

**STUDI PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH (IPAL) DOMESTIK DI PERUMAHAN WAHYU TAMAN  
SARIROGO KELURAHAN SUMPOT KECAMATAN SIDOARJO  
KABUPATEN SIDOARJO**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**Disusun Oleh :**

**Faris Sandi**

**216.010.510.30**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
2023**

**STUDI PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH (IPAL) DOMESTIK DI PERUMAHAN WAHYU TAMAN  
SARIROGO KELURAHAN SUMPOT KECAMATAN SIDOARJO  
KABUPATEN SIDOARJO**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**Disusun Oleh :**

**Faris Sandi**

**216.010.510.30**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
2023**

## RINGKASAN

**Faris Sandi**, 216.010.510.30. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Kelurahan Sumpu Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo, Dosen Pembimbing: **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** Dan **Anita Rahmawati, S.T., M.T.**

Perumahan Wahyu Taman Sarirogo merupakan kompleks Perumahan di Kec. Sidoarjo. Dengan jumlah penduduk yang padat produktifitas limbah cair yang dihasilkan dari aktifitas sehari-hari pastinya akan semakin tinggi dan menyebabkan kebutuhan air bersih juga tinggi. Masyarakat di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo masih membuang limbah non kakus (*greywater*) langsung melalui saluran drainase karena belum memiliki sistem penyaluran dan pengolahan air limbah. Sedangkan untuk limbah kakus (*black water*) masyarakatnya sudah menggunakan tangki septik. Sehingga dibutuhkan adanya perencanaan sistem penyaluran air limbah dan pengolahan air limbah di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo. Tujuan perencanaan ini adalah untuk merencanakan bangunan pengolahan air limbah domestik di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo, kelurahan Sumpu, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo.

Teknologi yang digunakan dalam perencanaan ini adalah *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Data kualitas air limbah diperoleh dengan melakukan pengujian di laboratorium terhadap air limbah berdasarkan parameter yang telah dihasilkan yaitu BOD 62 mg/L, COD 106 mg/L, TSS 174,7 mg/L. Berdasarkan data kualitas air limbah domestik yang didapatkan, dilakukan perencanaan dan perhitungan untuk desain ABR.

Hasil dari Penelitian perencanaan pengolahan air limbah dengan Teknologi pengolahan air limbah domestik *blackwater* dan *greywater* yang sesuai untuk wilayah perumahan Wahyu Taman Sarirogo adalah Teknologi dengan pengolahan Anaerobik dengan menggunakan unit terpilih yaitu *Anaerobic Baffled Reactor* yang dirancang secara tipikal untuk melayani perumahan Wahyu Taman Sarirogo dengan dimensi p x l x t adalah 17m x 2m x 2m.

**Kata kunci:** *Anaerobic Baffled Reactor*, Air Limbah Domestik Rumah Tangga Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo

## SUMMARY

**Faris Sandi**, 216.010.510.30. *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University Islam of Malang, Planning Study for Domestic Wastewater Treatment Plant (WWTP) in Wahyu Taman Sarirogo Housing Village, Sumput District, Sidoarjo District, Sidoarjo Regency, Supervisor: Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T. and Anita Rahmawati, S.T., M.T.*

---

*Wahyu Taman Sarirogo housing is a housing complex in the district. Sidoarjo. With a dense population, the productivity of liquid waste generated from daily activities will certainly be higher and cause the need for clean water to also be high. The community in Wahyu Taman Sarirogo Housing Complex still disposes of non-latrino waste (greywater) directly through the drainage canals because they do not yet have a wastewater distribution and treatment system. As for toilet waste (black water), the community has used a septic tank. So that it is necessary to plan a wastewater distribution system and wastewater treatment at Wahyu Taman Sarirogo housing. The purpose of this plan is to plan a domestic wastewater treatment plant at Wahyu Taman Sarirogo housing complex, Sumput sub-district, Sidoarjo District, Sidoarjo Regency.*

*The technology used in this planning is the Anaerobic Baffled Reactor (ABR). Wastewater quality data was obtained by conducting laboratory tests on wastewater based on the parameters that have been produced, namely BOD 62 mg/L, COD 106 mg/L, TSS 174.7 mg/L. Based on the domestic wastewater quality data obtained, planning and calculations are carried out for the ABR design.*

*The results of research on wastewater treatment planning with blackwater and greywater domestic wastewater treatment technologies that are suitable for the Wahyu Taman Sarirogo housing area are Anaerobic processing technologies using selected units, namely the Anaerobic Baffled Reactor which is designed typically to serve Wahyu Taman Sarirogo housing with dimensions  $p \times l \times t$  is 17m x 2m x 2m.*

**Keywords:** *Anaerobic Baffled Reactor, Household Domestic Wastewater at Wahyu Taman Sarirogo Housing Complex, Sidoarjo*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman dan peradaban manusia semakin cepat dalam segala bidang seperti : teknologi, industri, transportasi, pertanian, perdagangan, kesehatan, lingkungan, ekonomi, sosial kemasyarakatan dan lain sebagainya menghasilkan bermacam – macam buangan yang bersifat sederhana hingga kompleks yang perlu diolah agar tidak mempengaruhi kualitas lingkungan. Pengolahan limbah yang tidak sesuai atau bahkan tidak adanya pengolah instalasi pengolah menyebabkan berbagai dampak negatif dari sektor lingkungan seperti: terjadinya pencemaran badan air, sungai dan telaga yang menimbulkan kematian ikan dan biota air yang hidup di dalamnya, terjadinya menimbulkan sumbatan, endapan lumpur, kurang perawatan atau karena perencanaan, serta pelaksanaan pembangunan tidak sesuai dengan ketentuan teknis atau yang menyebabkan air tidak dapat digunakan sebagai sarana dan prasarana penopang hidup dalam kebutuhan sehari – hari atau bahkan dikonsumsi secara layak oleh manusia. Pencemaran air merupakan perubahan fisik air baik secara langsung maupun tidak langsung yang sifatnya berbahaya atau berpotensi menyebabkan penyakit atau gangguan bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Perubahan langsung dan tidak langsung ini ditunjukkan dengan perubahan fisik, kimia, biologi atau radioaktif. Sedangkan kualitas air termasuk salah satu faktor yang menentukan kesejahteraan manusia. Kebutuhan air adalah jumlah air yang dipergunakan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan- kegiatan lainnya yang memerlukan air (Rahmawati, and - 2018.) Secara umum, penyebab pencemaran air berdasarkan sumbernya dapat dikategorikan sebagai sumber kontaminasi langsung dan tidak langsung (Rahmawati and - 2020). Limbah rumah tangga merupakan suatu bentuk limbah yang tidak bisa dihindari dalam kehidupan manusia, karena memang kebutuhan rumah tangga yang sangat penting bagi manusia dan akhirnya menghasilkan banyak limbah cair domestik. Pencemaran air limbah cair merupakan fisik air baik secara langsung maupun tidak langsung yang sifatnya berbahaya atau berpotensi menyebabkan penyakit atau gangguan bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Perubahan langsung dan tidak langsung ini ditunjukkan dengan perubahan fisik, kimia, biologi atau radioaktif. Sedangkan kualitas air termasuk salah satu faktor yang menentukan kesejahteraan manusia. Secara umum, penyebab pencemaran air berdasarkan sumbernya dapat dikategorikan sebagai sumber kontaminasi langsung dan tidak langsung. (Rahmawati and - 2020).

Untuk mengatasi masalah yang lebih kompleks maka mulai dikembangkannya ilmu pengetahuan dan teknologi untuk penanganan limbah cair secara saniter. Hal ini berarti penanganan limbah cair dilakukan dengan teknik dan prosedur yang sesuai dengan kaidah-kaidah ilmu sanitasi dan kesehatan lingkungan. IPAL Komunal merupakan salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan lingkungan terutama permasalahan yang menyangkut pada air limbah. IPAL Komunal adalah sistem pengolahan air limbah yang memproses air limbah domestik yang difungsikan secara komunal (digunakan oleh sekelompok rumah tangga) agar lebih aman saat dibuang ke lingkungan serta memenuhi baku mutu lingkungan yang berlaku (Karyadi, 2010). Penggunaan IPAL Komunal ini dapat mewujudkan pemukiman yang sehat melalui pengelolaan air limbah domestik yang tepat. IPAL Komunal ini membutuhkan adanya sistem penyaluran atau jaringan yang menghubungkan antara *point source* limbah menuju ke bangunan IPAL Komunal itu sendiri, sistem ini bernama SPAL atau Sistem Penyaluran Air Limbah.

Perumahan Wahyu Taman Sarirogo terletak di Kel. Sumpat Kec. Sidoarjo Kab. Sidoarjo. Perumahan Wahyu Taman Sarirogo merupakan Komplek Perumahan di Kec. Sidoarjo. Dengan jumlah penduduk yang padat produktifitas limbah cair yang dihasilkan dari aktifitas sehari-hari pastinya akan semakin tinggi dan menyebabkan kebutuhan air bersih juga tinggi. Masyarakat di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo masih membuang limbah non kakus (*greywater*) langsung melalui saluran drainase karena belum memiliki sistem penyaluran dan pengolahan air limbah. Sedangkan untuk limbah kakus (*black water*) masyarakatnya sudah menggunakan tangki septik. Sehingga dibutuhkan adanya perencanaan sistem penyaluran air limbah dan pengolahan air limbah di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo.

Berdasarkan pada kondisi eksisting yang ada, diperlukan adanya perencanaan teknologi yang dapat mengolah air limbah domestik pada Perumahan Wahyu Taman Sarirogo. Secara umum terdapat beberapa teknologi sanitasi air limbah domestik yang sebelumnya sudah sering diterapkan di Indonesia antara lain menggunakan teknologi tangki septik resapan dan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Seiring dengan perkembangan zaman, terdapat teknologi lain yang dapat digunakan sebagai pengolah air limbah domestik seperti *Anaerobik Baffled Reactor* dan *Aerobik Filter*. Melihat cukup banyaknya teknologi untuk pengolahan air limbah domestik yang dapat dipilih, maka terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan teknologi sanitasi antara lain adalah faktor lingkungan, institusional, dan masyarakat (Brikke dan Bredero, 2003).

Teknologi pengolahan limbah cair ini akan digunakan sistem pengolahan ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*). Teknologi ini dipilih karena memiliki beberapa kelebihan seperti biaya operasional yang ekonomis, efisiensi pengolahan yang tinggi dan tidak memerlukan banyak lahan.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang, maka dapat disimpulkan permasalahan sebagai berikut :

1. Belum adanya instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo.
2. Penduduk pada Perumahan Wahyu Taman Sarirogo sebagian besar masih membuang air limbah domestik langsung ke saluran drainase tanpa ada pengolahan terlebih dahulu.
3. Pemilihan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) yang akan digunakan dalam perencanaan.
4. Untuk merencanakan gambar perencanaan menggunakan *software* AUTOCAD 2019.

### 1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa debit air kotor yang dibuang pada Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo ?
2. Bagaimana rencana desain Instalasi Pengolahan Air Limbah di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo ?
3. Bagaimana kualitas air limbah yang berada di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo sebelum dan sesudah pengolahan ?
4. Berapa besar dimensi unit Instalasi Pengolahan Air Limbah pada perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo ?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah yang telah dirancang didapatkan tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui debit kotor yang di buang pada Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo.
2. Membuat desain Instalasi Pengolahan Air Limbah di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo.
3. Mengetahui Kualitas Air Limbah di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo sebelum dan sesudah pengolahan.

4. Mengetahui besar dimensi Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah pada Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada perencanaan ini sebagai berikut :

1. Tidak membahas aspek finansial (BOQ dan RAB).
2. Lokasi perencanaan di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo.
3. Air limbah yang diolah adalah air buangan kamar mandi, dapur, dan cucian.
4. Aspek yang ditinjau aspek teknis dan lingkungan.
5. Parameter yang digunakan pH, BOD, COD dan TSS.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari perencanaan ini adalah :

1. Memberikan solusi alternatif mengenai permasalahan air limbah domestik melalui desain IPAL untuk wilayah Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo Dapat menjadi pertimbangan dalam teknologi pengolahan limbah domestik untuk pemukiman padat penduduk.
2. Dapat menambah wawasan bagi penulis dan pembaca mengenai sistem instalasi pengolahan air limbah dan dapat merencanakan pengolahan sistem instalasi pengolahan air limbah sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.
3. Membantu Pemerintah Kabupaten Sidoarjo dalam memberikan masukan kepada instalasi terkait.

### 1.7 Lingkup Pembahasan

1. Menghitung debit air kotor yang di hasilkan masyarakat perumahn Wahyu Taman Sarirogo Sidoarjo.
2. Melakukan tes sampling air kotor yang meliputi pH, BOD, COD,dan TSS.
3. Pemilihan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) yang akan digunakan dalam perencanaan.
4. Perencanaan gambar desain menggunakan *software* AUTOCAD 2019.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Debit air kotor pada Perumahan Wahyu Taman Sarirogo yaitu 79,5 m<sup>3</sup>/hari.
2. Perencanaan pengolahan limbah domestik di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo digunakan dengan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Unit ABR yang direncanakan yakni terdiri dari tangki pengendap dan 6 buah kompartemen, dengan total Panjang ABR total 17 meter, lebar 2 meter dan kedalaman 2 meter.
3. Kondisi air limbah domestik di Perumahan Wahyu Taman Sarirogo tergolong kurang baik karena kualitas BOD, COD, dan TSS, tidak sesuai dengan baku mutu yang diharapkan jadi setelah dilakukan pengolahan terjadi penurunan dari BOD 62 mg/L menjadi 4,1 mg/L, COD 106 mg/L menjadi 11,6 mg/L, dan TSS 174,7 mg/L menjadi 30 mg/L.
4. Unit ABR yang direncanakan mempunyai 6 buah kompartemen dengan pengelompokkan berdasarkan nilai debit air limbah rata-rata, sehingga didapat dimensi kompartemen unit ABR yaitu panjang 2 meter, lebar 2 meter, dan kedalaman 2 meter.

### 5.2 Saran

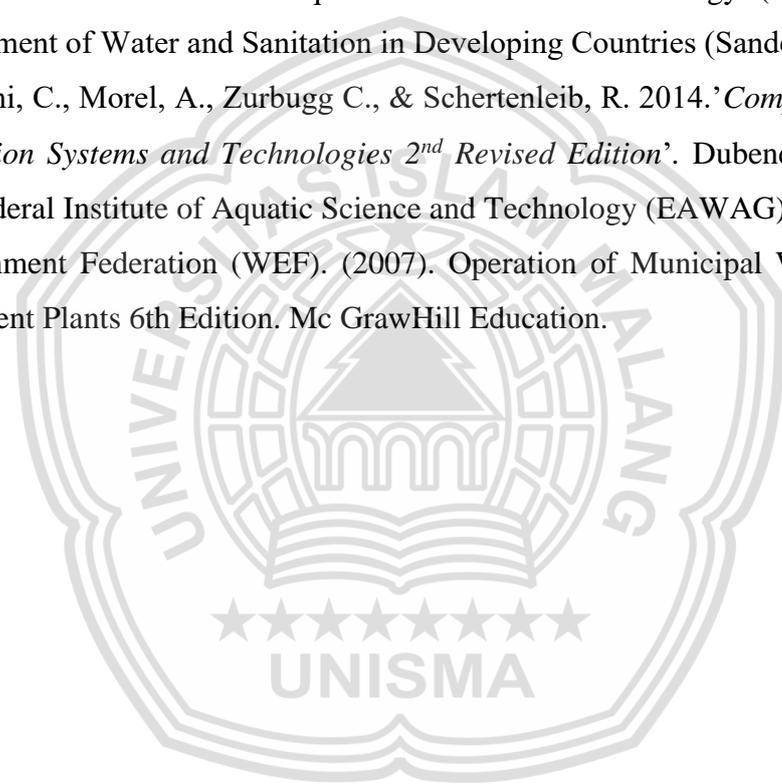
1. Pada Penelitian selanjutnya perlunya perbandingan antara dua IPAL agar dapat digunakan sesuai penggunaan pada daerah tersebut.
2. Dibutuhkan Metode Alternatif seperti menggunakan Metode AF.
3. Tugas Akhir ini tidak memperhitungkan perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL), apabila ada pihak yang ingin merencanakan untuk SPAL diharap melakukan perhitungan terhadap sumur pengumpul dan pompa, dikarenakan unit IPAL ini direncanakan untuk dibangun dengan posisi plat tutup beton sejajar dengan permukaan tanah.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alaerts, G dan Santika SS. 1987. Metode Penelitian Air. Surabaya:Usaha Nasional.
- Angelakis, A.N.; Snyder, S.A. (2015). "Wastewater Treatment and Reuse: Past, Present, and Future". *Water*, 7 (9), 4887-4895. doi:10.3390/w7094887
- Badan Standar Nasional SK-SNI 8455:2017, Perencanaan pengolahan air limbah rumah tangga dengan sistem reaktor anaerobik bersekat (SRAB)
- Brikké , F. Dan M. Bredero (2003), Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation, A Reference Document for Planner and Project Staff, World Health Organization and IRC Water and Sanitation Centre, Geneva.
- Data Desa Sumpat, 2022. Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2018.'Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat; SPALD-T'. Ditjen Cipta Karya, Jakarta. 13-15.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2013.'Petunjuk Teknis Operasi dan Pemeliharaan Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat'. Ditjen Cipta Karya, Jakarta. 7-12
- Gutterer, B. Sasse, L. Panzerbieter, T. dan Reckerzugel, T. 2009.'*Decentralised wastewater treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries: A Partical Guide*'. Bremen: Bremen Overseas Researchand Development Association (BORDA).
- Gill, L. W., O'lunaigh, N., Johnston, P. M., Misstear, B. D. R., & O'suilleabhain, C. 2009.'*Nutrient loading on subsoils from on-site wastewater effluent, comparing septic tank and secondary treatment systems*'. *Water Research*, 43(10), 2739-2749.
- Hardjosuprpto, M. 2000.'Penyaluran Air Buangan': Volume II. Bandung: ITB
- Hindarko, S. 2003.Mengolah Air LimbahAgar Tidak Mencemari Orang Lain.Penerbit ESHA:Jakarta.
- Karyadi, L., 2010.'Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo', Kota Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 67.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2013. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan

dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga

- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016. 'Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik – Terpusat Skala Permukiman.
- Kementrian Lingkungan Hidup, 2016.'Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik', Jakarta. 15-16.
- Ledin, A., Eriksson, E., dan Henze, M. 2001. '*Aspects of Groundwater Recharge Using Grey Wastewater*'. In : P. Lens, G. Zeemann and G. Lettinga (Editors). Decentralised Sanitation and Reuse. London : Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- Lita CSC, Valentina. 2008. Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Grey Water. Fakultas Teknik Universitas Indonesia : Banten.
- Marhadi, M. (2016). ANALISIS SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN DOMESTIK DENGAN OFF SITE SYSTEM. *Jurnal Civronlit Unbari*, 1(1), 1.
- Metcalf and Eddy, Inc., 2003.'Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 3<sup>rd</sup> edition'. McGraw Hill, New York. 311-1330.
- Noerhayati, E. Studi Perencanaan Constructed Wetland Untuk Pengolahan Grey Water Di Perumahan Taman Candiloka, Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.pdf
- Noerhayati, E. & Prayogi. A., 2021, 'Studi Perencanaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Pitab Kabupaten Balangan Provinsi Kalimantan Selatan`.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013, Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur.
- Peraturan Pemerintah No. 82, 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rahmawati, A. & Warsito, 2020, 'Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang', *Jurnal Rekayasa Hijau*, 4(1), 1–8.
- Rahmawati, A. (n.d.). *A Drainage System For Inundation Problems At Subdistricts of Sidoarjo Regency*. 6.
- Rancangan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2014, Penyelenggaraan Sistem Pembuangan Air Limbah Permukiman
- Sholikhin, G. N., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2021). Studi Perencanaan Constructed Wetland untuk Pengolaha Greywater di Perumahan Taman

- Candiloka, Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 11(1), 35–48.
- Siregar, A.S. 2005. 'Instalasi Pengolahan Air Limbah'. Yogyakarta : Kanisius
- Sugiharto, 2008. 'Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI-Press', Jakarta. 57-121.
- Sase, Ludwig, 2009. 'Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries (DEWATS)', Borda, Jerman. 125-145
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., dan Stensel, H. D. 2003. 'Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery', 4<sup>th</sup> Edition. New York : McGraw Hill.
- Tilley, E., Luthi, dan Peters, S. 2008. 'Sanitation Systems and Technologies. Dubendorf: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG) / Departement of Water and Sanitation in Developing Countries (Sandec)'.  

- Tilley, E., Luthi, C., Morel, A., Zurbugg C., & Schertenleib, R. 2014. 'Compendium of Sanitation Systems and Technologies 2<sup>nd</sup> Revised Edition'. Dubendorf: Swiss 202 Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG).
- Water Environment Federation (WEF). (2007). Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants 6th Edition. Mc GrawHill Education.