

Nomor Urut: 062A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2022

Laporan Tugas Akhir

DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED)
INSTALASI PENGOLAHAN PENURUNAN KADAR
BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) SERTA
JARINGAN DISTRIBUSI UTAMA AIR MINUM
DI KABUPATEN SEMARANG



Disusun Oleh:

Alifia Putri Widadtika

21080119130069

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED)

**INSTALASI PENGOLAHAN PENURUNAN KADAR BESI (Fe) DAN
MANGAN (Mn) SERTA JARINGAN DISTRIBUSI UTAMA
AIR MINUM DI KABUPATEN SEMARANG**

Disusun oleh:

Alifia Putri Widadtika 21080119130069

Telah disetujui dan disahkan pada:

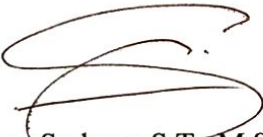
Hari : **Jumat**


Tanggal : **22 September 2023**

Menyetujui,

Ketua Penguji


Anggota Penguji


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


Ir. Nurandani Hardyanti S.T., M.T.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197301302000032001

Pembimbing I

Pembimbing II


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


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

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan


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

ABSTRAK

Air memiliki peran yang vital dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu sumber air baku yang berada di Kabupaten Semarang adalah air dari sumur dalam Tegalrejo yang terletak di Kelurahan Panjang, Kecamatan Ambarawa. Hasil uji kualitas air baku yang terdapat di sumur dalam ini belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Parameter-parameter yang belum memenuhi baku mutu adalah E. Coli, Total Coliform, Fluorida, kekeruhan, Besi, dan Mangan. Untuk mengolah air baku yang belum memenuhi baku mutu tersebut maka dilakukan pengolahan air menggunakan unit aerasi tipe *tray aerator*, filtrasi, dan disinfeksi. Air yang telah melalui pengolahan dan memenuhi baku mutu kemudian dialirkan ke reservoir untuk ditampung sebelum didistribusikan ke penduduk. Reservoir distribusi ini direncanakan berkapasitas sebesar 246 m³ dengan tipe *ground reservoir*. Dari reservoir, air didistribusikan menggunakan pompa melalui pipa Jaringan Distribusi Utama (JDU) yang terbentang sepanjang 1,6 km dan melintasi sepanjang Jalan Stasiun dan Jalan Pemuda menggunakan pipa jenis HDPE dengan diameter pasaran 200 mm. Pipa JDU ini direncanakan melayani kebutuhan air minum untuk 3 kelurahan di Kecamatan Ambarawa yaitu Kelurahan Pojoksari, Kelurahan Lodoyong, dan Kelurahan Panjang. Pengaliran pipa disimulasikan menggunakan *software* WaterGEMS untuk memastikan bahwa air dapat mengalir dengan baik dan sesuai ketentuan. Sisa tekan terendah berada pada angka 10,04 m sedangkan sisa tekan tertinggi berada pada angka 37,55 m.

Kata kunci: air bersih, pengolahan air, sistem distribusi, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang

ABSTRACT

Water has a vital role in our daily life. One of the raw water sources in Semarang Regency is water from the Tegalrejo deep well located in Panjang Sub-district, Ambarawa District. The test results of raw water quality contained in this deep well have not met the quality standards by Permenkes RI Number 2 of 2023 concerning the Implementation Regulation of Government Regulation Number 66 of 2014 concerning Environmental Health. The parameters that do not meet the quality standards are E. Coli, Total Coliform, Fluoride, turbidity, Iron, and Manganese. To treat raw water that does not meet these quality standards, water treatment is carried out using aeration with tray aerator, filtration, and disinfection. Water that has gone through treatment and meets quality standards is then flowed into a reservoir to be accommodated before being distributed to residents. The distribution reservoir is planned to have a capacity of 246 m³ with a ground reservoir type. From the reservoir, the water is distributed using a pump through the main distribution network pipe that has a total length of 1,6 km and crosses along Stasiun and Pemuda Street using HDPE pipes with a diameter of 200 mm. This pipe is planned to serve drinking water needs of 3 sub-districts in Ambarawa District, which is Pojoksari Sub-district, Lodoyong Sub-district, and Panjang Sub-district. The pipe flow is simulated using WaterGEMS to make sure that the stream flows properly and as required. The lowest residual pressure is at a value of 10,04 m while the highest residual pressure is at a value of 37,55 m.

Keywords: *clean water, water treatment, distribution system, Ambarawa District, Semarang Regency*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang ketersediaannya sangat melimpah. Dari jumlah seluruh air di bumi, 96,54% merupakan air asin yang berada di laut dan 3,46% sisanya adalah air tawar (USGS, 2019). Air tanah yang termasuk dalam jenis air tawar merupakan salah satu sumber air baku untuk air bersih yang tersedia di alam. Namun, jika material yang terdapat di dalam bumi mengalami kontak dengan air tersebut, maka air tanah akan mengandung kation dan anion seperti besi (Fe) dan mangan (Mn) terlarut serta beberapa senyawa organik (Sari & Karnaningroem, 2010). Adanya kandungan besi dan mangan ini dapat menurunkan kualitas air hingga menyebabkan kerusakan pada tubuh manusia. Dengan adanya potensi akibat tersebut, maka air tanah memerlukan pengolahan agar aman digunakan. Seluruh parameter air minum harus memenuhi standar Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

Saat ini, jumlah pelanggan Perumda Air Minum Tirta Bumi Serasi Kabupaten Semarang baru mencapai 48.432 pelanggan atau sekitar 22,85% dari total jumlah penduduk Kabupaten Semarang dimana 54,7% dari jumlah tersebut adalah pelanggan dari golongan rumah menengah (Kabupaten Semarang dalam Angka Tahun 2022). Jumlah ini masih cukup jauh dari target 100% pelayanan air minum yaitu 85% penduduk terlayani akses sesuai Standar Pelayanan Minimal (SPM) dan 15% sesuai kebutuhan dasar (*basic needs*) sesuai yang tertera dalam Peraturan Bupati Semarang No. 26 Tahun 2020 tentang Rencana Aksi Daerah Penyelenggaraan Air Minum dan Penyehatan Lingkungan Kabupaten Semarang Tahun 2020-2024. Salah satu sumber air yang diolah oleh Perumda Air Minum Tirta Bumi Serasi Kabupaten Semarang cabang Ambarawa berasal dari air tanah di sumur dalam yang berada di Tegalrejo, Kelurahan Panjang. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, ditemukan konsentrasi besi (Fe) dan mangan (Mn) berturut-turut sebesar 0,31 mg/L dan 0,54 mg/L di mana konsentrasi tersebut telah

melebihi baku mutu. Akibat tingginya kandungan besi dan mangan tersebut maka kualitas air yang disalurkan oleh Perumda Air Minum Tirta Bumi Serasi Kabupaten Semarang ke masyarakat menjadi menurun dan mengganggu kegiatan sehari-hari masyarakat yang melibatkan penggunaan air.

Perumda Air Minum Tirta Bumi Serasi Kabupaten Semarang akan merencanakan instalasi pengolahan air untuk menurunkan parameter air minum yang masih melebihi baku mutu dengan kapasitas 20 l/s. Perencanaan ini dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan *supply* air dan pelayanan kepada masyarakat dalam menyediakan air minum yang memenuhi baku mutu. Pengolahan ini juga bertujuan untuk meningkatkan produksi air bersih di wilayah Kabupaten Semarang, mengingat pada tahun 2021 produksi air bersih mengalami penurunan sebesar 1,1% atau 146.808 m³ dibanding tahun sebelumnya (Kabupaten Semarang dalam Angka Tahun 2022). Air yang telah melalui pengolahan dan memenuhi baku mutu akan dialirkan melalui pipa primer atau Jaringan Distribusi Utama (JDU) untuk nantinya dapat dialirkan ke wilayah pelayanan yang mencakup Kecamatan Ambarawa. Melalui upaya tersebut, diharapkan Perumda Air Minum Tirta Bumi Serasi Kabupaten Semarang dapat meningkatkan pelayanan kepada masyarakat sesuai dengan PP No. 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum dan pelanggan dapat menggunakan air bersih yang sudah memenuhi baku mutu dan baik untuk digunakan sehari-hari.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, identifikasi masalah pada perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Adanya kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) yang melebihi baku mutu yaitu 0,31 mg/L dan 0,54 mg/L dalam air baku yang bersumber dari air tanah di sumur dalam yang berada di Tegalorejo, Kelurahan Panjang, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang, sedangkan belum terdapat unit pengolahan yang efisien untuk menyisihkan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn).

2. Masih rendahnya jumlah pelayanan air bersih oleh Perumda Air Minum Tirta Bumi Serasi Kabupaten Semarang di wilayah Kabupaten Semarang yang saat ini baru mencapai 48.432 pelanggan atau sekitar 22,85% dari total jumlah penduduk Kabupaten Semarang.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam desain perencanaan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana desain perencanaan instalasi pengolahan penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang sesuai karakteristik air baku dari sumur dalam di Tegalrejo, Kelurahan Panjang, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang?
2. Bagaimana perencanaan Jaringan Distribusi Utama (JDU) air minum di wilayah Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang?
3. Bagaimana Rencana Anggaran Biaya (RAB) desain perencanaan instalasi pengolahan penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) serta jaringan distribusi utama air minum di Kabupaten Semarang?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan perencanaan yang dapat diambil yaitu sebagai berikut:

1. Merencanakan instalasi pengolahan penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dengan sumber air baku dari sumur dalam di Tegalrejo, Kelurahan Panjang, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang sesuai dengan analisis karakteristik air baku.
2. Merencanakan Jaringan Distribusi Utama (JDU) air minum di wilayah Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang.
3. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) desain perencanaan instalasi pengolahan penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) serta jaringan distribusi utama air minum di Kabupaten Semarang.

1.5 Pembatasan Masalah

Studi ini dititikberatkan pada perencanaan instalasi pengolahan penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) serta jaringan distribusi utama air minum dengan mengambil batasan-batasan sebagai berikut:

1. Ruang lingkup kajian perencanaan ini berfokus pada karakteristik air baku dari air tanah di sumur dalam, proyeksi kebutuhan penduduk, dan kondisi geografis wilayah perencanaan sebagai acuan desain.
2. Ruang lingkup wilayah perencanaan berada di Kabupaten Semarang dengan sumber air baku dari sumur dalam di Tegalrejo, Kelurahan Panjang dan wilayah pelayanan mencakup Kecamatan Ambarawa.
3. Ruang lingkup kegiatan meliputi pengumpulan dan pengolahan data, analisis karakteristik, analisis proyeksi penduduk terhadap kebutuhan air minum, perencanaan instalasi pengolahan dan jaringan distribusi utama, serta pembuatan RAB di wilayah perencanaan.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir desain perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
Sebagai media belajar dan berpikir secara ilmiah serta pengimplementasian ilmu terkait perencanaan air bersih yang telah dipelajari selama masa perkuliahan.
2. Bagi Pemerintah dan Instansi
Sebagai acuan alternatif dalam perencanaan dan pembuatan DED instalasi pengolahan penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) serta jaringan distribusi utama pada Air Minum di Kabupaten Semarang.
3. Bagi IPTEK
Menjadi referensi *plan & design* untuk perencanaan instalasi pengolahan penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) serta jaringan distribusi utama pada Air Minum di Kabupaten Semarang.

4. **Bagi Masyarakat**

Sebagai sumber wawasan mengenai infrastruktur air minum/air bersih dalam rangka penyaluran air minum yang memenuhi baku mutu sehingga masyarakat akan mengetahui manfaatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. (2004). *Kimia Lingkungan: Edisi 1*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Ali, M. (2010). *Peran Proses Disinfeksi dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk Air Bersih*. Surabaya: UPN Veteran Jawa Timur.
- Alley, W. M., Reilly, T. E., & Franke, O. L. (1999). *Sustainability of Ground-Water Resources*. Colorado: United States Geological Survey Circular 1186.
- APHA-AWWA-WEF. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition*. Washington DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Aschner, J. L., & Aschner, M. (2005). Nutritional Aspects of Manganese Homeostasis. *Mol Aspects Med*.
- AWWA. (1990). *Water Treatment Plant Design, 2nd Edition*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- AWWA. (1999). *Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water*. New York: McGraw-Hill Inc.
- AWWA. (2005). *Water Treatment Plant Design*. New York: McGraw Hill Company.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 06-4829-2005 tentang Pipa Polietilena untuk Air Minum*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 6774:2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Balai PSDA Bodri Kuto. (2017). *Besi (Fe)*. Retrieved from Balai PSDA Bodri Kuto: <http://www.bpudataru-bk.jatengprov.go.id> (diakses 15 Oktober 2022)
- BPS Kabupaten Semarang. (2021). *Kecamatan Ambarawa dalam Angka Tahun 2021*. Kabupaten Semarang: BPS Kabupaten Semarang.
- BPS Kabupaten Semarang. (2022). *Kabupaten Semarang dalam Angka Tahun 2022*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang.
- Brafiadi, A. (2017). *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum di Kecamatan Banyuates Kabupaten Sampang*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Cole, G. A. (1988). *Textbook of Limnology: Third Edition*. Illinois, USA: Waveland Press, Inc.
- Davis, M. L. (2010). *Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice*. Michigan: McGraw-Hill.
- Diansari, U., Purnaini, R., & Asbanu, G. C. (2022). Perbandingan Efisiensi Cascade Aerator dan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Besi Air Sumur Bor. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah Vol. 10 No. 1*, 11-21.
- Disdukcapil Kabupaten Semarang. (2020). *Jumlah Penduduk Kecamatan Ambarawa, 2018-2020*. Retrieved from BPS Kabupaten Semarang: <https://semarangkab.bps.go.id>
- DLH Kota Semarang. (2020, November 19). *Keindahan Rawa Pening*. Retrieved from Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang Web site: <https://dlh.semarangkota.go.id>
- Dr. Saxena, K. L., Sewak, R., & Stea, R. (2016). Fluoride in Groundwater: Evaluation of Removal Methods. *International Journal of Development Research*, 8340-8350.
- Eckenfelder, & W. Wesley, J. (2000). *Industrial Water Pollution Control: 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- EPA. (2016). *Groundwater*. United States: United States Environmental Protection Agency.
- Erikson, K. M., & Aschner, M. (2019). Manganese: Its Role in Disease and Health. *Met Ions Life Sci*, 19.
- Fathima, N., Baig, U., Asthana, D. S., & Sirisha. (2016). Removal of Turbidity of Waste Water by Adsorption Technology. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology Vol. 5 Issue 11*, 20010-20016.
- Febрина, L., & Ayuna, A. (2015). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi Volume 7 No. 1*, 36-44.
- Feenstra, L., Vasak, L., & Griffioen, J. (2007). *Fluoride in Groundwater: Overview and Evaluation of Removal Methods*. Utrecht: IGRAC (International Groundwater Resources Assessment Centre).
- IOM (Institute of Medicine). (2001). *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Washington DC: National Academic Press.
- Iwao, T. (1971). *Water Work Engineering*. Tokyo.

- Jackson, M. R., Meschke, J. S., Simmons, J., & Isaksen, T. B. (2018). Fecal Coliform Concentration in Effluent from Ultraviolet Disinfection Units Installed in Onsite Wastewater Treatment Systems. *Journal of Water and Health*, 1-11.
- Jha, S. K., Singh, R. K., Damodaran, T., Mishra, V. K., Sharma, D. K., & Rai, D. (2013). Fluoride in Groundwater: Toxicological Exposure and Remedies. *Jorunal of Toxicology and Environmental Health Volume 16*, 52-66.
- Kalvani, N., Mesgadhinia, A., Aboli, S., Saadi, S., Alimohammadi, M., & Mehrabadi, A. R. (2021). Evaluation of Iron and Manganese Removal Effectiveness by Treatment Plant Modules Based on Water Pollution Index: A Comprehensive Approach. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*.
- Kawamura, S. (1991). *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Kawamura, S. (2000). *Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities: 2nd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian PUPR. (2018). *Modul 5: Sistem Air Baku*. Jakarta: Sistem Manajemen Pengetahuan BPSDM Kementerian PUPR.
- Kodoatie, Robert, J., & Roestam, S. (2012). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kusumadewi, R. A., Ratnaningsih, & Gabrielle, H. (2022). Analisis Multi Kriteria Dalam Pemilihan Unit Pengolahan Air IPA Ciawi, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor. *Jurnal Bhuwana Vol. 2 No. 1*, 15-30.
- Langelier, W. F. (1936). The Analytical Control of Anticorrosion Water Treatment. *Journal of American Water Works Association*, 1500-1521.
- Livinalli, N. F., Silvestre, W. P., Duarte, J., Peretti, I., & Baldasso, C. (2023). Study of Reverse Osmosis Performance for Manganese and Iron Removal from Raw Freshwater. *Chemical Engineering Communications*.
- Meidinariasty, A., Zamhari, M., Septiani, D., & Novianita. (2019). Uji Kinerja Membran Mikrofiltrasi dan Reverse Osmosis pada Proses Pengolahan Air Reservoir Menjadi Air Minum Isi Ulang. *Jurnal Kinetika Vol. 10 No. 03*, 35-41.
- Minnesota Department of Health. (2019, Agustus 2). *Iron in Well Water*. Retrieved from Mn Departement of Health: <https://www.health.state.mn.us> (diakses tanggal 15 Oktober 2022)

- Montgomery, J. M. (1985). *Water Treatment Principles and Design*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Moore, J. W. (1991). *Inorganic Contaminants of Surface Water: Research and Monitoring Priorities*. Berlin: Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K.
- Nadayil, J., Mohan, D., Dileep, K., Rose, M., & Parambi, R. R. (2015). A Study on Effect of Aeration on Domestic Wastewater. *International Journal of Interdisciplinary Research and Innovations*, 10-15.
- NASA Global Precipitation Measurement. (2010, Oktober 1). *Earth Observatory*. Retrieved from A Multi-Phased Journey: Hydrologic Cycle: <https://earthobservatory.nasa.gov> (diakses tanggal 15 Oktober 2022)
- Pamuji, P. A. (2013). *Studi Evaluasi dan Perencanaan Jaringan Distribusi Utama Sistem Penyediaan Air Minum PDAM Kota Malang di Zona Pelayanan Tandon Mojolangu*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Pemerintah Kabupaten Semarang Kecamatan Ambarawa. (2022). *Geografis Kecamatan Ambarawa*. Retrieved from Kecamatan Ambarawa: <https://ambarawa.semarangkab.go.id>
- Peraturan Bupati Nomor 14 Tahun 2021 tentang Pedoman Pemberian Hibah dan Bantuan Sosial yang Bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah*. (2021).
- Peraturan Pemerintah No. 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum*. (2015).
- Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. (2005).
- Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. (2021).
- Perumda Air Minum Tirta Bumi Serasi. (2021). *RISPAM Kabupaten Semarang Tahun 2021-2037*. Kabupaten Semarang: Perumda Tirta Bumi Serasi.
- Peta Tematik Indonesia. (2014, September 19). *Peta Administrasi Kabupaten Semarang*. Retrieved from Peta Tematik: <https://petatematikindo.wordpress.com>
- Qasim, S. R., Motley, E. M., & Zhu, G. (2000). *Water Work Engineering: Planning, Design & Operation*. Texas: Prentice Hall PTR.
- Rauner, B. (2010, Desember). *Iron in Drinking Water*. Retrieved from Environmental Health: Fact Sheet: <http://www.idph.state.il.us/> (diakses tanggal 15 Oktober 2022)

- Rencana Aksi Daerah Peraturan Bupati Semarang No. 26 Tahun 2020 tentang Penyelenggaraan Air Minum dan Kesehatan Lingkungan Kabupaten Semarang Tahun 2020-2024.* (2020).
- Reynolds, T. D., & Richards, P. A. (1996). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, 2nd Edition.* Boston: PWS Publishing Company.
- Rezagama, A. (2016). *Jaringan Pemipaan Air Minum: Konsep, Teori, Aplikasi.* Yogyakarta: Teknosain.
- Rodriguez, C. V., Donado, L. D., & Weber-Shirk, M. (2018). Evaluation of High Rate Sedimentation Lab-scale Tank Performance in Drinking Water Treatment. *Revista Facultad de Ingenieria*, 9-15.
- Rozainy, M. R., Jamil, R., & Adlan, M. N. (2015). A Review of Removal Iron and Manganese by Using Cascade Aeration Systems. *Jurnal Teknologi*, 69-76.
- Said, N. I. (2005). Metoda Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Penyediaan Air Minum Domestik. *JAI Volume 1 No. 3 Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan BPPT*, 239-250.
- Said, N. I. (2007). Disinfeksi untuk Proses Pengolahan Air Minum. *Jurnal Air Indonesia*, 3 (1), 15-20.
- Sari, W. K., & Karnaningroem, N. (2010). *Studi Penurunan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan Menggunakan Cascade Aerator dan Rapid Sand Filter pada Air Sumur Gali.* Surabaya: ITS .
- Schulz, C. R., & Okun, D. A. (1984). *Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries.* New York: John Wulley & Sons Inc.
- Shiklomanov, L. A. (1993). A Guide to World's Freshwater Resources. *World Freshwater Resources Oxford University Press*, 13-24.
- Singal, R. Z., & Jamal, N. A. (2022). Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus Desa Panca Agung Kabupaten Bulungan). *Jurnal Selodang Mayang Vol. 8 No. 2*, 108-119.
- Sugiharto. (1985). *Penyediaan Air Bersih Bagi Masyarakat.* Tanjung Karang: Kanwil Depkes RI.
- Sulistiyorini, R., & Herianto, D. (2010). Analisis Multi Kriteria Sebagai Metode Pemilihan Suatu Alternatif Ruas Jalan di Provinsi Lampung. *Jurnal Rekayasa Vol. 14 No. 3*, 148-156.
- Sutrisno, C. T. (1987). *Teknologi Penyediaan Air Bersih.* Jakarta: Bina Aksara.
- Syazwan, M. F., Rozainy, M. R., & Jamil, R. (2020). Removing Iron and Manganese by Using Cascade Aerator and Limestone Horizontal

Roughing Filters. *2nd Joint Conference on Green Engineering Technology & Applied Computing*, 1-6.

- Tamim, T., & Tumpu, M. (2021). *Sistem Penyediaan Air Minum: Edisi Pertama*. Makassar: CV. Tohar Media.
- Tchobanoglous, G., Crittenden, J. C., Trussell, R. R., Hand, D. W., & Howe, K. J. (2012). *Water Treatment Principles and Design: Third Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- USGS. (2019, November 13). *Water Science*. Retrieved from United States Geological Survey Web site: <https://www.usgs.gov> (diakses tanggal 9 Oktober 2022)
- Wardani, A. K. (2020). *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Minum Kampus Universitas Diponegoro*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Water Resources Mission Area. (2020, May 19). *Fluoride in Groundwater*. Retrieved from United States Geological Survey Web site: <https://www.usgs.gov>
- Wong, J. M. (1984). Chlorination-Filtration for Iron and Manganese Removal. *Journal AWWA Vol. 76 No. 1*.
- World Health Organization. (1996). Iron in Drinking Water. In W. H. Organization, *Guidelines for Drinking-Water Quality*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2004). *Guidelines for Drinking-water Quality: Third Edition, Volume 1*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2004). Manganese in Drinking Water. In W. H. Organization, *Guidelines for Drinking-Water Quality*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2006). *Fluoride in Drinking Water*. Londok: IWA Publishing on behalf of the World Health Organization.
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality: 4th Edition Incorporating the 1st Addendum*. Geneva: World Health Organization.