



# 4.37%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 30 JAN 2025, 4:59 PM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

**CHANGED TEXT**  
4.37%

## Report #24590853

**1 5 11** BAB I PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang esensial untuk mendukung kehidupan sehari-hari dan pembangunan berkelanjutan. **7** Air bersih adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan harian masyarakat dengan kualitas yang sesuai syarat kesehatan air bersih dari Kementerian Kesehatan dan jika dimasak, air bersih dapat diminum (Kemenkes, 2017). Pada tingkat global, pengelolaan dan distribusi air minum yang efisien menantang banyak negara, terutama pada kawasan urban yang mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat. Di Indonesia, permasalahan air bersih menjadi sangat krusial. Untuk menghadapi tantangan besar dalam memenuhi kebutuhan air minum yang berkualitas bagi penduduknya, Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional Jatiluhur 1 dihadirkan sebagai solusi strategis yang dirancang untuk menyediakan air minum yang cukup dan berkualitas untuk wilayah Karawang, Bekasi hingga ke Jakarta. SPAM Regional Jatiluhur 1 merupakan salah satu Proyek Strategis Nasional dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas air minum.

**13** Proyek ini menggunakan skema Kerja Sama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU) untuk penyediaan infrastruktur air minum dengan kapasitas 4.750 liter per detik. Proyek ini mengambil air baku dari Sungai Bekasi yang kemudian disalurkan melalui berbagai trase distribusi, dengan salah satunya adalah trase Teluk Buyung. 1 Gambar 1. 1

Peta Penyaluran Air IPA Bekasi (Sumber: WIKA – Jaya Konstruksi KSO , 2024) Trase Teluk Buyung mempunyai fokus penting karena perannya yang kritis dalam efektivitas penyediaan air bersih di kawasan ini. Faktor-faktor seperti efisiensi penggunaan pompa, kondisi sistem transmisi, dan kualitas air masuk menjadi beberapa area utama yang memerlukan evaluasi mendalam untuk memastikan kinerja yang optimal. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dan memahami secara detail berbagai aspek stabilitas sistem transmisi pada trase Teluk Buyung, yang merupakan bagian trase dari SPAM Regional Jatiluhur 1. Kajian stabilitas tekanan sistem transmisi pada trase Teluk Buyung menjadi sangat penting dalam konteks pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Dengan memahami bagaimana sistem transmisi beroperasi, maka dapat mengidentifikasi potensi yang dapat menyebabkan kehilangan tekanan, seperti kebocoran pipa, kondisi sambungan, gelembung udara yang masuk dan kualitas air yang tidak sesuai standar. Selain itu, evaluasi kinerja transmisi juga dapat memberikan wawasan tentang bagaimana meningkatkan efisiensi operasional. Pada akhirnya akan berdampak positif pada pelayanan kepada masyarakat. Melalui pendekatan analisis yang komprehensif, penelitian ini akan mengeksplorasi berbagai parameter yang mempengaruhi 2 stabilitas tekanan sistem transmisi, termasuk kondisi fisik sambungan, kebocoran pipa, serta faktor lingkungan yang

dapat mempengaruhi aliran air. Dengan demikian, hasil dari studi ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang berharga untuk perbaikan dan pengembangan sistem penyediaan air minum yang lebih baik di masa depan. Selain itu, dapat memberikan kontribusi pada upaya pemerintah dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan di sektor air.

2 3 5 17

1.2 Rumusan Masalah Dari uraian latar belakang, berikut adalah

beberapa rumusan masalah yang di dapatkan: 1. Bagaimana stabilitas tekanan pada sistem transmisi penyediaan air minum SPAM Regional Jatiluhur 1 pada trase Teluk Buyung? 2. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas tekanan sistem transmisi penyediaan air minum pada trase Teluk Buyung? 3. Rekomendasi seperti apa yang dapat memastikan kestabilan tekanan pada sistem transmisi? 3

1.3 Tujuan Penelitian Dari latar belakang berikut, dapat disimpulkan tujuan penelitian ini adalah: 1.

Menganalisis stabilitas tekanan pada sistem transmisi penyediaan air minum SPAM Regional Jatiluhur 1 pada trase Teluk Buyung. 2.

Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas tekanan pada sistem transmisi penyediaan air minum pada trase Teluk Buyung. 3 3.

Membuat rekomendasi kegiatan untuk memastikan kestabilan tekanan pada transmisi secara berkala. 3 18

1.4 Manfaat Penelitian Manfaat yang dapat diharapkan dari dibuatnya penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Memberikan

informasi tentang tekanan pada sistem transmisi penyediaan air minum

SPAM Regional Jatiluhur 1 pada trase Teluk Buyung. 2. Memberikan

kontribusi sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam pengambilan

keputusan terkait pengelolaan SPAM Regional Jatiluhur 1. 3. Memberikan

rekomendasi yang dibutuhkan SPAM Regional Jatiluhur 1 untuk

mengidentifikasi masalah penurunan tekanan pada trase Teluk Buyung. 1.5

Batasan Penelitian Batasan penelitian yang diterapkan penelitian adalah

sebagai berikut: 1. Penelitian ini dibatasi pada analisis stabilitas

tekanan pada sistem transmisi penyediaan air minum SPAM Regional

Jatiluhur 1. 2. Penelitian hanya difokuskan kepada pipa transmisi

trase Teluk Buyung. 3. Penelitian ini fokus pada aspek teknis dan

manajerial yang berhubungan dengan pengolahan dan distribusi air dari Instalasi 4 Pengolahan Air (IPA) Bekasi. 4. Penelitian ini fokus kepada tekanan air dan hal yang menyebabkan penurunan tekanan air pada pipa transmisi trase Teluk Buyung. 5 BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) adalah sistem yang terintegrasi untuk memenuhi kebutuhan air minum, mulai dari pengambilan air baku, pengolahan, penyimpanan, distribusi hingga konsumen. SPAM terdiri dari berbagai komponen seperti intake, instalasi pengolahan air (IPA), reservoir, jaringan pipa transmisi, dan distribusi. Berdasarkan sumber air bakunya, SPAM dapat dibedakan menjadi SPAM berbasis air permukaan, air tanah, atau air hujan. SPAM Regional Jatiluhur 1 merupakan salah satu contoh implementasi konsep SPAM Regional. Hal ini bertujuan untuk melayani kebutuhan air minum di beberapa wilayah secara terintegrasi. Konsep ini diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum yang menekankan pentingnya pengembangan SPAM secara regional untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelayanan. Hal ini sejalan dengan UU No. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air yang menekankan pentingnya pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dan terpadu. Peraturan-peraturan ini memberikan kerangka hukum yang jelas untuk pengembangan dan pengelolaan SPAM, memastikan bahwa semua kegiatan terkait air minum dilaksanakan dengan memperhatikan aspek keberlanjutan dan kualitas layanan yang optimal. Peraturan Permen PUPR No 4 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum juga 6 memberikan pedoman teknis yang diperlukan untuk implementasi SPAM agar berjalan efektif.

### 2.2 Transmisi Air Minum

Sistem transmisi air minum berfungsi untuk mengalirkan air dari instalasi pengolahan air (IPA) ke reservoir atau jaringan distribusi. Pada SPAM Regional Jatiluhur 1, sistem transmisi yang digunakan adalah untuk mengalirkan air dari reservoir ke offtaker pada masing-masing trase. Komponen utama sistem transmisi meliputi pipa

transmisi, pompa, dan bangunan pelengkap seperti valve dan hydrant . Kinerja sistem transmisi dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi fisik pipa, topografi, dan manajemen operasional. Perencanaan sistem transmisi harus memperhatikan standar dan peraturan yang berlaku, seperti SNI 7509:2011 tentang tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan pipa utama air minum. Standar ini memberikan panduan dalam menghitung kapasitas dan dimensi pipa transmisi yang dibutuhkan. Dengan mengikuti pedoman ini, diharapkan sistem transmisi yang berjalan dapat berfungsi secara optimal dan memenuhi kebutuhan masyarakat. Selain itu, Permen PUPR No.4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum juga mengatur tentang aspek teknis dan operasional dari sistem transmisi, memastikan bahwa semua komponen sistem dirancang dan dikelola sesuai dengan standar yang ditetapkan. Hal ini penting untuk menjaga kualitas air yang didistribusikan dan meminimalkan kehilangan air selama proses transmisi.

### 2.3 Analisis Hidrolik Sistem Transmisi

#### 7 Analisis hidrolik diperlukan untuk memahami karakteristik aliran dalam sistem transmisi air minum. Prinsip-prinsip dalam pipa mengikuti hukum hidrodinamika. Prinsip ini dapat dihitung menggunakan persamaan Bernoulli dan persamaan kontinuitas. 15 Kehilangan tekanan ( head loss ) dalam pipa dapat dihitung menggunakan rumus Darcy-Weisbach atau Hazen-Williams. Rumus-rumus berikut memberikan gambaran tentang efisiensi sistem transmisi. Analisis jaringan pipa transmisi dapat dilakukan dengan metode Hardy-Cross atau metode nodal. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui distribusi aliran dan tekanan dalam jaringan pipa, sehingga kinerja sistem transmisi dapat dioptimalkan. Pentingnya analisis ini juga diatur oleh SNI 7509:2011. 20 Peraturan ini mencakup tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan pipa utama air minum. Lebih lanjut, Permen PUPR No. 10 26/PRT/M/2014 tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum juga menekankan pentingnya analisis hidrolik dalam pengelolaan sistem transmisi. Peraturan ini membantu agar pengelola dapat mengambil langkah-langkah

yang tepat untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem. Dengan demikian, analisis hidrolis yang baik akan mendukung pengelolaan air minum yang lebih efektif dan berkelanjutan. 2.3.1 Stabilitas Tekanan dalam Sistem Transmisi Stabilitas tekanan dalam pipa transmisi air adalah faktor kritis yang mempengaruhi efisiensi dan keandalan sistem distribusi air. Tekanan dalam pipa dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk panjang pipa, diameter, jenis material, viskositas fluida, dan kecepatan aliran. Penurunan tekanan sering kali terjadi akibat gesekan antara fluida dan dinding pipa yang dikenal sebagai major losses. Selain itu, perubahan arah aliran atau adanya fitting dalam sistem juga dapat menyebabkan minor losses. Dalam konteks penurunan tekanan dapat digunakan Rumus 2.1 :  $\Delta P = f L D \rho u$

2.2 .....

.....(2.1) Dimana :  $\Delta P$  = Penurunan tekanan  $f$  = Faktor gesekan Darcy  $L$  = Panjang pipa  $D$  = Diameter pipa  $\rho$  = Densitas fluida  $u$  = Kecepatan aliran Penelitian dan rumus menunjukkan bahwa peningkatan panjang pipa akan berbanding lurus dengan penurunan tekanan.

21 Hal

ini disebabkan oleh interaksi fluida yang lebih lama dengan dinding pipa. Air mengalami peningkatan gesekan dan menyebabkan lebih banyak kehilangan tekanan. Selain itu, material pipa juga berpengaruh, pipa yang lebih halus seperti High Density Polyethylene (HDPE) memiliki kehilangan tekanan yang lebih rendah dibandingkan dengan pipa yang lebih kasar seperti pipa beton. 2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penurunan 9 Tekanan Faktor yang mempengaruhi penurunan tekanan dalam pipa meliputi panjang pipa, semakin panjang pipa maka kemungkinan penurunan tekanan akan lebih signifikan karena air terkena gesekan yang lebih lama dengan dinding pipa. Lalu kondisi fitting dan valve juga berpengaruh terhadap penurunan tekanan. Setiap perubahan arah dalam sistem transmisi juga dapat menyebabkan penurunan tekanan. Fitting dan valve harus dirancang dengan baik untuk menghilangkan kehilangan tekanan. Menurut Chadwick et al. (2004) dalam Water Supply Engineering

menunjukkan bahwa desain fitting dan valve yang buruk dapat meningkatkan kehilangan energi dalam sistem. Oleh karena itu, penting untuk merancang sistem transmisi dengan mempertimbangkan penggunaan katup pengatur dan pemilihan jenis pompa yang tepat agar dapat menjaga kestabilan tekanan dengan lebih baik. Kondisi fisik sambungan juga dapat menyebabkan kehilangan tekanan dalam pipa transmisi, sekecil apapun kebocoran pada sambungan antara pipa dapat berpengaruh terhadap penurunan tekanan dalam pipa. Kondisi sambungan antara pipa perlu di cek secara berkala untuk mengurangi resiko terjadinya penurunan tekanan air. Apabila udara masuk ke dalam pipa akibat sambungan yang tidak rapat, maka akan sangat berpengaruh terhadap kestabilan tekanan dalam pipa transmisi.

### 2.3.3 Sistem Pompa untuk Menjaga Kestabilan Tekanan

Dalam kestabilan tekanan, pompa berperan penting dalam sistem transmisi air. Pompa bertugas untuk mengatasi 10 kehilangan tekanan akibat gesekan dan memastikan bahwa air dapat didistribusikan dengan efisien ke seluruh jaringan. Dalam konteks SPAM Regional Jatiluhur 1, penggunaan pompa yang tepat sangat penting untuk menjaga kestabilan tekanan sepanjang trase Teluk Buyung. Menurut Mays (2000) dalam bukunya *Water Distribution System Handbook*, pompa harus dirancang untuk memenuhi kebutuhan aliran maksimum pada jam puncak, serta harus dilengkapi dengan pompa cadangan untuk memastikan kontinuitas pasokan air. Dalam sistem pompa yang tidak dilengkapi Variable Speed Drive (VSD), umumnya digunakan pompa yang beroperasi dalam model on-off. Pompa ini mengandalkan saklar tekanan untuk menghidupkan dan mematikan pompa berdasarkan kebutuhan aliran. Meskipun pompa ini lebih ekonomis, mereka memiliki kelemahan dalam hal fluktuasi tekanan yang menyebabkan lonjakan dan penurunan tekanan yang berbahaya bagi infrastruktur pipa.

### 2.4 Skema Pemasangan Pompa pada Pipa Transmisi

Pemasangan pompa dalam sistem pipa transmisi air merupakan aspek penting yang mempengaruhi efisiensi dan kestabilan tekanan dalam jaringan distribusi air. Berikut adalah beberapa skema pemasangan pompa serta kondisi yang memerlukan

pemasangan pompa pada pipa transmisi: 1. Kondisi Pemasangan Pompa - Ketinggian Elevasi: Pompa diperlukan ketika terdapat perbedaan elevasi yang signifikan antara sumber air dan titik distribusi. Jika elevasi wilayah lebih tinggi dari sumber air, pompa penguat ( booster pump ) harus 11 dipasang untuk mengatasi kehilangan tekanan akibat gravitasi. - Jarak Jauh dari Sumber Air: Jika jarak antara sumber air dan titik distribusi terlalu jauh, pompa diperlukan untuk memastikan bahwa air dapat mencapai tujuan dengan tekanan yang cukup. Hal ini penting untuk menjaga kontinuitas pasokan air kepada konsumen. 2. Skema Pemasangan Pompa - Pompa Ditempatkan di Sumber Air: Dalam skema ini, pompa dipasang dekat dengan sumber air, seperti sumur atau reservoir . Pompa ini bertugas untuk mengangkat air ke dalam sistem pipa transmisi. Hal ini sering dilakukan pada sistem yang menggunakan pompa submersible atau pompa permukaan. - Pompa Penguat di Tengah Jaringan: Pada jaringan pipa transmisi yang panjang, pompa penguat dapat dipasang di tengah jalur untuk meningkatkan tekanan dan memastikan aliran yang konsisten. Ini berguna untuk mengatasi kehilangan tekanan akibat gesekan dalam pipa. - Pompa di Titik Distribusi: Dalam beberapa kasus, pompa juga dapat dipasang di titik distribusi akhir sebelum air disalurkan ke konsumen. Pompa ini berfungsi untuk meningkatkan tekanan agar air dapat mencapai ketinggian bangunan atau area yang lebih tinggi. 3. Pemasangan dan Perawatan Pompa - Persiapan Lokasi: Pemilihan lokasi pemasangan 12 pompa harus mempertimbangkan aksesibilitas untuk perawatan dan perbaikan. Lokasi harus terlindungi dari paparan langsung sinar matahari dan hujan, serta memiliki permukaan yang stabil. - Pemasangan Pipa Inlet dan Outlet : Pipa inlet harus terhubung dari sumber air dari pompa ke jaringan distribusi. Pastikan semua sambungan rapat untuk mencegah kebocoran. - Perawatan Rutin: Melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan rutin pada pompa sangat penting untuk memastikan kinerja optimal. Ini termasuk pemeriksaan komponen seperti impeller , seal,



dan motor secara berkala. 2.5 Menjaga Kestabilan Tekanan Tekanan air merupakan salah satu parameter kunci yang mempengaruhi kinerja sistem transmisi. Parameter ini langsung berhubungan dengan kemampuan sistem untuk mendistribusikan air secara efisien ke offtaker . Pengukuran tekanan air akan dilakukan pada beberapa titik dalam sistem transmisi untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang fluktuasi ataupun penurunan tekanan sepanjang trase. Data tekanan air ini akan digunakan untuk menganalisis apakah sistem transmisi mampu mempertahankan tekanan yang sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh peraturan dan SNI. Tekanan yang terlalu rendah dapat mengindikasikan adanya masalah dalam sistem, seperti kebocoran, penyumbatan, adanya masalah sambungan antara pipa, ataupun udara yang masuk ke dalam pipa. Sedangkan tekanan yang terlalu tinggi dapat berpotensi untuk merusak kondisi fisik pipa. Analisis terhadap tekanan air juga akan membantu dalam mengidentifikasi potensi peningkatan efisiensi operasional sistem transmisi. Dengan memahami pola tekanan dalam sistem, maka langkah perbaikan yang diperlukan untuk memastikan bahwa distribusi transmisi air dapat berjalan dengan lancar. Menjaga kestabilan tekanan dalam sistem pipa transmisi air adalah aspek yang penting untuk memastikan distribusi air yang efisien dan mencegah kerusakan pada infrastruktur. Kestabilan tekanan yang baik tidak hanya berkontribusi pada kualitas layanan, tetapi juga mengurangi risiko kebocoran dan kerusakan pipa. Berikut adalah kegiatan rutin yang dapat dilakukan untuk menjaga kestabilan tekanan dalam pipa transmisi: 1. Pemeriksaan Rutin Tekanan Air: melakukan pengukuran tekanan secara berkala di berbagai titik dalam sistem transmisi penting untuk memastikan bahwa tekanan tetap berada pada batas yang diinginkan. Pengukuran ini dapat dilakukan menggunakan pressure gauge yang dipasang pada titik-titik strategis dalam jaringan pipa. Pada penelitian ini titik-titik strategis akan ditentukan melalui simulasi yang akan dilaksanakan. Pemantauan tekanan secara rutin dapat membantu mengidentifikasi penurunan tekanan yang

tidak normal. Penurunan tekanan ini dapat disebabkan oleh kebocoran, penyumbatan, atau masalah lain dalam sistem. Apabila ditemukan penurunan tekanan yang signifikan, maka langkah perbaikan harus segera dilaksanakan untuk mencegah kerugian lebih lanjut.

2. Perawatan Pompa: pompa adalah komponen utama dalam menjaga aliran dan tekanan dalam sistem pipa transmisi. **9** Melakukan pemeriksaan dan perawatan pada pompa secara berkala sangat penting, termasuk pemeliharaan komponen seperti impeller, casing, seal, dan motor pompa. Pompa dirancang untuk memenuhi kebutuhan aliran maksimum pada jam puncak, serta harus dilengkapi dengan pompa cadangan untuk kontinuitas pasokan air. Pemeliharaan yang baik pada pompa dapat mencegah fluktuasi tekanan dan meningkatkan efisiensi operasional.

3. Pengujian Sistem Secara Berkala: melakukan pengujian sistem transmisi secara berkala dapat membantu mengidentifikasi masalah yang terjadi, pengujian ini juga dapat memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Pengujian ini mencakup pemeriksaan terhadap semua fitting, valve, sambungan antar pipa, serta pipanya itu sendiri untuk memastikan tidak ada kebocoran atau penyumbatan yang terjadi. Pengujian ini dapat dilakukan dengan performance test atau year operation, dengan pengujian ini yang dilakukan secara berkala dapat diharapkan untuk menjaga status kondisi pipa trase pada kondisi optimal.

### 2.6 Standar dan Peraturan terkait Sistem Transmisi Air Minum

Dalam pengelolaan sistem transmisi air minum, terdapat berbagai standar dan peraturan yang harus diikuti untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan masyarakat. Berikut adalah standar teknis, peraturan pemerintah, serta rumus-rumus relevan yang digunakan dalam analisis hidrolis.

#### 15 Standar Nasional Indonesia (SNI)

memberikan pedoman teknis yang penting dalam merancang dan mengelola sistem transmisi air minum. Salah satu rumus yang digunakan dalam analisis hidrolis adalah rumus Hazen-Williams. Rumus ini digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan ( head loss ) dalam pipa. Berikut merupakan Rumus 2.2:  $hf = 10,675 \times L \times X$

Q 1 , 85 C 1 , 85 X x D 4 , 87

.....

.....(2.2) Dimana  $h_f$  = Kehilangan kepala akibat gesekan (m

) L = panjang pipa (m) Q = Laju aliran (m<sup>3</sup>/s) C = koef

isien Hazen-Williams (dimensionless) D = diameter dalam pipa (m) Rumu

s untuk menghitung laju aliran dapat dihitung menggunakan Rumus 2.3

Berikut:  $v = Q/A$  .....

.....(2.3) Dimana : Q = laju aliran (m<sup>3</sup>/s

) A = luas penampang pipa (m<sup>2</sup>) V = kecepatan aliran (m/s) Peratu

ran pemerintah yang mengatur sistem penyediaan air 16 minum di

Indonesia antara lain: PP No. 12 Tahun 2015 yang mengatur Sistem

Penyediaan Air Minum (SPAM), penyelenggaraan, pencegahan pencemaran,

serta wewenang dan tanggung jawab dalam pelaksanaan SPAM. Permen PUPR

No.27/PRT/M/2016 yang menyediakan pedoman tentang penyelenggaraan

SPAM. Serta Permen PUPR No.4 Tahun 2017 yang mengatur lebih lanjut

tentang penyelenggaraan SPAM dengan fokus pada aspek teknis,

operasional, dan manajerial. Peraturan-peraturan ini bertujuan memberikan

kerangka hukum yang jelas bagi pengelolaan dan penyelenggaraan sistem

penyediaan air minum. Peraturan lainnya yang relevan untuk pengelolaan

sistem penyediaan air minum antara lain: Peraturan Dirjen Cipta Karya

No.61/KPTS/CK/1998 yang mengatur persyaratan teknis jalan masuk ke

sistem penyediaan air minum, Perda Provinsi Jawa Barat No. 5 Tahun

2021 yang mengatur penyelenggaraan sistem penyediaan air minum di

provinsi, serta Perda Kabupaten Bekasi No. 6 Tahun 2013 yang

mengatur pelayanan air minum di Kabupaten Bekasi. Dengan memenuhi

semua standar dan peraturan ini, serta menggunakan rumus-rumus yang

relevan, diharapkan pengelolaan sistem transmisi air minum dapat

dilakukan secara efektif dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat

setempat. 2.7 Metode Evaluasi Kinerja Transmisi Evaluasi kinerja sistem

transmisi air minum dapat dilakukan dengan menggunakan

indikator-indikator kinerja, seperti efisiensi transmisi, kehilangan air,

dan keandalan sistem. Pengukuran indikator kinerja dilakukan melalui pemantauan dan pengumpulan data secara berkala. **16** Hal ini penting untuk **17** memastikan bahwa sistem beroperasi sesuai dengan standar yang ditetapkan. Hasil evaluasi kinerja dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan dan peningkatan sistem transmisi, sehingga dapat memenuhi target pelayanan yang ditetapkan. Evaluasi kinerja juga merupakan bagian dari pengelolaan aset infrastruktur air minum. Evaluasi ini juga harus dilakukan secara berkelanjutan untuk menjaga kualitas layanan. Evaluasi kinerja ini dapat dilihat dalam Permen PUPR No. **4** **27/PRT/M/2016** tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, peraturan ini mencakup Lampiran III tentang Indikator Kinerja SPAM. Selain itu, Peraturan BPPSPAM No. 002/KPTS/K- 6/IV/2010 tentang Penilaian Kinerja Pelayanan Penyelenggaraan Pengembangan SPAM juga menekankan pentingnya evaluasi kinerja dalam memastikan bahwa sistem penyediaan air minum berfungsi dengan baik dan memenuhi harapan masyarakat. 2.8 Aspek Lingkungan dan Sosial dalam Pengembangan SPAM Pengembangan SPAM harus memperhatikan aspek lingkungan dan sosial untuk menjamin keberlanjutan sistem. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) perlu dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengelola dampak yang mungkin timbul akibat pembangunan infrastruktur air minum. **14** Proses AMDAL ini harus melibatkan masyarakat dan pemangku kepentingan untuk memastikan bahwa semua perspektif dipertimbangkan. Partisipasi masyarakat juga penting dalam pengembangan SPAM, mulai dari perencanaan, pembangunan, hingga operasi dan pemeliharaan. Pelibatan masyarakat dapat meningkatkan penerimaan dan rasa memiliki terhadap proyek, serta menjamin keberlanjutan sistem. Dengan melibatkan masyarakat, dapat diharapkan terciptanya kesadaran akan pentingnya menjaga kualitas dan kuantitas air. Peraturan tentang hal ini dapat dilihat dalam UU No. **12** **32 Tahun 2009** tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang mengatur tentang pentingnya AMDAL dalam setiap proyek yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan. Selain itu, Permen LHK No. 38 Tahun 2019 tentang Jenis Rencana Usaha dan/atau

Kegiatan yang Wajib Memiliki AMDAL juga memberikan panduan mengenai proyek-proyek yang memerlukan analisis dampak lingkungan. 2.9 WaterCAD Aplikasi WaterCAD adalah perangkat lunak atau software yang dirancang untuk analisis dan perencanaan sistem distribusi air. WaterCAD dapat digunakan untuk perencanaan, analisis, serta mengelola jaringan pipa distribusi air dengan lebih efisien. Aplikasi ini digunakan untuk membantu menganalisis hidrolis, simulasi skenario, visualisasi data, serta pemodelan jaringan. WaterCAD membuat simulasi tekanan WaterCAD membuat simulasi tekanan pada pemodelan yang telah dibuat, analisis tekanan akan dapat terlihat pada aplikasi WaterCAD . Setelah dilakukan simulasi, evaluasi kondisi aliran dapat terlihat agar dapat membuat rekomendasi yang sesuai dengan kondisi lapangan. Hasil simulasi dari WaterCAD akan tervisualisasi dengan grafik pada jaringan pipa secara langsung. Fitur ini 19 sangat berguna untuk identifikasi area dengan tekanan yang tidak stabil atau lebih rendah dari yang direncanakan. 2.10 Penelitian Terdahulu A. Analisis Sistem Transmisi dan Distribusi Air Bersih Perumda Air Minum Tirta Jungporo Wilayah IKK Bateatlit Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi sistem transmisi dan distribusi air bersih yang dikelola oleh Perumda Air Minum Tirta Jungporo di wilayah pelayanan IKK Bateatlit, Kabupaten Jepara. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi dalam sistem penyediaan air, seperti tingkat kebocoran yang tinggi dan rendahnya angka pelayanan yang hanya mencapai 33,9%. Penelitian ini juga mencatat bahwa kebocoran dalam sistem transmisi mencapai angka 31,97% yang menunjukkan adanya inefisiensi dalam pengelolaan jaringan distribusi. 8 Dalam analisis hidrolis pada sistem transmisi, hasilnya menunjukkan bahwa tekanan air dan kecepatan aliran pada beberapa area dalam jaringan distribusi masih belum memenuhi standar yang ditetapkan. B. Appraising the Impact of Pressure Control on Leakage Flow in Water Distribution Networks Penelitian ini membahas bagaimana pengendalian tekanan dalam sistem

distribusi air dapat mempengaruhi aliran kebocoran. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengurangan tekanan di dalam jaringan distribusi dapat secara signifikan mengurangi tingkat kebocoran yang terjadi. Dengan menggunakan model simulasi, peneliti menganalisis berbagai 20 skenario pengaturan tekanan dan dampaknya terhadap aliran air dan kebocoran di jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kontrol tekanan yang efektif tidak hanya mengurangi kebocoran tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional sistem distribusi air. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pengelolaan tekanan yang tepat untuk menjaga stabilitas dan keandalan sistem distribusi air, serta untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih.

C. Dynamical Stability of Water Distribution Networks Penelitian ini membahas jaringan distribusi air adalah sistem yang dirancang untuk menyediakan air minum dan mendukung upaya pemadaman kebakaran. Sistem ini harus mampu menangani variasi permintaan air sepanjang hari dan tahun, serta menghadapi ancaman seperti kontaminasi dan pemadaman listrik. Desain dan pengoperasian sistem ini harus memprioritaskan upaya untuk meminimalkan potensi kegagalan. Manajemen risiko dalam teknik penyediaan air melibatkan penilaian kemungkinan dan konsekuensi dari kegagalan, sedangkan manajemen ketahanan bertujuan untuk mempersiapkan diri menghadapi masalah yang tidak terduga. Ketahanan dipandang sebagai kemampuan sistem untuk menahan, bertahan, dan pulih dari tekanan. Jaringan ini terdiri dari pipa, reservoir, pompa, dan valve. Kegagalan dalam jaringan dapat secara signifikan mengganggu layanan. Minat terhadap ilmu jaringan baru-baru ini mendorong upaya untuk menerapkan analisis jaringan dalam mengevaluasi ketahanan sistem distribusi air. Langkah-langkah ketahanan yang ada sering kali berfokus pada struktur jaringan atau tingkat aliran dalam keadaan stabil, tetapi mengabaikan sifat dinamis dan transien dari aliran air, yang penting untuk memahami ketahanan. Untuk menilai ketahanan secara tepat, perlu dieksplorasi dinamika transien, terutama karena sistem distribusi

air nyata mengalami perubahan akibat operasi dan potensi kegagalan.

#### D. Pressure as a Predictor of Occurrence of Pipe Breaks in Water

Distribution Networks Pada penelitian ini membahas tentang bagaimana kebocoran atau ledakan dalam jaringan distribusi air dapat menyebabkan masalah dalam biaya dan waktu. Dalam penelitian ini, mengelola tekanan dapat membantu mengurangi peluang kerusakan tersebut. Studi ini memperkenalkan metode untuk menganalisis hubungan antara kerusakan pipa dan tekanan air menggunakan indikator tekanan tertentu. Tujuannya adalah menemukan indikator mana yang paling memengaruhi kemungkinan kerusakan pipa. Metode ini membandingkan cumulative distribution functions (CDF) yang terkait dengan kerusakan dan sampel acak dari CDF indikator tekanan. Indikator yang paling berpengaruh menunjukkan jumlah kasus yang ditolak tinggi berdasarkan uji statistik. Analisis sensitivitas menyoroti indikator momen dan periode perhitungannya. Metode ini diuji pada enam area di Madrid, dengan dua area tambahan digunakan untuk validasi. Hasilnya menunjukkan bahwa rentang tekanan adalah indikator terbaik untuk memprediksi kerusakan. Utilitas air bertujuan memenuhi kebutuhan pengguna dengan menyediakan aliran dan tekanan air yang konsisten. Namun, mereka menghadapi tantangan seperti ledakan pipa, yang dapat mengganggu layanan dan merusak kualitas air. Ledakan pipa dapat menyebabkan biaya tinggi dan dampak 22 lingkungan yang signifikan. Biaya penggantian pipa bervariasi tergantung pada sifatnya seperti material dan panjang pipa. Perbaikan juga membawa biaya terkait gangguan layanan. Oleh karena itu, penting untuk mengurangi kerusakan pipa. Beberapa penyebab potensial ledakan, termasuk usia pipa, diameter, panjang, material, dan tekanan air, dapat dianalisis, meskipun pengumpulan data sering kali kompleks. Pendekatan yang disederhanakan dengan fokus pada tekanan direkomendasikan. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa mengelola tekanan dapat secara signifikan mengurangi frekuensi ledakan, menekankan pentingnya pemeliharaan preventif. Studi ini menyimpulkan bahwa rentang tekanan adalah indikator paling

signifikan yang memengaruhi kerusakan pipa. Hasilnya menunjukkan bahwa mengelola variabilitas tekanan sangat penting. Metodologi ini menawarkan cara baru bagi perusahaan utilitas air untuk mengidentifikasi indikator yang dapat secara efektif mengurangi kerusakan pipa. E. Global Resilience Analysis of Water Distribution Networks Penelitian ini membahas tentang bagaimana ketahanan sangat penting untuk menjadikan sistem lebih berkelanjutan. Ketahanan ini dapat dipahami dengan dua cara, yaitu sebagai seperangkat prinsip desain atau sebagai kinerja sistem dalam menghadapi ancaman kerusakan. Penelitian ini berfokus pada bagaimana sistem distribusi air berfungsi di bawah kondisi yang tidak terduga dan mendefinisikan ketahanan sebagai kemampuan sistem untuk mengurangi kegagalan layanan selama situasi luar biasa. Memahami ketahanan bawaan dari suatu sistem sangat penting untuk meningkatkan kinerjanya. 23 Analisis risiko adalah metode umum untuk mempelajari potensi ancaman, tetapi sulit menangani ancaman yang tidak diketahui. Sebagai gantinya, disarankan untuk fokus pada bagaimana sistem menangani berbagai jenis kegagalan, seperti kegagalan pipa yang disebabkan oleh berbagai faktor internal atau eksternal. Kinerja sistem di bawah tekanan ini menjadi kunci untuk memahami ketahanannya. Penelitian ini mengusulkan metode baru bernama global resilience analysis (GRA), yang mengevaluasi ketahanan sistem distribusi air secara keseluruhan untuk berbagai skenario kegagalan. Analisis ini mengungkap tingkat ketahanan yang berbeda di antara sistem dan menyoroti skenario kritis yang dapat ditangani untuk meningkatkan ketahanan secara efektif. Secara keseluruhan, GRA dapat mengidentifikasi ketahanan sistem terhadap berbagai jenis kegagalan, potensi dampak ekstrem, dan komponen kritis yang perlu difokuskan untuk strategi operasional dan pemeliharaan. Penelitian ini juga menekankan bahwa meningkatkan kapasitas tidak selalu meningkatkan ketahanan. 24 BAB III METODE PENELITIAN 3.1 Objek Penelitian Objek penelitian dalam studi ini adalah Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional Jatiluhur 1,



dengan fokus khusus pada trase Teluk Buyung. SPAM Regional Jatiluhur 1 dirancang untuk memenuhi kebutuhan air minum yang terus meningkat di kawasan urban yang padat penduduk, menjadikan analisis kinerja transmisi di trase ini menjadi sangat relevan. Penelitian ini akan mengeksplorasi kondisi fisik infrastruktur, sistem transmisi, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kinerja distribusi air. Dengan memahami objek secara mendalam, diharapkan dapat ditemukan solusi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyediaan air bersih di kawasan ini. Dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut dijelaskan seluruh peta oftaker . Gambar 3. 1 Peta Oftaker (Sumber: WIKA – Jaya Konstruksi KSO, 2024)

### 3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, variabel yang akan dianalisis adalah tekanan air dalam sistem transmisi air minum pada trase Teluk Buyung dari SPAM Regional Jatiluhur.

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui metode yang terstruktur untuk memastikan keakuratan dan kelengkapan informasi. Data-data yang akan digunakan meliputi:

1. Data Primer atau data utama yang diperlukan dalam penelitian ini adalah faktor-faktor utama dalam penurunan ataupun lonjakan tekanan pada pipa. Data-data tersebut meliputi:
  - a. Kebocoran Kebocoran pada pipa trase dapat dilihat dengan observasi lapangan, performance test , ataupun dengan year 1 operation . Kebocoran ini dapat terjadi apabila adanya kerusakan pada infrastruktur trase maupun apabila adanya sambungan antara pipa yang tidak rapat. Melalui observasi lapangan, trase Teluk Buyung akan ditelusuri dari IPA Bekasi hingga ke oftaker . Pada titik tertentu seperti titik washout, kebocoran rawan terjadi. Maka, observasi lapangan akan lebih di fokuskan pada titik washout dan sambungan.
  - b. Penurunan dan kenaikan tekanan pada pipa Penurunan dan kenaikan tekanan pada pipa dapat dilihat melalui pengetesan. Apabila ada kebocoran yang menyebabkan penurunan tekanan pada pipa, dapat terlihat pada pressure gauge yang terletak di oftaker teluk buyung. Apabila ada penurunan tekanan secara signifikan, maka terindikasi adanya

kebocoran yang terjadi pada pipa transmisi. 2. Data Sekunder atau data pelengkap diperlukan untuk membantu peneliti memahami kondisi pipa transmisi. Data spesifikasi pompa, spesifikasi pipa, performance test, dan year 26 1 operation merupakan data yang diperoleh dari kontraktor EPCC Wijaya Karya – Jaya Konstruksi KSO (WJKSO). Pada gambar 3.2 dijelaskan technical data sheet pompa yang digunakan pada trase Teluk Buyung. Pada penelitian ini, data primer diperoleh melalui pengambilan sampel survei pada sepanjang trase Teluk Buyung dengan titik fokus pada dua titik washout. Proses pengambilan data dilakukan secara berkala dan terstruktur setelah konstruksi trase Teluk Buyung selesai untuk memastikan keakuratan dan konsistensi informasi yang dikumpulkan. Sedangkan data sekunder diperoleh dengan tahapan proses pengambilan sebagai berikut: 1. Data spesifikasi pompa dan spesifikasi pipa diperoleh dengan melakukan permintaan data dan konsultasi kepada engineer untuk mendapatkan informasi mengenai spesifikasi pompa dan pipa. Data tersebut akan dimasukkan ke model WaterCAD agar hasil pemodelan dengan kondisi aktual sama. 2. Data performance test dan year 1 operation diperoleh dengan melakukan konsultasi dan pengajuan permintaan data kepada engineer dan divisi commissioning. Setelah itu, wawancara dengan divisi commissioning sebagai bentuk verifikasi kendala dan verifikasi langkah-langkah pengolahan data yang benar juga akan dilakukan. Terdapat beberapa data yang didapat dari performance test, namun pada penelitian ini hanya akan menggunakan data debit aliran air dan tekanan air dalam pipa pada titik IPA Bekasi dan offtaker Teluk Buyung. Dapat dilihat pada 27 Lampiran 3 spesifikasi pompa pada trase Teluk Buyung. Tabel 3. 1 Tabel Penggunaan Pompa (Sumber: Divisi Engineering WIKA – Jaya Konstruksi KSO, 2024) Pada Tabel 3.1 dijelaskan mengenai distribusi setiap trase pada IPA Bekasi. Trase Teluk Buyung butuh setidaknya 720m<sup>3</sup> /jam untuk memenuhi kebutuhan kapasitas maksimum trasenya. Pada kapasitas maksimum ini, dibutuhkan kapasitas maksimal pompa yang

beroperasional. Maka, dibutuhkan perhitungan kecepatan pompa maksimum untuk memenuhi kebutuhan pasokan air. Tabel 3. 2 Tabel Kapasitas Maksimal Pompa (Sumber: Divisi Engineering WIKA – Jaya Konstruksi KS O, 2024) Performance Test dilakukan selama 3 hari dengan kecepatan pompa sebesar 100%. Pengetesan ini dilakukan untuk melihat performa pipa transmisi ke setiap trase. Dari pengetesan ini, peneliti memperoleh data debit air, tekanan pipa pada IPA Bekasi dan offtaker teluk buyung. Sedangkan pada year 1 operation test, pompa yang bekerja hanya sebesar 25,4%. Pada Tabel 3.2 dapat dilihat maksimal debit air dengan kecepatan pompanya.

### 3.4 Pelaksanaan Analisis Kinerja

28 Pelaksanaan analisis kinerja dilakukan dengan langkah-langkah yang sistematis untuk memastikan hasil yang akurat dan bermanfaat. Langkah analisis kinerja meliputi:

1. Identifikasi Parameter Kerja: menentukan parameter-parameter kinerja yang akan dianalisis berdasarkan variabel penelitian yang telah ditetapkan. Ini mencakup pengukuran debit aliran dan tekanan dalam pipa. Parameter yang ditetapkan adalah parameter yang berpengaruh terhadap kestabilan tekanan pada pipa transmisi.
2. Pengukuran dan Pengumpulan Data: melakukan pengukuran langsung terhadap parameter kinerja yang relevan, seperti mengukur tekanan dalam pipa dengan pressure gauge , dan debit aliran dapat diukur menggunakan Flow Meter . Pressure Gauge dan Flow Meter yang sudah terpasang terletak pada IPA Bekasi dan Offtaker Teluk Buyung. Data ini akan dikumpulkan secara berkala untuk mendapatkan informasi dan gambaran yang komprehensif.
3. Analisis Hidrolika: menggunakan rumus-rumus hidrolika, seperti rumus Manning, Hazen-Williams dan Darcy-Weisbach, untuk menghitung debit, kehilangan tekanan, dan kecepatan aliran dalam sistem transmisi. Rumus yang akan digunakan ini sesuai dengan rumus yang sudah dijelaskan pada Bab II. Analisis ini penting memahami bagaimana air mengalir melalui sistem dan di mana potensi masalah dapat timbul.
4. Simulasi: membuat simulasi sistem pipa transmisi menggunakan aplikasi WaterCAD

untuk mengetahui tekanan yang optimal untuk pipa transmisi. Dari simulasi ini dapat diketahui tekanan yang seharusnya di sistem pipa transmisi berapa.

2.9.5. Kalibrasi: kalibrasi pada aplikasi WaterCAD dilakukan dengan cara penyesuaian model aplikasi dengan as built drawing trase agar model persis dengan data pada lapangan. Dengan penyamaan ini diharapkan hasil simulasi sama dengan apa yang terjadi pada lapangan. Dengan ini, maka hasil simulasi diharapkan sesuai dan dapat memberikan hasil yang optimal. Pada gambar 3.2 dapat dilihat diagram kalibrasi model WaterCAD. Gambar 3. 2 Diagram Kalibrasi Model (Sumber: Diolah penulis, 2025)

6. Evaluasi Kinerja: membandingkan hasil analisis dengan standar yang berlaku, seperti SNI 7509:2011, Peraturan Pemerintah nomor 122 Tahun 2015, Permenkes Nomor 492 Tahun 2010, Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 serta hasil simulasi kalibrasi pada aplikasi WaterCAD . Perbandingan ini akan menentukan apakah sistem kinerja sistem transmisi sudah memenuhi syarat yang ditetapkan. Evaluasi ini juga akan membantu dalam merumuskan rekomendasi perbaikan serta kegiatan yang akan menjaga kestabilan tekanan.

3.5 Analisis Data Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode statistik dan teknik analisis deskriptif untuk mendapatkan wawasan yang berarti dari data yang dikumpulkan. Beberapa 30 langkah dalam analisis data meliputi:

1. Pengolahan Data: mengorganisir dan menyusun data yang telah dikumpulkan agar mudah dianalisis. Data yang tidak lengkap, tidak valid, dan tidak relevan akan diidentifikasi dan dihapus dari analisis, sehingga hanya data yang relevan yang akan digunakan dalam analisis data.
2. Analisis Statistik: menggunakan perangkat lunak statistik untuk menghitung nilai rata-rata, deviasi standar, dan analisis regresi. Uji analisis statistik dirasa perlu karena harus adanya pengujian dan uji kesinambungan.
3. Interpretasi Hasil: menyusun hasil beserta pemodelan pada WaterCAD untuk memudahkan pemahaman. Hasil ini akan digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai stabilitas tekanan sistem transmisi air minum pada trase Teluk

Buyung. 4. Rekomendasi: berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan rekomendasi untuk penambahan, perbaikan dan peningkatan kinerja sistem transmisi pada trase Teluk Buyung. 3.6 Set-Up Model WaterCAD Untuk memodelkan simulasi pada aplikasi WaterCAD maka diperlukan penjelasan mengenai aplikasi WaterCAD. Berikut adalah langkah – langkah awal pemodelan pada aplikasi WaterCAD. 31 (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 3.3, terlihat tampilan awal untuk membuat permodelan pada aplikasi WaterCAD. Tampilan awal ini sebelum memulai seluruh pemodelan WaterCAD. Penggunaan tampilan awal ini juga untuk mengatur satuan atau unit pada setiap input maupun output. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 3.4 di atas, pemilihan background peta untuk memudahkan dalam membuat permodelan pada WaterCAD agar sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Pada aplikasi WaterCAD, peta yang terintegrasi pada aplikasi adalah Bing Maps. Integrasi ini memudahkan untuk menemukan lokasi yang sesuai pada permodelan. Gambar 3. 5 Penempatan Reservoir pada WaterCAD (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 3.5, terlihat pembuatan input reservoir pada permodelan WaterCAD. Reservoir dapat di atur kapasitas maksimum, elevasi, serta integrasi terhadap kompartemen lainnya. Gambar 3. 6 Penambahan Pipa dan Pompa pada WaterCAD (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 3.6, terlihat input pipa dan spesifikasi pompa pada aplikasi WaterCAD. Input data pipa bertujuan 32 Gambar 3. 3 Tampilan Awal WaterCAD Gambar 3. 4 Tampilan Peta pada WaterCAD untuk penyesuaian dan kalibrasi dengan as built drawing. Spesifikasi pompa juga dapat di atur sesuai dengan spesifikasi pompa aktual, spesifikasi yang dapat di atur pada pompa seperti head, speed, frequency, dan maximum capacity. Gambar 3. 7 Material Pipa pada WaterCAD (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Setelah itu, pada Gambar 3.7 terlihat cara memasukkan input material pada pipa transmisi. Standar – standar material untuk pipa sudah tersedia dan terintegrasi pada aplikasi WaterCAD. Spesifikasi material pipa

transmisi dapat diubah sesuai dengan kualitas yang diinginkan. Gambar 3. 8 Spesifikasi Kecepatan Pompa (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 3.8, selanjutnya melakukan input spesifikasi pompa pada aplikasi WaterCAD. Spesifikasi pompa pada trase Teluk Buyung sesuai dengan spesifikasi pompa pada Lampiran 3. Semua spesifikasi pompa dapat di ubah sesuai dengan kebutuhan penggunaan. Gambar 3. 9 Elevasi Setiap Komponen (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Selanjutnya pada Gambar 3.9, melakukan input elevasi pada setiap komponen pipa. Memasukkan data elevasi pipa bertujuan untuk menyamakan data pada permodelan dengan 33 data aktual, menciptakan debit aliran yang sama dengan aktual, serta mencegah adanya konflik dengan elevasi eksisting. Gambar 3. 10 Pengaturan Debit (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Setelah itu, pada Gambar 3.10 melakukan input debit aliran air pada Demand Control Center , sesuai dengan spesifikasi maksimum pipa transmisi. Hal ini bertujuan agar kondisi debit aliran air sama dengan data performance test. Gambar 3. 11 Contoh Perhitungan Debit Aliran (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 3.11, menunjukkan bagaimana contoh output debit aliran pada pipa transmisi setelah dilakukannya analisis menggunakan aplikasi WaterCAD. Hasilnya, flow supplied dengan flow demanded sama. Artinya tidak ada kebocoran sepanjang pipa, karena debit air masuk dengan debit air keluar sama. Gambar 3. 12 Contoh Tabel Perhitungan Pipa (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 3.12, terlihat contoh output keseluruhan pipa transmisi pada aplikasi WaterCAD. Output ini memudahkan untuk mengetahui data pipa secara keseluruhan. Mulai dari elevasi pipa, material pipa, diameter pipa, debit aliran pada pipa, maupun kecepatan aliran pada pipa transmisi.

### 3.7 Diagram Alir Penelitian (Sumber: Diolah peneliti, 2025)

Diagram alir penelitian ini menjelaskan langkah sistematis mulai dari identifikasi masalah, tinjauan pustaka, hingga pengumpulan data primer dan sekunder terkait pipa transmisi. Data diolah, kemudian dilakukan simulasi dan kalibrasi menggunakan WaterCAD untuk mencocokkan hasil

simulasi dengan data Performance Test. Analisis ini menghasilkan kesimpulan dan saran sebagai rekomendasi 35 perbaikan. Proses iteratif diterapkan jika data belum lengkap, memastikan hasil yang valid dan akurat sebelum penelitian dinyatakan selesai. 36 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 4.1 Tekanan Pipa Transmisi Aktual 4.1.1 Pengambilan Data

Data performance test diperoleh dengan melakukan konsultasi dan pengajuan permintaan data kepada engineer dan divisi commissioning. Setelah itu, wawancara dengan divisi commissioning sebagai bentuk verifikasi kendala dan langkah-langkah pengolahan data yang benar juga akan dilakukan. Terdapat beberapa data yang didapat dari performance test, namun pada penelitian ini hanya akan menggunakan data debit aliran air dan tekanan air dalam pipa pada titik IPA Bekasi dan offtaker Teluk Buyung. Performance test dilakukan oleh WIKA – Jaya Konstruksi KSO, dengan perwakilan dari PT Wika Tirta Jaya Jatiluhur, serta diawasi oleh PT Kwarsa Hexagon. Pelaksanaan performance test sendiri dilakukan selama 3 hari, yaitu tanggal 7 Desember 2024 sampai 9 Desember 2024. Gambar 4. 1 Cover Berita Acara Performance Test (Sumber: Div. QAQC WIKA – Jaya Konstruksi KSO, 2024) Berdasarkan Gambar 4.1 di atas, terlihat cover Berita Acara Performance Test. Dokumen ini menjadi dokumen 37 utama untuk data performance test. Berita acara tersebut berisi tata cara pelaksanaan kegiatan dan proses pencatatan yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Berita acara ini bersifat rahasia karena memuat informasi yang sensitif dan berkaitan dengan kegiatan yang memerlukan privasi dan keamanan data. Namun, untuk keperluan penelitian akademik, peneliti diberikan izin untuk mengakses dan menggunakan dokumen ini sebagai referensi dan bahan analisis.

4.1.2 Hasil Pengukuran Hasil pengujian berikut adalah hasil dari performance test yang dilakukan selama 72 jam. Tujuan pengujian ini untuk menentukan apakah pipa transmisi teluk buyung sudah dapat beroperasi atau belum. Hasil dari performance test dapat dilihat pada grafik berikut: 1. Tanggal 7

Desember 2024 (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.2 terlihat grafik pompa 4201 B, yaitu pompa standby yang akan digunakan untuk flushing dan mem-backup apabila pompa duty terkendala. Pada grafik terlihat hasil dari performance test, bahwa pompa 38 standby cenderung stabil di semua aspek tanpa ada kenaikan dan penurunan tekanan. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.3 terlihat grafik untuk pompa duty. Hasil menunjukkan bahwa pompa duty juga cenderung stabil dengan keluaran tekanan sebesar 2.5 Bar. Perbedaan hasil tekanan antara pompa standby dengan pompa duty dikarenakan kondisi yang berbeda antara kedua pompa. Pompa duty diuji dalam kondisi sistem yang telah berjalan, dengan beban operasional penuh. Sedangkan, pompa standby diuji dengan kondisi sistem yang berbeda, menyebabkan adanya perbedaan pressure discharge pada hasil tekanan. Pada pengujian performance test, tingkat kebisingan atau noise juga perlu diukur. Pengujian ini bertujuan untuk mematuhi peraturan standar lingkungan yang berlaku. Kebisingan memiliki dampak kepada lingkungan dan masyarakat. Selain itu, tingkat kebisingan dapat menjadi indikator adanya masalah pada pompa. Apabila tingkat kebisingan terlalu tinggi, maka kondisi dan kinerja pompa tersebut harus dilakukan pengecekan untuk mencegah terjadinya kerusakan lebih besar.

2. Tanggal 8 Desember 2024 (Sumber: Diolah peneliti, 2025) 39 Pada Gambar 4.4, terlihat grafik hasil performance test pada tanggal 8 desember 2024, keluaran tekanan naik pada pukul 20:00 WIB dengan kecepatan yang mengalami kenaikan dan penurunan. Kecepatan tertinggi pompa berada pada titik 1500 rpm. Namun, hasil ini masih terbilang stabil untuk pompa pipa transmisi karena masih dalam batas maksimum spesifikasi pompa yang dipakai. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.5 terlihat grafik hasil performance test pada tanggal 8 desember 2024 untuk pompa duty. Hasil dari pompa tersebut menggambarkan bahwa ada kenaikan tekanan pada pukul 20:00 WIB. Tekanan menjadi 2.5 Bar dengan kecepatan pompa yang cukup stabil.



Kenaikan tekanan juga terjadi pada pompa standby pada waktu yang sama. Penurunan tekanan pada pukul 08:00 – 19:00 WIB dapat terjadi karena perubahan ketinggian air pada reservoir. Hal ini dapat terjadi karena pompa duty mengambil air dari reservoir. Ketinggian air pada reservoir ditentukan dari jumlah air yang di proses pada IPA Bekasi. Ini mengindikasikan adanya penurunan ketinggian air pada reservoir IPA Bekasi. 403. Tanggal 9 Desember 2024 (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.6 terlihat grafik pompa standby untuk tanggal 9 Desember 2024. Hasil grafik menunjukkan bahwa pompa standby cenderung stabil pada kecepatan maupun tekanan pada pompa. Tekanan konstan pada titik 1.5 Bar. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.7 terlihat grafik pompa duty pada tanggal 9 Desember 2024. Hasil grafik menunjukkan bahwa pompa duty menghasilkan tekanan yang stabil pada 2.5 Bar. Tidak ada kenaikan maupun penurunan pada tekanan pompa. Hasil grafik pada test menunjukkan bahwa kedua pompa (pompa 4201 B dengan 4201 C) memiliki tekanan yang cukup stabil. Pompa standby memiliki tekanan stabil yaitu 1.5 – 1.6 Bar. Pompa yang beroperasi memiliki sebagian besar tekanan yang cukup stabil di angka 2.5 Bar, meskipun terjadi penurunan menjadi 2 Bar pada tanggal 8 Desember 2024 pukul 08:00 – 16:00 WIB. Hal ini perlu dicatat sebagai indikasi adanya kemungkinan variasi beban, penyesuaian sistem, maupun kondisi operasional yang mempengaruhi kinerja pompa pada waktu 41 tersebut. Berdasarkan konversi tekanan 1 Bar = 14.5038 Psi, tekanan pompa standby berkisar antara 21.76 – 23.19 Psi. Sedangkan, pompa yang beroperasi berkisar antara 29.01 – 36.26 Psi.

#### 4.2 Simulasi Tekanan dengan WaterCAD

##### 4.2.1 Setup Simulasi (Sumber: Diolah peneliti, 2025)

Pada Gambar 4.8 terlihat permodelan pada aplikasi WaterCAD dimulai dari IPA Bekasi sampai ke offtaker Teluk Buyung. Permodelan sudah di kalibrasi dengan as built drawing dan performance test sehingga mendapatkan hasil yang sama dengan aktual di lapangan. Pipa di bawah sungai berada pada titik STA 0+150

sampai STA 0+200 adalah pipa dengan elevasi terendah yang dimiliki oleh trase Teluk Buyung berada pada titik elevasi 6.69 meter. Titik elevasi dasar sungai adalah 7.99 meter. Selisih antara STA 0+150 dengan titik elevasi dasar adalah sebesar 1.3 meter. Sepanjang STA 0+150 sampai STA 0+200 dilapisi oleh beton sebagai perlindungan serta penguat pipa transmisi. Gambar 4. 2 Contoh Elevasi Pipa pada WaterCAD (Sumber: Diolah peneliti, 2025) 42 Gambar 4.9 memperlihatkan contoh input elevasi pada model WaterCAD . Elevasi di atas adalah elevasi yang sudah dikalibrasi dengan as built drawing trase Teluk Buyung . Gambar 4. 3 Contoh Diameter dan Material Pipa pada WaterCAD (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.10 terlihat input material yang digunakan pada model WaterCAD. Material pada permodelan WaterCAD juga sudah dikalibrasi sehingga sesuai dengan as built drawing trase Teluk Buyung. Pemilihan material dan diameter ter- input sesuai dengan pemasangan aktual di lapangan. Gambar 4. 4 Demand Control Center pada offtaker dan washout (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Terlihat pada Gambar 4.11, Demand control center pada aplikasi WaterCAD dipakai untuk mengatur debit aliran air sesuai dengan kapasitas maksimum trase Teluk Buyung dan Washout. Kapasitas maksimum trase Teluk Buyung adalah sebesar 100 liter per detik.

4.2.2 Hasil Simulasi Berikut adalah hasil simulasi tekanan menggunakan WaterCAD yang sudah di kalibrasi sesuai dengan as built drawing trase Teluk Buyung: (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Hasil simulasi tekanan WaterCAD 43 Gambar 4. 6 Output Headloss menunjukkan rentang rata-rata dari 15 – 36 Psi, hasil di atas tidak berbeda jauh dengan hasil performance test yang mendapatkan rentang pressure discharge 1.5 – 2.6 Bar. Grafik hasil tekanan pada pipa terlihat sesuai dengan profil pipa, semakin rendah elevasi pipa, maka semakin tinggi tekanan dalam pipa tersebut. Pada gambar 4.12 juga terlihat grafik headloss pada setiap pipa transmisi trase Teluk Buyung. Sesuai dengan profil pipa transmisi, saat diameter pipa mengalami pengecilan,

headloss atau kehilangan tekanan dalam pipa akan terjadi. Namun, hal ini dilakukan guna mempertahankan tekanan yang stabil agar debit air dapat dipertahankan dari IPA Bekasi sampai ke offtaker Teluk Buyung. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.13 terlihat grafik headloss pipa menunjukkan hubungan antara perubahan diameter pipa, elevasi, dan headloss sepanjang jalur pipa. Pada grafik, terlihat bahwa headloss mencapai nilai yang cukup tinggi pada titik-titik sebelum offtaker. Hal ini disebabkan oleh adanya pengecilan diameter pipa dari OD 500 mm ke OD 400 mm, yang meningkatkan hambatan aliran. Pengecilan diameter menyebabkan kecepatan aliran meningkat, sehingga friksi antara fluida dan dinding pipa bertambah, yang secara langsung memengaruhi kenaikan headloss. Selain itu, elevasi pipa juga memengaruhi nilai headloss. Perubahan elevasi dapat menciptakan fluktuasi tekanan yang memengaruhi profil headloss sepanjang jalur pipa. Pada bagian-bagian tertentu, seperti sebelum offtaker, perubahan elevasi dan diameter secara bersamaan berkontribusi terhadap lonjakan headloss yang signifikan.

#### 4.2.3 Kenaikan dan Penurunan Tekanan Pipa Transmisi

**Gambar 4. 7 Kenaikan Tekanan Akibat Perbedaan Elevasi** (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Dapat dilihat pada Gambar 4.14, terlihat kenaikan tekanan yang cukup drastis pada STA 0+150 dan STA 0+200 dengan tekanan sebesar 36 Psi, terjadi kenaikan tekanan dibandingkan dengan STA 0+125 dan STA 0+250 yang tekanannya sebesar 23 Psi. Kenaikan tekanan di atas terjadi dikarenakan perbedaan elevasi yang cukup signifikan. STA 0+150 dan STA 0+200 berada di bawah badan sungai Bekasi. **Gambar 4. 8 Penurunan Tekanan Akibat Pipa Washout** (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.15, simulasi menunjukkan bahwa terjadi penurunan tekanan yang sangat signifikan pada pipa washout dengan penurunan sebesar 18 Psi. Ketika air dibuang, umumnya akan terjadi penurunan tekanan. Hal ini disebabkan oleh pembukaan yang mengurangi area penampang aliran, sehingga menyebabkan penurunan tekanan statis di dalam pipa akibat

aliran yang terbuka. Gambar 4.16 berikut adalah aktual pipa washout. Gambar 4. 9 Aktual Pipa Washout (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025) (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Penurunan tekanan juga dapat dilihat pada Gambar 4.17, saat terjadi penyempitan diameter pipa HDPE. Pada STA 2+400 diameter pipa adalah 500mm, sedangkan pada STA 2+450 diameter pipa adalah 400mm. Penurunan tekanan ini disebabkan karena diameter pipa mengecil, kecepatan aliran akan meningkat sesuai dengan prinsip kontinuitas aliran fluida. **19** Sesuai dengan prinsip Bernoulli, ketika kecepatan aliran meningkat, tekanan statis akan menurun. Ini berarti bahwa pada titik pengecilan diameter, tekanan akan turun akibat peningkatan kecepatan aliran.

#### 4.3 Perbandingan Tekanan Pipa Aktual dan

#### 46 Gambar 4. 10 Penurunan Tekanan Akibat Pengecilan Diameter Pipa

##### Simulasi 4.3.1 Analisis Perbandingan Simulasi tekanan dilakukan dilakukan dengan menggunakan model jaringan pipa transmisi yang telah disusun pada aplikasi WaterCAD. Pada simulasi ini, parameter yang digunakan mencakup data pompa, diameter pipa, serta elevasi aktual pipa. Hasil simulasi menunjukkan nilai tekanan dan headloss pada pipa transmisi. Tekanan aktual menunjukkan pressure discharge dengan rentang 1.5 sampai 2.5 Bar, sedangkan pada hasil simulasi menggunakan WaterCAD menunjukkan tekanan pada pipa memiliki rentang dari 15 sampai 36 Psi. Apabila dikonversikan maka hasil tekanan aktual dan hasil simulasi tidak berbeda jauh. Dalam simulasi ini, hasil juga menunjukkan adanya titik kritis ( critical point ) pada titik tertentu.

1. Titik di Bawah Sungai: Di mana terjadi penurunan elevasi yang signifikan, menyebabkan tekanan meningkat sebesar 63,89% dari 23 Psi menjadi 36 Psi. Ini menunjukkan bahwa perubahan elevasi pada pipa transmisi dapat berfungsi sebagai pemicu untuk meningkatkan tekanan dalam sistem, namun juga perlu diperhatikan potensi risiko overpressure dapat merusak pipa transmisi.
- 47 2. Titik Washout: Penurunan tekanan sebesar 90% dari 20 Psi menjadi 2 Psi. Penurunan ini cukup drastis dan berpotensi menyebabkan gangguan dalam pasokan air.
3. Pengecilan Diameter Pipa:

Penurunan tekanan sebesar 25% dari 24 Psi menjadi 18 Psi. Penurunan ini terjadi karena pengecilan diameter pipa yang menyebabkan adanya kehilangan energi akibat perubahan gesekan dan kecepatan aliran.

#### 4.3.2 Kriteria Stabilitas Tekanan Dalam sistem transmisi air, rentang tekanan yang stabil umumnya berada antara 2,0 hingga 3,0 bar pada discharge pompa tergantung pada desain dan kebutuhan operasional sistem. Pada trase Teluk Buyung, kekuatan pipanya dapat menahan hingga 6,0 bar sehingga dapat disimpulkan bahwa, hasil performance test pipa transmisi sudah stabil dengan rentang yang dianggap stabil. Kestabilan tekanan pada pipa transmisi trase Teluk Buyung juga didukung oleh hasil simulasi yang menunjukkan hasil maksimum berada pada 36 Psi.

#### 4.4 Kestabilan Tekanan Pipa Transmisi

Kestabilan tekanan dalam sistem pipa transmisi sangat penting untuk menjaga efisiensi aliran air dan mencegah kerusakan lanjutan pada infrastruktur. Kebocoran pada pipa, terutama di titik dengan tekanan yang tinggi dan elevasi paling rendah, dapat menyebabkan penurunan tekanan yang signifikan di bagian hilir pipa. Dalam skenario ini, pipa yang mengalami kebocoran adalah STA 0+200, yaitu pipa dengan tekanan tinggi dan berada di elevasi terendah. Ketika kebocoran terjadi, air akan mengalir keluar dari pipa, menyebabkan hilangnya volume air dalam sistem. Hal ini akan menyebabkan penurunan tekanan dan dampak pada aliran selanjutnya. Setelah kebocoran terjadi, tekanan di hilir pipa akan berkurang, penurunan ini disebabkan oleh kehilangan air yang mengalir keluar dan berkurangnya energi yang tersedia. Dengan berkurangnya tekanan, aliran air ke pelanggan juga akan terpengaruh, yang menyebabkan gangguan dalam penyediaan air. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Berdasarkan Gambar 4.18, terlihat grafik tekanan saat terjadi kebocoran pada STA 0+200. Tindakan cepat terhadap kebocoran sangat penting untuk memulihkan kestabilan dalam sistem. Selain itu, rekomendasi perlindungan dapat membantu menghadapi risiko kebocoran yang signifikan ini. Perlindungan ini dapat berupa penggunaan material yang tahan terhadap

korosi dan tekanan tinggi, melakukan inspeksi dan pemeliharaan secara berkala untuk mendeteksi kebocoran lebih awal, serta mengimplementasikan sistem pemantauan tekanan secara realtime untuk mendeteksi fluktuasi yang tidak normal. Kebocoran yang terjadi dapat berdampak besar pada distribusi air dan efisiensi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, perlindungan ekstra khususnya terhadap pipa yang rawan mengalami fluktuasi tekanan sangat diperlukan untuk memastikan kestabilan dan keberlanjutan pasokan air. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.19 terlihat apabila STA 0+200 tidak mengalami kebocoran, tekanan pada pipa setelahnya tidak mengalami penurunan yang signifikan. STA 1+925 memiliki tekanan sebesar 18 Psi, apabila dibandingkan dengan grafik pada saat STA 0+200 mengalami kebocoran, STA 1+925 hanya memiliki tekanan sebesar 4 Psi. Perbandingan grafik ini menunjukkan bahwa STA 0+200 adalah critical point, apabila terjadi kebocoran pada titik tersebut maka trase Teluk Buyung mengalami penurunan tekanan yang cukup signifikan. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Pada Gambar 4.20 disajikan dinamika kebocoran pada STA 1+400. Kebocoran pada STA 1+400 menunjukkan adanya penurunan tekanan. Penurunan tekanan ini tidak terjadi secara signifikan jika dibandingkan dengan penurunan yang terjadi pada STA 0+200. Penurunan tekanan ini diperlihatkan lebih lambat dibandingkan dengan apabila terjadi kebocoran pada STA 0+200. Hal ini disebabkan perbedaan elevasi atau perbedaan kondisi awal pada masing – masing titik pengukuran. (Sumber: Diolah peneliti, 2025) Berdasarkan grafik pada Gambar 4.21, terlihat bahwa 50 ketika pipa pada STA 1+400 mengalami kebocoran, tekanan di sepanjang pipa menurun dibandingkan dengan kondisi tanpa kebocoran. Pada kondisi tanpa kebocoran, tekanan rata-rata berada di kisaran 17-28 psi, dengan tekanan tertinggi di segmen awal dekat STA 2+100. Sebaliknya, saat kebocoran terjadi, tekanan menurun hingga rata-rata 12-20 psi, dengan penurunan yang lebih tajam terjadi di

segmen yang lebih dekat dengan titik kebocoran. Keempat grafik ini menunjukkan bahwa kebocoran pada STA 0+200 sangat signifikan dibandingkan pada STA 1+400. Perbandingan ini menunjukkan bagaimana kondisi tekanan pada trase Teluk Buyung apabila terjadi kebocoran pada dua titik yang berbeda. (Sumber: Diolah peneliti, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.22, terlihat bahwa kebocoran pada STA 0+200 menyebabkan penurunan tekanan yang lebih signifikan dibandingkan kebocoran pada STA 1+400. Pada STA 0+200, tekanan rata-rata di sepanjang pipa mengalami penurunan drastis hingga sekitar 2-3 psi. Sebaliknya, kebocoran di Sta 1+400 menghasilkan penurunan tekanan yang relatif lebih kecil, dengan tekanan rata-rata masih terjaga pada kisaran 6-9 psi di beberapa segmen pipa. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi kebocoran pada critical point memiliki dampak yang lebih besar terhadap tekanan sepanjang sistem pipa transmisi.

1 2 6 51 BAB V KESIMPULAN

DAN SARAN 5.1 Kesimpulan Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai kestabilan tekanan pipa transmisi trase Teluk Buyung dengan perbandingan performance test dengan hasil simulasi WaterCAD dapat disimpulkan sebagai berikut: 1. Stabilitas tekanan pada pipa transmisi

penyediaan air minum SPAM Regional Jatiluhur 1 pada trase Teluk Buyung dianggap stabil sesuai dengan kriteria kestabilan tekanan. Kestabilan tekanan ini juga didukung sesuai dengan hasil simulasi pada aplikasi WaterCAD. 2. Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas tekanan pada pipa transmisi air minum SPAM Regional Jatiluhur 1 adalah diameter pipa, perbedaan elevasi, sambungan antar pipa, dan panjang pipa. 3. Penelitian ini menunjukkan pentingnya menjaga kestabilan tekanan dalam pipa transmisi melalui kegiatan rutin, seperti pemeriksaan tekanan secara berkala, identifikasi dan perbaikan kebocoran, pengujian sistem secara berkala, serta pemeriksaan rutin terhadap pipa transmisi.

5.2 Saran Berdasarkan pembahasan “Kajian Stabilitas Tekanan Pipa Transmisi Air Minum SPAM Regional Jatiluhur 1 pada trase 52 Teluk Buyung”, dapat diberikan beberapa saran untuk peningkatan kinerja sistem transmisi

REPORT #24590853

SPAM Regional Jatiluhur 1 adalah sebagai berikut: 1. Penambahan pressure gauge pada beberapa titik yang rawan ( critical point ) untuk lonjakan maupun penurunan tekanan pada pipa transmisi, yaitu pada titik washout , elbow, perbedaan elevasi yang cukup besar dan pengecilan diameter pipa. Penambahan pressure gauge ini akan membantu mengidentifikasi apabila terjadi kebocoran atau kerusakan pada pipa transmisi Teluk Buyung. 2. Meningkatkan pemeliharaan berkala pada sambungan pipa dan titik-titik washout untuk mencegah kebocoran yang berkontribusi pada penurunan tekanan, berdasarkan hasil evaluasi dan pengukuran yang dilakukan selama penelitian. 3. Perlu diadakannya kajian mengenai kestabilan tekanan pada trase Tarumajaya, trase Jatibening, serta khususnya trase Sentra Timur. Agar dapat mengurangi risiko kebocoran pada trase Sentra Timur. 53 54





REPORT #24590853

## Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	<b>0.63%</b> repository.its.ac.id <a href="https://repository.its.ac.id/46756/7/2113100054-Undergraduate%20Thesis.pdf">https://repository.its.ac.id/46756/7/2113100054-Undergraduate%20Thesis.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
2.	<b>0.54%</b> repository.ub.ac.id <a href="http://repository.ub.ac.id/162299/1/Arion%20Frederick%20Sihombing.pdf">http://repository.ub.ac.id/162299/1/Arion%20Frederick%20Sihombing.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
3.	<b>0.49%</b> repository.uir.ac.id <a href="https://repository.uir.ac.id/8995/1/163310713.pdf">https://repository.uir.ac.id/8995/1/163310713.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
4.	<b>0.44%</b> nuwsp.id <a href="https://nuwsp.id/download/safeguard/Tanah%20Laut/Tanahlaut%206.pdf">https://nuwsp.id/download/safeguard/Tanah%20Laut/Tanahlaut%206.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
5.	<b>0.41%</b> repository.uisi.ac.id <a href="https://repository.uisi.ac.id/1887/10/10.%20BAB%20I%20PENDAHULUAN.pdf">https://repository.uisi.ac.id/1887/10/10.%20BAB%20I%20PENDAHULUAN.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
6.	<b>0.37%</b> lib.ui.ac.id <a href="https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-8/20250382-S52198-Muhammad%20Baq..">https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-8/20250382-S52198-Muhammad%20Baq..</a>	●
INTERNET SOURCE		
7.	<b>0.33%</b> repositori.unsil.ac.id <a href="http://repositori.unsil.ac.id/7625/7/BAB%20II.pdf">http://repositori.unsil.ac.id/7625/7/BAB%20II.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
8.	<b>0.32%</b> jurnal.usahid.ac.id <a href="https://jurnal.usahid.ac.id/index.php/tekno/article/view/472">https://jurnal.usahid.ac.id/index.php/tekno/article/view/472</a>	●
INTERNET SOURCE		
9.	<b>0.27%</b> westpexpipe.co.id <a href="https://westpexpipe.co.id/2024/04/18/cara-merawat-pipa-hdpe-copy/">https://westpexpipe.co.id/2024/04/18/cara-merawat-pipa-hdpe-copy/</a>	●



REPORT #24590853

INTERNET SOURCE		
10. 0.25%	<a href="https://jdih.bintankab.go.id/upload/peraturan/2021pb2101046.pdf">jdih.bintankab.go.id</a> <a href="https://jdih.bintankab.go.id/upload/peraturan/2021pb2101046.pdf">https://jdih.bintankab.go.id/upload/peraturan/2021pb2101046.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
11. 0.25%	<a href="https://repository.wiraraja.ac.id/4093/4/File%204.pdf">repository.wiraraja.ac.id</a> <a href="https://repository.wiraraja.ac.id/4093/4/File%204.pdf">https://repository.wiraraja.ac.id/4093/4/File%204.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
12. 0.24%	<a href="http://repository.poltekpar-nhi.ac.id/1687/1/B_3811096501_PARIWISATA%20DA...">repository.poltekpar-nhi.ac.id</a> <a href="http://repository.poltekpar-nhi.ac.id/1687/1/B_3811096501_PARIWISATA%20DA...">http://repository.poltekpar-nhi.ac.id/1687/1/B_3811096501_PARIWISATA%20DA...</a>	●
INTERNET SOURCE		
13. 0.21%	<a href="https://investor.wika.co.id/newsroom/AnnualReport2023-WIKA-att2.pdf">investor.wika.co.id</a> <a href="https://investor.wika.co.id/newsroom/AnnualReport2023-WIKA-att2.pdf">https://investor.wika.co.id/newsroom/AnnualReport2023-WIKA-att2.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
14. 0.21%	<a href="https://aptika.kominfo.go.id/wp-content/uploads/2024/11/HORIZON-PEMBANG...">aptika.kominfo.go.id</a> <a href="https://aptika.kominfo.go.id/wp-content/uploads/2024/11/HORIZON-PEMBANG...">https://aptika.kominfo.go.id/wp-content/uploads/2024/11/HORIZON-PEMBANG...</a>	●
INTERNET SOURCE		
15. 0.19%	<a href="https://www.rucika.co.id/head-loss-pada-instalasi-pipa/">www.rucika.co.id</a> <a href="https://www.rucika.co.id/head-loss-pada-instalasi-pipa/">https://www.rucika.co.id/head-loss-pada-instalasi-pipa/</a>	●
INTERNET SOURCE		
16. 0.16%	<a href="https://www.bogorfilterair.id/2024/05/perbedaan-air-sadah-dan-air-lunak.html">www.bogorfilterair.id</a> <a href="https://www.bogorfilterair.id/2024/05/perbedaan-air-sadah-dan-air-lunak.html">https://www.bogorfilterair.id/2024/05/perbedaan-air-sadah-dan-air-lunak.html</a>	●
INTERNET SOURCE		
17. 0.16%	<a href="https://repositori.untidar.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&amp;fid=35596&amp;bid=10457">repositori.untidar.ac.id</a> <a href="https://repositori.untidar.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&amp;fid=35596&amp;bid=10457">https://repositori.untidar.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&amp;fid=35596&amp;bid=10457</a>	●
INTERNET SOURCE		
18. 0.16%	<a href="https://repository.its.ac.id/57711/1/0431104000013-Undergraduate_Theses.pdf">repository.its.ac.id</a> <a href="https://repository.its.ac.id/57711/1/0431104000013-Undergraduate_Theses.pdf">https://repository.its.ac.id/57711/1/0431104000013-Undergraduate_Theses.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
19. 0.15%	<a href="https://id.supmeaauto.com/training/flow-rate-and-pressure">id.supmeaauto.com</a> <a href="https://id.supmeaauto.com/training/flow-rate-and-pressure">https://id.supmeaauto.com/training/flow-rate-and-pressure</a>	●
INTERNET SOURCE		
20. 0.13%	<a href="https://journal.unismuh.ac.id/index.php/hidro/article/download/10541/5718">journal.unismuh.ac.id</a> <a href="https://journal.unismuh.ac.id/index.php/hidro/article/download/10541/5718">https://journal.unismuh.ac.id/index.php/hidro/article/download/10541/5718</a>	●



REPORT #24590853

INTERNET SOURCE

**21. 0.11%** ppjp.ulm.ac.id

<https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/jukung/article/viewFile/4023/3612>

