

No. TA: 063A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IV/2023

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN INSTALASI UNIT PENURUNAN  
BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) SERTA JARINGAN  
DISTRIBUSI UTAMA AIR MINUM DI KABUPATEN  
PEKALONGAN**



**Disusun Oleh:**

**Baktida Revi Prasetyo**

**NIM. 21080119130087**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang Berjudul:

### PERENCANAAN INSTALASI UNIT PENURUNAN BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) SERTA JARINGAN DISTRIBUSI UTAMA AIR MINUM DI KABUPATEN PEKALONGAN

Disusun oleh:

Nama : Baktida Revi Prasetyo

NIM : 21080119130087

Telah disetujui dan disahkan pada

Hari : Rabu

Tanggal : 21 Juni 2023

Menyetujui,

Dosen Penguji I



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.  
NIP.197401311999031003

Dosen Pembimbing I




Ir. Pertiwi Andarani, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., IPP  
NIP.198704202014012001

Dosen Penguji II



Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIP.197803032010122001

Dosen Pembimbing II



Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T.  
NIP.197310242000031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.  
NIP.197401311999031003

## ABSTRAK

Kabupaten Pekalongan memerlukan penambahan pasokan air minum dan pengembangan jaringan distribusi guna meningkatkan cakupan pelayanan air minum. Perumdam Tirta Kajen selaku pemasok kebutuhan air minum di Kabupaten Pekalongan berencana meningkatkan produksi air minum dan pengembangan jaringan distribusi di wilayah IKK Kajen. Sumur air tanah dalam digunakan sebagai sumber air baku untuk meningkatkan kapasitas produksi. Meski demikian, diperlukan pengolahan terhadap air baku tersebut karena adanya kandungan pencemar besi (Fe), mangan (Mn), warna, kekeruhan, dan coliform. Berdasarkan hasil perencanaan, alternatif pengolahan yang digunakan untuk menyisihkan parameter tersebut adalah aerasi (*multiple tray aerator*), filtrasi (saringan pasir cepat), dan disinfeksi. Sementara jaringan distribusi direncanakan menggunakan pipa HDPE berukuran 6-inci dengan panjang 6.020-meter yang membentang melalui Desa Rowolaku, Desa Gejlig, Desa Kebonagung, dan Kelurahan Kajen. Biaya yang diperlukan untuk merealisasikan perencanaan ini sebesar Rp5.275.092.000,00.

Kata Kunci: *Multiple Tray Aerator*, Fe, Mn, Air Minum, Instalasi Pengolahan Air, Perumdam Tirta Kajen, Kabupaten Pekalongan.

## **ABSTRACT**

*Pekalongan Regency requires additional supply of drinking water and distribution network development in order to increase the drinking water services coverage. Perumdam Tirta Kajen as a provider of drinking water in Pekalongan Regency plans to increase drinking water production and develop a distribution network in the Kajen Sub District area. A deep groundwater well is used as a source of raw water to enhance the drinking water production capacity. However, a treatment is necessary to be applied on the raw water due to iron (Fe), manganese (Mn), colour, turbidity, and coliform contaminants. Based on the planning results, treatment alternatives that used to eliminate these parameters are aeration (multiple tray aerator), filtration (rapid sand filter), and disinfection. The distribution network is planned to use a 6-inch HDPE pipe with a length of 6.020 meters that stretches through Rowolaku Village, Gejlig Village, Kebonagung Village, and Kajen Village. The construction cost needed to realize this plan is IDR Rp5.275.092.000,00.*

*Keywords: Multiple Tray Aerator, Fe, Mn, Drinking Water, Water Treatment Plant, Perumdam Tirta Kajen, Pekalongan Regency*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Air yang disediakan dan didistribusikan kepada masyarakat harus diperhatikan kuantitas, kualitas, dan kontinuitasnya, apakah air tersebut sudah memenuhi baku mutu sehingga aman untuk dikonsumsi serta ketersediaannya dapat selalu memenuhi kebutuhan masyarakat. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, diperlukan upaya pengelolaan air baku dan penambahan jaringan pelayanan yang bertujuan untuk memperluas cakupan pelayanan air minum (Pemerintah Republik Indonesia, 2015). Air minum yang disediakan untuk masyarakat wajib dijamin kualitasnya sesuai dengan baku mutu air minum yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Kesehatan Lingkungan. Hal tersebut harus dilakukan untuk menjamin bahwa air yang akan dikonsumsi oleh masyarakat adalah air yang sehat dan telah terbebas dari zat-zat pengotor seperti bakteri, lumpur, hingga mineral-mineral logam seperti besi (Fe) dan mangan (Mn).

Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu wilayah yang memerlukan peningkatan pelayanan air bersih. Berdasarkan laporan Kabupaten Pekalongan Dalam Angka Tahun 2022, jumlah pelanggan terlayani oleh Perumda Air Minum (Perumdam) Tirta Kajen adalah 23.207 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 11,88% (BPS, 2022). Karena cakupan pelayanan masih rendah, Perumdam Tirta Kajen berencana untuk meningkatkan cakupan pelayanan utamanya di ibukota Kabupaten Pekalongan, yaitu Kecamatan Kajen. Dengan demikian, perlu dilakukan perencanaan jaringan distribusi utama untuk menunjang kebutuhan penyediaan air minum di Kabupaten Pekalongan.

Dalam memenuhi kebutuhan air minum pelanggan, saat ini Perumdam Tirta Kajen mengandalkan pasokan air dari IPA Gutomo, Mata Air Umbul Mubal, Mata Air Batangan, serta Mata Air Wonojoyo dengan total produksi air sebesar 77,5 liter/detik (Perumdam Tirta Kajen, 2022). Karena kapasitas produksi tersebut belum dapat sepenuhnya mencukupi kebutuhan air pelanggan, Perumdam Tirta Kajen akan menambah kapasitas produksi dengan menggunakan sumur air tanah

sebagai sumber air baku. Meski demikian, berdasarkan pengujian awal yang dilakukan oleh Perumdam Tirta Kajen ditemukan bahwa terdapat kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) yang melebihi baku mutu, yaitu Fe sebesar 1,04 mg/l serta Mn sebesar 0,47 mg/l. Oleh karenanya, diperlukan proses pengolahan terhadap air baku dengan tepat berupa unit penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada sistem penyediaan air minum di Kabupaten Pekalongan.

### **1.2 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah pada tugas akhir ini yaitu:

1. Cakupan pelayanan air minum di Kabupaten Pekalongan yang masih rendah
2. Rencana peningkatan cakupan pelayanan dan penambahan kapasitas produksi air minum oleh Perumdam Tirta Kajen Kabupaten Pekalongan
3. Adanya kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) pada sumur air tanah yang akan digunakan Perumdam Tirta Kajen sebagai sumber air baku untuk penyediaan air minum di Kabupaten Pekalongan

### **1.3 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana perencanaan pengolahan untuk mereduksi kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang terkandung dalam air baku di sistem penyediaan air minum Kabupaten Pekalongan?
2. Bagaimana perencanaan sistem jaringan distribusi utama air minum di Kabupaten Pekalongan?
3. Bagaimana rencana anggaran biaya (RAB) yang diperlukan dalam perencanaan instalasi penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) serta jaringan distribusi utama air minum di Kabupaten Pekalongan?

### **1.4 Rumusan Tujuan**

1. Merencanakan alternatif unit pengolahan air untuk mereduksi kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang terkandung dalam air baku di sistem penyediaan air minum Kabupaten Pekalongan.
2. Merencanakan sistem jaringan distribusi utama air minum di Kabupaten Pekalongan.

3. Menghitung rencana anggaran biaya (RAB) yang diperlukan dalam perencanaan instalasi penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) serta jaringan distribusi utama air minum di Kabupaten Pekalongan.

### **1.5 Pembatasan Masalah**

Adapun pembatasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Wilayah perencanaan adalah Kecamatan Kajen di Kabupaten Pekalongan.
2. Tugas akhir ini hanya terbatas pada perencanaan pengolahan air untuk mereduksi kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) serta perencanaan distribusi air minum hingga Jaringan Distribusi Utama di Kabupaten Pekalongan.
3. Instalasi pengolahan air yang direncanakan berkapasitas 20 liter/detik.
4. Air baku yang akan diolah adalah air yang bersumber dari sumur air tanah dalam di Kabupaten Pekalongan.

### **1.6 Rumusan Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini adalah:

#### **1. Bagi IPTEK**

Menjadi referensi *plan & design* mengenai distribusi air minum dan pengolahan air untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn).

#### **2. Bagi Pemerintah**

Sebagai masukan bagi pemerintah Kabupaten Pekalongan dalam melakukan upaya distribusi air minum dan pengolahan air untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada sistem penyediaan air minunya.

#### **3. Bagi Masyarakat**

Menambah wawasan masyarakat mengenai distribusi air minum dan pengolahan air terutama pada penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang terkandung dalam air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, M. (1980). *Water Supply Engineering*. USA: Ann Harbor Science.
- Arafat, M. (2021). Hybrid System for Iron and Manganese Reduction From Polluted Water Using Adsorption and Filtration. *Ain Shams Engineering Journal*, 2465-2470.
- ATSDR. (2000). *Toxicological Profile for Manganese*. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- AWWA. (1990). *Water Treatment Plant Design, 2nd Edition*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- AWWA. (2004). *Water Treatment Plant Design, Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill Professional.
- AWWA. (2005). *Water Treatment Plant Design*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 6774:2008 - Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 6869.58:2008 - Metoda Pengambilan Contoh Air Tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 7509:2011 - Tata Cara Perencanaan Teknik jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 7829:2012 - Bangunan Pengambilan Air Baku untuk Instalasi Pengolahan Air Minum*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bean, E. L. (1974). Potable Water Quality Goals. *Journal of the American Water Works Association*, 66:221.
- BPS. (2022). *Kabupaten Pekalongan Dalam Angka 2022*. Kabupaten Pekalongan: Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2022). *Kecamatan Kajen Dalam Angka 2022*. Kabupaten Pekalongan: BPS.
- Civardi, J., & Tompeck, M. (2015). *Iron and Manganese Removal Handbook, 2nd Edition*. Denver: American Water Works Association.
- Crittenden, J. C. (2012). *MWH's Water Treatment Principles and Designs, 3rd Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Darmasetiawan, M. (2001). *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Bandung: Yayasan Suryono.
- Darmasetiawan, M. (2004). *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- DOH. (2018). *Color, Taste, and Odor Problems in Drinking Water*. Washington: Washington State Department of Health.
- Edwards, J. (2000). Investigation of Color Removal by Chemical Oxidation for Three Reactive Textile Dyes and Spent Textile Dye Wastewater. *Thesis Journal*. Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- El-Rahim, W. (2006). Accelerating Textile Dye Bioremoval by Aeration. *CATRINA: Egyptian Society for Environmental Sciences*, 119-126.



- Gregory, R. (1999). *Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies*. New York: American Water Works Association, McGraw-Hill.
- Griffin, A. E. (1960). Significance and Removal of Manganese in Water Supplies. *Journal of the American Water Works Association*, 52:1326.
- Haynes, W. M. (2016). *Abundance of elements in the earth's crust and in the sea, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 97th edition*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Kalvani, N. (2021). Evaluation of Iron and Manganese Removal Effectiveness by Treatment Plant Modules Basod on Water Pollution Index; A Comprehensive Approach. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 1005-1013.
- Kawamura. (1941). Intoxication by Manganese in Well Water. *Kitasato Archives of Experimental Medicine*, 18:145-169.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 Tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Knocke, W. R. (1991). Kinetics of Manganese and Iron Oxidation by Potassium Permanganate and Chlorine Dioxide. *Journal AWWA*, 80-87.
- Montgomery, J. (1985). *Water Treatment Principles and Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Oktiawan, W., & Nasrullah. (2005). *Bahan Ajar Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pamularsih, C. (2013). Penyisihan Keketuhan pada Sistem Pengolahan Air Sungai Tembalang dengan Teknologi Rapid Sand Filter. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2, 48-54.
- Peavy, H. (1985). *Environmental Engineering*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Perth WA. (2016). *What is Raw Water?* Retrieved from Vintage Road Haulage: <http://www.vintageroadhaulage.com.au/faq/what-is-raw-water/>
- Perumdam Tirta Kajen. (2018). *RISPAM Kabupaten Pekalongan 2018-2035*. Pekalongan: Perumdam Tirta Kajen.
- Perumdam Tirta Kajen. (2022). *Sumber Air Baku dan Cakupan Layanan Perumdam Tirta Kajen*. Kabupaten Pekalongan: Perumdam Tirta Kajen. Retrieved from pdamtirtakajen.
- Qasim, R. (2000). *Water Works Engineering: Planning, Design, and Operation*. USA: Prentice-Hall.
- Rezagama, A. (2016). *Jaringan Pemipaan Air Minum: Konsep, Teori, Aplikasi*. Yogyakarta: Teknosain.
- Said, N. (2005). Metoda Penghilangan Zat Besi dan Mangan di Dalam Penyediaan Air Minum Domestik. *Jurnal Air Indonesia*, 239-250.
- Said, N. (2007). Disinfeksi untuk Proses Pengolahan Air Minum. *Jurnal Air Indonesia, Volume 3*(No. 1), 15-28.

- Septiariva, I. (2021). Reactive Black 5 (RB5): Pengolahan Air Limbah Tekstil dengan Adsorpsi menggunakan Powdered Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 199-205.
- Sommerfeld, E. O. (1999). *Iron and Manganese Removal Handbook*. Denver: American Water Works Association.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Suhermono. (2014). Analisis Kandungan Besi (Fe), Mangan (Mn), dan pH Air Tanah Hasil Pemboran Geoteknik di Tambang Batubara PT Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong dan Balangan Provinsi Kalimantan Selatan. *EnviroScientae*, 103-111.
- Sutrisno, C. T. (1987). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Bina Aksara.
- Wardani, A. (2020). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Minum Kampus Universitas Diponegoro. *Laporan Tugas Akhir*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wardhana, W. (2021). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes. *Laporan Tugas Akhir*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- White, F. (1997). *Fluid Mechanics*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- World Health Organization. (2003). *Iron in Drinking-water*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2004). *Manganese in Drinking-water*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality* (4th ed.). Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2018). *Coliform Bacteria in Drinking Water*. Geneva: World Health Organization.