

Perencanaan Pipa Transmisi Air Baku: Intake Linuh - IPA Bungur PDAM Kabupaten Tapin

Transmission Pipe Planning of Raw Water: Linuh Intake - Bungur Water Treatment Plant (IPA), PDAM Tapin District

Awan Risdiyanto¹, Moh Abduh^{2*}

^{1,2} Program Profesi Insinyur-Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia
Alamat korespondensi: Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang
email: abduh@umm.ac.id*

Abstract

Bungur Intake takes water from the Tapin River to fulfill the raw water supply for the Bungur Water Treatment Plant (IPA) of Tapin Regency PDAM. The condition of the quality and fluctuation of the river water level at Bungur Intake causes the supply of raw water to be often disrupted during the dry season. With the construction of the Tapin Dam, the Bungur Water Treatment Plant is planned as a raw water treatment center to further supply clean water needs in most areas of Tapin Regency. Thus there is an increase in raw water demand both due to the addition of service areas and projected population growth. The installed capacity of Bungur IPA in 2019 is 210 l/dt with an operating capacity of 170 l/dt where there is a residual capacity of 30 l/dt. Based on the expansion of the service area and projected population growth, it is estimated that in the next 40 years the raw water demand that must be provided by Bungur IPA is 500 l/dt. To improve service, the raw water transmission system is planned by moving the intake upstream of the Tapin River, namely at Bendung Linuh, while the transmission pipeline network is planned to be built in stages using the two transmission lines method. The capacity of each transmission line is planned based on the raw water needs of the additional service area and projected population growth.

Keywords: Raw Water; Dam; Intake; Water Treatment Plant; Transmision Network

Abstrak

Intake Bungur mengambil air dari Sungai Tapin untuk memenuhi pasokan air baku Instalasi Pengolahan Air (IPA) Bungur PDAM Kabupaten Tapin. Kondisi kualitas dan fluktuasi muka air sungai pada Intake Bungur menyebabkan pasokan air baku seringkali terganggu pada saat musim kemarau tiba. Dengan adanya pembangunan Bendungan Tapin maka IPA Bungur direncanakan sebagai pusat pengolahan air baku untuk selanjutnya dapat memasok kebutuhan air bersih di sebagian besar wilayah Kabupaten Tapin. Dengan demikian terjadi peningkatan kebutuhan air baku baik karena terjadi penambahan areal layanan maupun proyeksi pertumbuhan penduduk. Kapasitas terpasang IPA Bungur Tahun 2019 adalah sebesar 210 l/dt dengan kapasitas operasi sebesar 170 l/dt dimana terdapat kapasitas sisa sebesar 30 l/dt. Berdasarkan perluasan areal layanan dan proyeksi pertumbuhan penduduk maka diperkirakan dalam 40 tahun ke depan kebutuhan air baku yang harus di sediakan oleh IPA Bungur adalah sebesar 500 l/dt. Untuk memperbaiki pelayanan maka direncanakan sistem transmisi air baku dengan memindahkan intake ke arah hulu Sungai Tapin yaitu di Bendung Linuh sedangkan jaringan pipa transmisi direncanakan pembangunannya secara bertahap dengan metode dua jalur transmisi. Kapasitas masing-masing jalur transmisi direncanakan berdasarkan kebutuhan air baku dari penambahan areal layanan maupun proyeksi pertumbuhan penduduk.

Kata Kunci: Air Baku; Bendung; Intake; Instalasi Pengolahan Air; Jaringan Transmisi

PENDAHULUAN

Instalasi Pengolahan Air (IPA) Bungur milik PDAM Kabupaten Tapin berada di Kecamatan Bungur Kabupaten Tapin Provinsi

Kalimantan Selatan. IPA Bungur memperoleh air dari Sungai Tapin melalui pengambilan Intake Bungur yang berada tidak jauh dari IPA Bungur. Saat ini kapasitas terpasang IPA

Please cite this article as:

Risdiyanto, A., & Abduh, M. (2022). Perencanaan Pipa Transmisi Air Baku: Intake Linuh - IPA Bungur PDAM Kabupaten Tapin. *Media Teknik Sipil*, 20(2), 36-44. <https://doi.org/10.22219/jmts.v20i2.14616>

Bungur adalah sebesar 210 l/dt dengan kapasitas operasi 170 l/dt, dengan wilayah layanan meliputi Kecamatan Bungur dan Kecamatan Lokpaikat.

Operasi Intake Bungur di Sungai Tapin mengalami 2 kendala utama yaitu:

1. Kualitas air

Lokasi pengambilan air di Sungai Tapin berada di hilir area tambang batu bara dan tambang pasir sehingga setiap kali kegiatan tambang beroperasi maka akan terjadi penurunan kualitas air. Ekosistem daerah aliran Sungai mengalami degradasi dalam penurunan kualitas air akibat adanya aktifitas industri dan tambang (Supriyono et al., 2015).

2. Fluktuasi muka air

Pada saat musim kemarau terjadi penurunan muka air hingga bila penurunan cukup tinggi mengakibatkan pompa intake berhenti beroperasi sehingga pasokan air baku terganggu. Permukaan air tanah pada masa kemarau mengalami penurunan dengan adanya perbedaan tinggi muka air dangkal dan dalam (Norhalimah et al., 2021).

Pada Tahun 2017 dilakukan pembangunan Bendungan Tapin yang berlokasi di Desa Pipitak Jaya Kecamatan Piani yang direncanakan diselesaikan pada Tahun 2020 dan beroperasi pada Tahun 2021. Bendungan Tapin dibangun dengan beberapa manfaat yaitu untuk pembangkit listrik, retensi banjir, irigasi dan air baku. Air irigasi diberikan dengan mengalirkan air ke Sungai Tapin menuju Bendung Linuh di sebelah hilir sedangkan untuk keperluan air baku direncanakan pembangunan intake air baku di hulu Bendung Linuh. Penempatan bangunan intake air baku di hulu Bendung Linuh dengan pertimbangan:

1. Elevasi muka air terjaga;
2. Ruas sungai di hulu Bendung Linuh masih belum marak kegiatan tambang; dan
3. Ketersediaan lahan.

Dari hasil kegiatan survey topografi diperoleh data panjang rencana jalur transmisi yaitu 13.316 m dan perbedaan elevasi dari rencana bangunan intake dan IPA sebesar -23 m. PDAM Kabupaten Tapin memiliki beberapa IPA yang tersebar di wilayah IKK namun sebagian besar IPA yang ada memiliki masalah yang sama yaitu kendala ketersediaan dan kualitas air.

Dengan keberadaan Bendungan Tapin, PDAM Kabupaten Tapin merencanakan IPA

Bungur sebagai pusat pengolahan air baku agar selanjutnya dapat memasok kebutuhan air bersih di sebagian besar wilayah Kabupaten Tapin. Dengan demikian terjadi peningkatan kebutuhan air baku baik karena terjadi penambahan areal layanan maupun proyeksi pertumbuhan penduduk.

Berdasarkan perluasan areal layanan dan proyeksi pertumbuhan penduduk maka diperkirakan dalam 40 tahun ke depan kebutuhan air baku yang harus di sediakan oleh IPA Bungur adalah sebesar 500 l/dt. Maka diperlukan perencanaan intake dan jaringan transmisi air baku yang bersumber dari Bendung Linuh menuju unit pengolahan IPA Bungur dengan peningkatan debit layanan air baku sampai dengan 500 l/dt pada tahun 2060. Tujuan yang ingin dicapai dalam kajian ini adalah merencanakan jaringan transmisi air baku dari bendung Linuh ke IPA Bungur. Jaringan transmisi perlu direncanakan agar tekanan akhir pipa di seluruh daerah layanan dapat diseimbangkan secara berkelanjutan (Johnny MTS, Kiki Prio Utomo, 2013).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, Air Baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Air Minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Penyediaan Air Minum adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif. Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan satu kesatuan sarana dan prasarana Penyediaan Air Minum. SPAM merupakan jaringan kompleks yang membutuhkan pengelolaan yang cermat untuk memastikan kualitas dan keamanan air. Studi terbaru menyoroti kerentanan dan titik kontrol kritis dalam sistem ini, menekankan perlunya pemantauan yang kuat dan penilaian risiko.

SPAM menghadapi ancaman dari bahaya fisik, kimia, dan biologis, yang memerlukan penilaian kerentanan untuk mengidentifikasi

titik kontrol kritis (Tsitsifli & Kanakoudis, 2020).

Kompleksitas SPAM, termasuk perpipaan yang luas dan berbagai komponen, meningkatkan kerentanannya terhadap kegagalan dan kontaminasi.

Pemantauan kualitas air yang efektif sangat penting untuk menjaga kepercayaan pengguna dan kepatuhan terhadap standar kesehatan yang ditetapkan oleh organisasi seperti WHO (Maiolo & Pantusa, 2021)

Teknik analisis multivariat, seperti analisis komponen utama, dapat mengidentifikasi parameter kunci yang mempengaruhi kualitas air, membantu dalam pengelolaan SPAM.

Bangunan pengambilan (*intake*) adalah bangunan atau konstruksi penangkap air yang dibangun pada suatu lokasi sumber air yaitu sungai, mata air, dan air tanah dengan segala perlengkapannya dan dipergunakan sebagai tempat untuk mengambil air tersebut guna penyediaan air minum. Proyeksi kebutuhan air perlu diperhitungkan untuk merencanakan keperluan kapasitas *intake* (Johnny MTS, Kiki Prio Utomo, 2013).

Jaringan Pipa Transmisi Air Baku adalah ruas pipa pembawa air dari sumber air sampai unit produksi. Sistem perpipaan transmisi ini bertujuan untuk menyalurkan air dari sumber air baku, misalnya mata air menuju ke bangunan pengolahan, serta mengalirkan air hasil olahan menuju ke reservoir induk. Sistem perpipaan yang digunakan tergantung topografi dari wilayahnya, dan dapat dilakukan secara gravitasi, pemompaan maupun kombinasi pemompaan dan gravitasi (Peavy et al., 1985).

Pipa transmisi adalah infrastruktur penting untuk mengangkut gas alam dan air, tetapi juga menimbulkan risiko dan tantangan yang signifikan. Analisis kegagalan pipa transmisi gas alam mengungkapkan bahwa memahami penyebab kegagalan sangat penting untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional. Sebuah studi yang menggunakan metode Rough-AHP dan DEMATEL mengidentifikasi penyebab kegagalan utama, memungkinkan strategi manajemen risiko yang lebih baik bagi perusahaan energi dan pembuat kebijakan (Ahmed & Kabir, 2021).

Dalam konteks pipa transmisi air, masalah aliran transien, terutama karena kegagalan pompa, dapat menyebabkan

tekanan negatif dan kavitasi, yang mengharuskan pemasangan peralatan pelindung untuk mengurangi risiko (Arefi et al., 2021). Selain itu, jaringan pipa gas alam yang luas di AS menyoroti keseimbangan antara manfaat dan risiko, karena kebocoran dan ledakan dapat memiliki konsekuensi parah bagi komunitas tuan rumah (Anderson, 2020).

Sementara fokusnya sering pada mitigasi risiko, manfaat ekonomi dan lingkungan dari sistem pipa yang efisien tidak dapat diabaikan, menekankan perlunya strategi manajemen yang komprehensif.

Kriteria perencanaan yang ditentukan pada perencanaan jaringan pipa transmisi adalah:

1. Pengaliran dalam pipa sedapat mungkin dilakukan secara gravitasi,
2. Jalur pipa transmisi selurus dan sependek mungkin,
3. Pemakaian aksesories dan syphon diusahakan seminimum mungkin,
4. Kesulitan pelaksanaan konstruksi sekecil mungkin,
5. Mudah dalam operasi dan pemeliharaan,
6. Untuk keamanan, sedapat mungkin jalur transmisi diusahakan tidak melalui daerah yang tidak stabil (*labil*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali oleh studi literatur sebagai dasar pengumpulan data yang digunakan untuk perencanaan jalur transmisi, sumber air, dan pengukuran kebutuhan air baku. Data yang diperlukan dalam studi perencanaan ini meliputi:

a) Data Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku ditetapkan berdasarkan kebutuhan air bersih (Savitri & Wijaya, 2016). Kebutuhan air bersih dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu kebutuhan domestik dan non domestik. Kebutuhan domestik merupakan kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum.

Kebutuhan air bersih yang meningkat, merupakan sebuah indikasi perlunya proyeksi pemenuhan kebutuhan air bersih melalui evaluasi kapasitas konsumsi, produksi, dan pertumbuhan penduduk (Susilah, 2017). Dalam perencanaan ini kebutuhan air baku ditetapkan berdasarkan rencana pengembangan kapasitas IPA Bungur oleh PDAM Tapin

sebesar 500 l/dt dari kapasitas awal sebesar 210 l/dt. Pemenuhan kapasitas layanan debit dilakukan secara bertahap sebagai berikut:

1. Tahap I, periode tahun layanan Tahun 2020 – 2040, kapasitas debit 250 l/dt
2. Tahap II, periode tahun layanan Tahun 2040 – 2060, kapasitas debit ditambah secara bertahap mengikuti perkembangan proyeksi kebutuhan air baku dan pengembangan jaringan distribusi PDAM Kabupaten Tapin hingga mencapai 500 l/dt.

b) Data Sumber Air

Sumber air diambil dari Bendung Linuh yang membendung aliran Sungai Tapin. Data teknis tubuh Bendung Linuh adalah:

- ✓ Tipe : Bendung Tetap
- ✓ Konstruksi : Pasangan Batu
- ✓ Elevasi Puncak : + 40,00
- ✓ Tipe Pelimpah : Mercu Bulat
- ✓ El. Mercu Pelimpah : 34,80 m
- ✓ Tinggi Pelimpah : 5,00 m
- ✓ Panjang pelimpah : 25,00 m
- ✓ Tipe Kolam Olak : Bak tenggelam

Data teknis sumber air diperlukan untuk menentukan tipe bangunan pengambilan yang akan digunakan.

c) Data Jalur Transmisi

Jalur pipa transmisi diperoleh dari peta situasi udara dan hasil pengukuran. Jalur transmisi dimulai dari titik pengambilan air baku di Bendung Linuh dan berakhir di IPA Bungur dengan panjang pipa transmisi + 13.316 m. Material pipa menggunakan HDPE PE.100.

Setelah penentuan sumber air, perencanaan jalur transmisi, dan perhitungan kebutuhan air baku didapatkan, dilanjutkan dengan perencanaan bangunan pengambilan (*intake*) dan analisis hidrolis sistem transmisi.

Penentuan spesifikasi pipa transmisi dan pompa dilakukan apabila hasil analisis hidrolis sistem transmisi dan bangunan pengambilan sudah didapatkan. Menentukan spesifikasi pipa transmisi dan pompa melibatkan pendekatan multifaset yang mempertimbangkan berbagai parameter operasional dan desain.

Model matematika sangat penting untuk memahami karakteristik pompa, terutama dalam sistem transmisi oli. Serediuk menekankan perlunya model yang memperhitungkan viskositas oli dan laju aliran rendah, mengusulkan model polinomial

untuk perhitungan tekanan dan efisiensi yang akurat (Serediuk, 2019).

Besrou dkk. menyoroti kompleksitas pemilihan teknik spesifikasi persyaratan yang sesuai, yang dapat memengaruhi desain dan fungsionalitas sistem transmisi. Pemahaman yang jelas tentang teknik-teknik ini sangat penting untuk desain sistem yang efektif (Besrou et al., 2015).

Sebaliknya, sementara metode matematika dan analitik memberikan pendekatan terstruktur untuk penentuan spesifikasi, tantangan praktis seperti berbagai kondisi operasional dan kebutuhan pemeliharaan dapat mempersulit implementasi.

Aliran dalam pipa memiliki tiga macam energi yang bekerja didalamnya, yaitu:

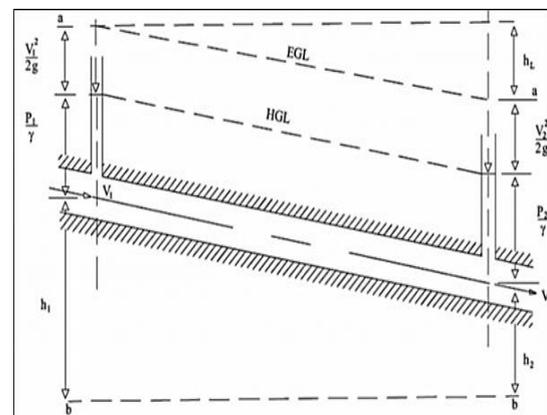
1. Energi ketinggian
2. Energi tekanan
3. Energi kecepatan

Hal tersebut dikenal dengan prinsip Bernoulli, tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, energi tekanan dan energi ketinggian yang ditulis sebagai berikut:

$$E_{Tot} = h + \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma w}$$

$$E_{Tot} = \text{Energi ketinggian} + \text{Energi kecepatan} + \text{Energi tekanan}$$

Menurut teori kekekalan energi, bila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan (Gambar 1).



Gambar 1. Garis Tenaga dan Tekanan
Sumber: (Triatmodjo, 1993)

Sesuai grafik di atas dapat ditulis dalam persamaan seperti berikut (Triatmodjo, 1993):

$$h_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f$$

Dengan :

$\frac{p_1}{\gamma_w}, \frac{p_2}{\gamma_w}$ = tinggi tekan di titik 1,2 (m)

$\frac{v_1^2}{2g}, \frac{v_2^2}{2g}$ = tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)

p_1, p_2 = Tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m^2)

γ_w = Berat jenis air (kg/m^3)

V_1, V_2 = aliran di titik 1 dan 2 (m^3/dt)

g = Percepatan gravitasi (m/det^2)

h_1, h_2 = Tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)

H_f = Kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m).

Dengan memperhitungkan hukum kontinuitas :

$$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}}$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

Dengan:

Q_1 = debit pada potongan 1 (m^3/det)

Q_2 = debit pada potongan 2 (m^3/det)

A_1 = luas penampang pada potongan 1

A_2 = luas penampang pada potongan 2

V_1 = kecepatan pada potongan 1

V_2 = kecepatan pada potongan 2

Mak ada aliran percabangan pipa juga berlaku hukum kontinuitas dimana debit yang masuk pada suatu pipa sama dengan debit yang keluar pipa. Hal tersebut diilustrasikan sebagai berikut:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \cdot V_1 = (A_2 \cdot V_2) + (A_3 \cdot V_3)$$

dengan:

Q_1, Q_2, Q_3 = Debit yang mengalir pada penampang 1, 2 dan 3 (m^3/det)

V_1, V_2, V_3 = Kecepatan pada penampang 1, 2 dan 3 (m/det)

Kehilangan tinggi tekan dalam pipa dapat dibedakan menjadi kehilangan tinggi tekan mayor (major losses) dan kehilangan tinggi tekan minor (minor losses). Diferensiasi kehilangan ketinggian tekan dalam pipa menjadi kerugian besar dan kecil sangat penting untuk memahami dinamika fluida dalam sistem perpipaan. Kerugian besar biasanya timbul dari gesekan sepanjang pipa, sementara kerugian kecil terjadi karena perubahan arah atau kecepatan aliran, seperti tikungan dan alat kelengkapan.

Kerugian besar terutama disebabkan oleh gesekan, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti panjang pipa, diameter, dan kecepatan aliran. Faktor gesekan dapat ditentukan secara eksperimental menggunakan segmen pipa halus dan kasar, seperti yang ditunjukkan dalam pengaturan pendidikan.

Kerugian kecil dikaitkan dengan alat kelengkapan, tikungan, dan gangguan aliran lainnya. Misalnya, koefisien kehilangan kepala pada tikungan 90° dapat bervariasi secara signifikan berdasarkan desain tikungan dan laju aliran (Abduh et al., 2020).

Penelitian menunjukkan bahwa koefisien kerugian kecil dapat dipengaruhi oleh sudut dan radius tikungan, dengan analisis eksperimental dan numerik memberikan wawasan tentang perilaku mereka dalam kondisi yang berbeda (Islam et al., 2016).

Sebaliknya, sementara kerugian kecil sering dianggap dapat diabaikan di beberapa sistem, mereka dapat menjadi signifikan dalam jaringan pipa yang ditingkatkan atau kompleks, seperti yang ditunjukkan dalam studi kasus di mana dampaknya terhadap efisiensi sistem secara keseluruhan disorot (Annan & Gooda, 2018).

Ada beberapa teori dan formula untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor ini yaitu dari Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Manning, Chezy, Colebrook-White dan Swamme-Jain. Adapun besarnya kehilangan tinggi tekan mayor yang dalam kajian ini dihitung dengan persamaan Hazen-Williams (Triatmodjo, 1993):

$$Q = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$$V = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

dengan:

V = kecepatan aliran pada pipa

C_{hw} = koef. kekasaran pipa Hazen -Williams

A = luas penampang aliran (m^2)

Q = debit aliran pada pipa (m^3/det)

S = kemiringan hidraulis = h_f / L

R = jari-jari hidrolis (m) = $D / 4$

Untuk $Q = V/A$, didapat persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut Hazen-Williams sebesar (Webber, 2018).

$$h_f = k \cdot Q^{1,85}$$

$$k = \frac{10,67L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

Dengan:

- h_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)
- D = diameter pipa (m)
- k = koefisien karakteristik pipa
- L = panjang pipa (m)
- Q = debit aliran pada pipa (m³/det)
- C_{hw} = koefisien kekasaran Hazen-Williams

Kehilangan tinggi tekan minor antara lain dapat disebabkan oleh pelebaran pipa, penyempitan mendadak pada pipa, tipe mulut pipa, belokan pada pipa, sambungan dan katup pada pipa dan lain-lain. Pada pipa-pipa yang panjang, kehilangan minor ini sering diabaikan tanpa kesalahan yang berarti ($L/D \gg 1000$), tetapi menjadi penting pada pipa pendek (Triatmodjo, 1993)

Kehilangan minor umumnya lebih besar bila terjadi perlambatan kecepatan aliran didalam pipa dibandingkan peningkatan kecepatan akibat adanya pusaran arus yang ditimbulkan oleh pemisahan aliran dari bidang batas pipa (Linsley & Franzini, 1996).

Pompa berfungsi untuk menaikkan atau memindahkan fluida dari permukaan yang rendah ke permukaan yang tinggi. Sedangkan pemompaan didefinisikan sebagai penambahan energi untuk memindahkan fluida dari permukaan yang rendah ke yang tinggi atau dari tekanan rendah ke tekanan tinggi Head total pompa harus disediakan untuk mengalirkan air seperti yang direncanakan, ditentukan berdasarkan kondisi instalasi yang dilayani pompa. Perhitungan head total pompa dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut (Sularso & Tahara, 1983):

$$H = h_f + h_{lm} + Zb + \frac{v^2}{2g}$$

dengan:

- H = head total pompa (m)
- H_f = kehilangan tinggi tekan major losses (m)
- H_{lm} = kehilangan tinggi tekan minor losses (m)
- Zb = merupakan perbedaan tinggi muka air di sisi keluar dan sisi isap (static head)
- $\frac{v^2}{2g}$ = head kecepatan keluar (m)

Total static head adalah perbedaan elevasi antara level zat cair discharge dan level zat cair suction atau pertambahan static suction head dan static discharge head.

- Static suction head (h_s) adalah perbedaan elevasi antara level zat cair suction dan pusat pompa.
- Static discharge head (h_d) adalah perbedaan elevasi antara level zat cair discharge dan pusat pompa

HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Analisis Hidrolik Pipa Transmisi
Pemilihan Diameter Pipa dilakukan dengan persamaan berikut:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

dengan:

- D = diameter pipa (m)
- Q = debit aliran pada pipa (m³/det)
- μ = konstanta perbandingan keliling lingkaran dengan diameternya
- V = kecepatan aliran pada pipa

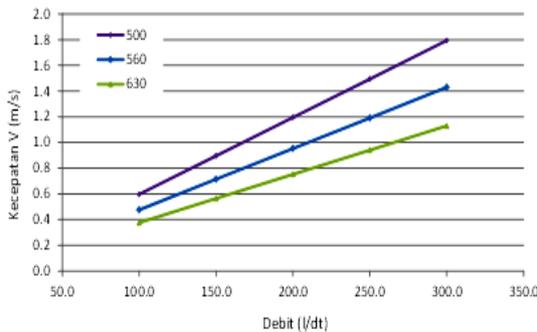
Dengan asumsi kecepatan aliran 1,0-2,0 m/dt. Perhitungan diameter teoritik dilakukan pada beberapa dimensi pipa untukantisipasi rencana pengembangan dan faktor koreksi untuk proyeksi masa mendatang. Dalam penelitian ini debit rencana awal ditentukan sebesar 250 l/dt dan rencana pengembangan pada tahap berikutnya 250 l/dt, dengan pendekatan menggunakan 3 diameter yaitu dia. 500 mm, 560 mm dan 630 mm. Spesifikasi pipa direncanakan menggunakan pipa HDPE PE100 dan kuat tekan awal pipa PN.6.3. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Gambar 2 berikut:

Tabel 1. Kecepatan Aliran dalam pipa berdasarkan debit dan diameter

Uraian	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Debit (l/dtk)	250.00	250.00	250.00
Dia. Luar Pipa (mm)	500.00	560.00	630.00
Kls Pipa (SDR/PN)	26.00	26.00	26.00
Tebal Pipa (mm)	19.23	21.54	24.23
Diameter Pipa (mm)	461.54	516.92	581.54
V aliran (1-2 m/s)	1.49	1.19	0.94

Tabel 2. Kecepatan Aliran dalam pipa berdasarkan debit dan diameter

Debit (l/dtk)	Diameter Pipa (mm)		
	500	560	630
100	0.598	0.476	0.376
150	0.897	0.715	0.565
200	1.195	0.963	0.753
250	1.494	1.191	0.941
300	1.793	1.429	1.129



Gambar 2. Grafik Kurva Kecepatan Aliran Dalam Pipa

Berdasarkan kurva kecepatan aliran dalam pipa untuk proyeksi debit jaringan transmisi hingga 250 l/dt, maka dipilih pipa HDPE PE 100 diameter 560 mm karena kecepatan pada debit proyeksi masih cukup memadai untuk pening-katan debit.

b) Perencanaan Bangunan Intake

Fluktuasi elevasi muka air dan jenis dari sumber air menjadi pertimbangan penting untuk menentukan jenis bangunan pengambilan dan tipe pompa yang digunakan. Mengingat kondisi sumber air baku maka ditetapkan tipe pompa yang digunakan adalah pompa benam (submersible) dan bangunan pengambilan berupa kolam hisap yang ditempatkan di hulu Bendung Linuh.

Pompa ditempatkan pada posisi muka air terendah dimana pompa masih dapat beroperasi. Mulut hisap pompa ditempatkan pada elevasi +31.15 m sedangkan pipa keluar ditempatkan pada elevasi + 41.00 m (pipa pengumpul), diperoleh total static head sebesar +10 m. Dalam rangka pentahapan pembangunan penyediaan prasarana air baku maka dipersiapkan dua kolam hisap.

Guna menunjang operasi bangunan pengambilan maka pada instalasi pompa transmisi dilengkapi dengan aksesories berupa gate valve, check valve, air valve,

expantion joint dan alat pengukur tekanan (pressure gauge).

c) Analisis Hidrolik Sistem Jaringan Transmisi

Rencana operasi jaringan transmisi dilakukan berdasarkan proyeksi pening-katan kapasitas debit layanan air baku dengan 2 skenario yaitu Skenario I, pemenuhan kebutuhan air baku jaringan transmisi dengan proyeksi debit awal sebesar 250 l/dt dan Skenario II, rencana pengembangan sebesar 250 l/dt.

Pada analisis hidrolik jaringan pipa transmisi, direncanakan menggunakan 3 buah pompa dengan kapasitas pompa pada Tabel 4 berikut:

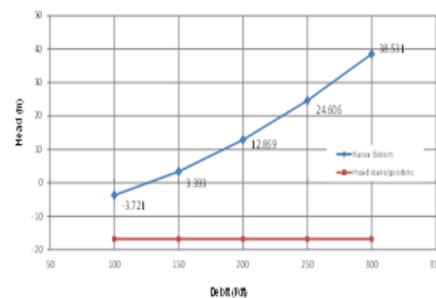
Tabel 4. Rencana Pompa Intake

Pompa	Tipe	Kapasitas (l/dtk)
1.	Submersible	125
2.	Submersible	125
3.	Submersible	125

Rekapitulasi hasil analisis hidrolis sistem jaringan pipa transmisi (kurva head sistem) dengan beberapa alternatif debit operasi berdasarkan perhitungan manual disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 3 berikut ini:

Tabel 5. Hasil Analisis Hidrolis Sistem Jaringan Pipa Transmisi

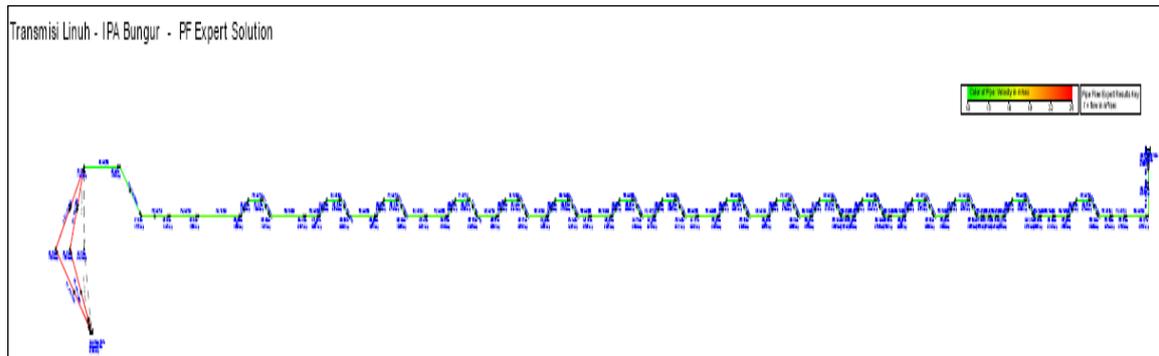
Debit (l/dtk)	H Sistem	H Statis & Geodetic	Jumlah (m)
100	0.598	0.476	0.376
150	0.897	0.715	0.565
200	1.195	0.963	0.753
250	1.494	1.191	0.941
300	1.793	1.429	1.129



Gambar 3. Grafik Kurva Kecepatan Aliran Dalam Pipa

Skematis analisis hidrolis jaringan pipa transmisi dengan bantuan program Pipeflow Expert dan hasil analisis hidrolis sistem

Sistem Jaringan Transmisi rencana memiliki panjang 13.316 m, direncanakan 2 skenario pengembangan dengan kapasitas



Gambar 4. Skema Hasil Analisis Hidrolik Jaringan Transmisi Tahap I

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Analisis Hidrolis Sistem Jaringan Transmisi

Skenario Tahapan Transmisi	Pompa	Keterangan	Kapasitas (l/dtk)	Total Debit (l/dtk)	Diameter Pipa (mm)	Kecepatan Aliran, V (m/dtk)	Tekanan Pipa (bar)		Head Analisis (m)
							Min	Maks	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I - II	1	Operasi	125	250	560	1.208	0.165	1.453	18.054
	2	Operasi	125						
	3	Cadangan	125						

jaringan transmisi dengan bantuan program Pipeflow Expert disajikan pada Gambar 4 dan Tabel 6.

Hasil analisis hidrolis sistem jaringan transmisi untuk kapasitas debit rencana 250 l/dt sebagai berikut:

1. Perhitungan manual sebesar 24,606 m (termasuk faktor keamanan sebesar 20% dan sisa tekan pada jaringan untuk keperluan operasi sebesar = 5 m)
2. Perhitungan program sebesar 18,054 m, bila ditambahkan faktor tekanan untuk operasi sebesar = 5 m maka Head analisis sistem jaringan transmisi perhitungan program menjadi sebesar $18,054 + 5,00 = 23,054$ m

Ditetapkan head sistem jaringan transmisi berdasarkan hasil perhitungan manual sebesar 24,606 m. Maka diambil head total pompa 25,00 m

Perhitungan kebutuhan diameter teoritik awal pipa diasumsikan dengan pipa HDPE PE100 diameter nominal 560 mm dengan kuat tekan 6.3 bar (PN.6.3) cukup memadai.

KESIMPULAN

Perencanaan Jaringan Transmisi Dari Intake Bendung Linuh Menuju IPA Bungur dilakukan untuk memperbaiki kualitas layanan penyediaan air baku.

debit Tahap I 250 l/dt dan Tahap II 250 l/dt. Tahap I direncanakan beroperasi dari Tahun 2020 hingga Tahun 2040 sedangkan Tahap II direncanakan beroperasi dari Tahun 2040 hingga Tahun 2060.

Analisis hidrolis sistem jaringan transmisi dilakukan manual dan bantuan program Pipeflow Expert dimana dari hasil analisis diperoleh operasi sistem jaringan transmisi dengan pompa (non gravitasi).

Spesifikasi pompa digunakan tipe submersible head 25 m dan pipa HDPE PE.100 diameter nominal 560 mm kuat tekan 6.3 bar (PN.6.3).

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., Suhardjono, S., Sumiadi, S., & Dermawan, V. (2020). The coefficient of head loss at the pipe bend 90° with the sliced bend. *Journal of Water and Land Development*, 46. <https://doi.org/10.24425/jwld.2020.134083>
- Ahmed, S. K., & Kabir, G. (2021). An Integrated Approach for Failure Analysis of Natural Gas Transmission Pipeline. *CivilEng*, 2(1). <https://doi.org/10.3390/civileng2010006>

- Anderson, D. A. (2020). Natural gas transmission pipelines: Risks and remedies for host communities. *Energies*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/en13081873>
- Annan, M., & Gooda, E. A. (2018). Effect of minor losses during steady flow in transmission pipelines – Case study “water transmission system upgrade in Northern Saudi Arabia.” *Alexandria Engineering Journal*, 57(4). <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.12.002>
- Arefi, M. H., Ghaeini-Hessaroeiyeh, M., & Memarzadeh, R. (2021). Numerical modeling of water hammer in long water transmission pipeline. *Applied Water Science*, 11(8). <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01471-9>
- Besrou, S., Rahim, L. B. A., & Dominic, P. D. D. (2015). Exploratory study to assess and evaluate requirement specification techniques using analysis determination requirements framework. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 9(3). <https://doi.org/10.19026/rjaset.9.1391>
- Islam, M. S., Basak, A., Sarkar, M. A. R., & Islam, M. Q. (2016). Study of Minor Loss Coefficient of Flexible Pipes for Different Bend Angles and Different Bend Radius by Experiment and Simulation. *Global Journal of Research In Engineering*, 16(4).
- Johnny MTS, Kiki Prio Utomo, D. P. (2013). PEMILIHAN LOKASI DAN PERENCANAAN SISTEM INTAKE AIR BAKU DI SUNGAI JAWI KECAMATAN SUNGAI KAKAP KABUPATEN KUBU RAYA. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1). <https://doi.org/10.26418/jtlb.v1i1.1901>
- Linsley, R. K., & Franzini, J. B. (1996). *Teknik Sumber Daya Air* (3rd ed.). Erlangga.
- Maiolo, M., & Pantusa, D. (2021). Multivariate analysis of water quality data for drinking water supply systems. *Water (Switzerland)*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/w13131766>
- Norhalimah, N., Ruslan, M., & Suyanto, S. (2021). ANALISIS TINGGI MUKA AIR TANAH DAN PEMETAANNYA DI LAHAN GAMBUT KAWASAN HUTAN LINDUNG LIANG ANGGANG KALIMANTAN SELATAN. *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(4). <https://doi.org/10.20527/jss.v4i4.3953>
- Peavy, H. S., Rowe, D. R., & Tchobanoglous, G. (1985). *Environmental Engineering* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Savitri, Y., & Wijaya, I. M. M. (2016). Pengelolaan dan perlindungan air baku dalam upaya penyediaan air minum yang berkelanjutan. *Magister Teknik Sanitasi Lingkungan*.
- Serediuk, M. D. (2019). MATHEMATICAL MODELING OF THE CHARACTERISTICS OF OIL PUMPS, TAKING INTO ACCOUNT THE VISCOSITY OF THE TRANSPORTED OIL. *Oil and Gas Power Engineering*, 1(31). [https://doi.org/10.31471/1993-9868-2019-1\(31\)-54-64](https://doi.org/10.31471/1993-9868-2019-1(31)-54-64)
- Sularso & Tahara. (1983). Pompa dan Kompresor. *Pt Pradina Paramita Jakarta*, 7(9).
- Supriyono, Iskarni, P., & Barlian, E. (2015). Kajian Dampak Penambangan Batubara terhadap Kualitas Air dan Arah Kebijakan Mitigasi Sungai di Sub DAS Hilir Sungai Bengkulu. *Jurnal Geografi Universitas Negeri Padang*, 4(2).
- Susilah, S. (2017). STUDI ANALISA KAPASITAS DEBIT TERHADAP KEBUTUHAN AIR BERSIH PROYEKSI TAHUN 2009 – 2014 PADA IPA BANTUAN OXFAM (PDAM TIRTA MON PASE) KABUPATEN ACEH UTARA. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 105. <https://doi.org/10.29103/tj.v3i2.36>
- Triatmodjo, B. (1993). *Hidrolika II*. Beta Offset.
- Tsitsifli, S., & Kanakoudis, V. (2020). Determining Hazards' Prevention Critical Control Points in Water Supply Systems. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2020002053>
- Webber, N. B. (2018). *Fluid Mechanics for Civil Engineers*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315273426>