
2. Dalam skripsi ini untuk perencanaan sipon dipilih hanya satu alternatif, yaitu menggunakan pipa HDPE Spiral diameter 1,20 m SN2, dalam hal ini disarankan memungkinkan untuk dilakukan penelitian yang lebih detail, sebab material pipa yang digunakan jarang digunakan untuk bangunan sipon, dan tentunya dalam perencanaan tetap mempertimbangkan efektifitas dan efisiensinya untuk pelaksanaan konstruksi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2011. Tata Cara Rancangan Sistem Jaringan Perpipaan Air Limbah Terpusat tentang Pedoman Perencanaan. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [2] Direktorat Jenderal Departemen PU, 2013, Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP – 02, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [3] Direktorat Jenderal Departemen PU, 2013, Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Saluran KP – 03, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [4] Direktorat Jenderal Departemen PU, 2013, Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP – 04, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [5] Direktorat Jenderal Departemen PU, 2013, Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Petak Tersier KP– 05, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [6] Joetata et. al. 1997. Irigasi dan Bangunan Air. Penerbit Gunadarma, Jakarta
- [7] Mawardi Erman, 2010. Desain Hidraulik Bangunan Irigasi , Alfabeta, Bandung
- [8] Peraturan Menteri PUPR, 2022, No. 1 Tahun 2022, Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [9] Triatmojo Bambang, 2013, Hidraulika II, Beta Offset, Yogyakarta.